Proposta di Piano di Azione e Risanamento della Qualità dell'Aria per l'adozione da parte dei Comuni di:

Bussolengo

Buttapietra

Castel d'Azzano

Castelnuovo del Garda

Grezzana

Lavagno

Negrar

Pescantina

San Giovanni Lupatoto

San Martino Buon Albergo

San Pietro in Cariano

Sant'Ambrogio di Valpolicella

Sommacampagna

Sona

Valeggio sul Mincio

Verona

Villafranca di Verona

Zevio

Versione consegnata in attesa della validazione – uso interno

Data
31/05/2010

Indici generali

INDICE DEI CAPITOLI

Premessa

Capitolo 0: INTRODUZIONE…….. 0-1

Capitolo 1: QUADRO NORMATIVO (Capitolo a cura di ARPA Veneto)……..1-1

1 INDICE CAPITOLO 1 1-3

INDICE DELLE TABELLE 1-4

1 QUADRO NORMATIVO (CAPITOLO A CURA DI ARPA VENETO) 1-5

1.1 QUADRO DELLE NORME VIGENTI 1-5
1.2 IDENTIFICAZIONE DEGLI INQUINANTI DI INTERESSE DEL PQA 1-10

Capitolo 2: ANALISI DELLA SITUAZIONE ATTUALE…….. 2-1

2 INDICE CAPITOLO 2 2-3

INDICE DELLE FIGURE 2-6

INDICE DELLE TABELLE 2-14

2 ANALISI DELLA SITUAZIONE ATTUALE 2-20

2.1 CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO 2-20
2.1.1 Caratteristiche morfologiche (paragrafo a cura di ARPA Veneto) 2-20
2.1.2 Caratterizzazione meteo-climatologica per la qualità dell'aria 2-22
2.1.2.1 La rete di monitoraggio meteorologico ARPAV 2-23
2.1.2.2 Basi di dati utilizzate 2-23
2.1.2.3 Analisi dei dati 2-26
2.1.2.3.1 Stazione di Bardolino 2-29
2.1.2.3.2 Stazione di Bosco Chiesanuova 2-32
2.1.2.3.3 Stazione di Buttapietra 2-34
2.1.2.3.4 Stazione di Castelnuovo del Garda 2-37
2.1.2.3.5 Stazione di Grezzana 2-39
2.1.2.3.6 Stazione di Illasi 2-42
2.1.2.3.7 Stazione di Marano di Valpolicella 2-44
2.1.2.3.8 Stazione di San Pietro in Cariano 2-47
2.1.2.3.9 Stazione di Valeggio sul Mincio 2-47
2.1.2.3.10 Stazione di Villafranca di Verona 2-50

2.1.2.3.11 Stazione di Verona-Cason 2-52
2.1.2.3.12 Stazione di Verona-via Dominutti 2-55
2.1.2.4 Mappe globali delle rose dei venti e della stabilità 2-57
2.1.2.5 Cicli giornalieri, annuali e stagionali 2-60
2.1.2.5.1 Velocità del vento 2-60
2.1.2.5.2 Temperatura 2-65
2.1.2.5.3 Radiazione solare 2-65
2.1.2.5.4 Umidità relativa 2-67
2.1.2.5.5 Precipitazione 2-69
2.1.2.6 Scenari meteorologici 2-70
2.1.2.7 Spazializzazione dei dati 2-72
2.1.2.7.1 Quantità scalari: precipitazioni e temperatura 2-73
2.1.2.7.2 Quantità vettoriali: vento 2-75
2.1.2.8 Individuazione di aree climatologicamente omogenee 2-76
2.1.2.9 Profili verticali di temperatura e di vento 2-77
2.1.2.10 Indice di criticità meteorologica 2-80
2.1.3 Attività produttive e infrastrutture (paragrafo a cura di ARPA Veneto) 2-84
2.1.3.1 Evoluzione del sistema produttivo e infrastrutturale della Provincia di Verona 2-84
2.1.3.2 Analisi dei settori produttivi nella Provincia di Verona 2-85
2.1.3.3 Sistema delle infrastrutture 2-89
2.1.4 Insediamenti civili 2-93
2.1.5 Distribuzione delle fonti emissive 2-95
2.1.5.1 La situazione attuale 2-96
2.1.5.2 Fonti emissive locali 2-97
2.1.5.3 Emissioni lineari 2-98
2.1.5.4 Emissioni puntuali 2-109
2.1.5.4.1 Dati disponibili 2-110
2.1.5.4.2 Emissioni dalle attività di gestione dei rifiuti 2-116
2.1.5.4.3 Emissioni da attività di cava 2-118
2.1.5.4.4 Emissioni da attrattori di traffico 2-119
2.1.5.4.5 Emissioni dall'aeroporto 2-120
2.1.5.5 Emissioni diffuse 2-122
2.1.5.5.1 Il riscaldamento domestico 2-122
2.1.5.5.1.1 Metano 2-123
2.1.5.5.1.2 Gasolio e GPL 2-126
2.1.5.5.2 Le attività agricole 2-131
2.1.5.5.2.1 L'agricoltura 2-131
2.1.5.5.2.2 Gli allevamenti 2-133
2.1.5.5.2.3 Confronto con i dati dell'inventario ISPRA disaggregato 2-143
2.1.5.6 Analisi della ripartizione delle emissioni 2-145
2.1.5.6.1 Il biossido di zolfo: SO_2 2-147
2.1.5.6.2 Gli ossidi di azoto: NO_x 2-148
2.1.5.6.3 Il monossido di carbonio: CO 2-149
2.1.5.6.4 Il metano: CH_4 2-150
2.1.5.6.5 L'ammoniaca: NH_3 2-151
2.1.5.6.6 Le polveri sottili: PM_{10} 2-152

2.1.5.7 Inquinamento di fondo diffuso nel bacino della Pianura Padana 2-159
2.1.6 Approfondimenti: analisi di alcuni casi pilota selezionati 2-161
2.1.6.1 Impianto produttivo 2-163
2.1.6.2 Traffico urbano 2-168
2.1.6.3 Traffico extraurbano 2-175
2.1.6.3.1 Indice di qualità dell'aria 2-179
2.1.6.3.2 Inquinamento e salute 2-179
2.1.6.3.3 Risultati dell'analisi 2-180
2.2 SITUAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA 2-184
2.2.1 Introduzione 2-184
2.2.1.1 Richiami alla zonizzazione del territorio 2-184
2.2.1.2 Individuazione e caratterizzazione delle condizioni meteorologiche tipiche favorevoli alla formazione di inquinanti secondari. 2-185
2.2.1.3 Situazione della qualità dell'aria 2-188
2.2.2 La rete di monitoraggio gestita da ARPAV 2-190
2.2.3 Andamento storico dei dati di qualità dell'aria 2-193
2.2.3.1 Stazione di Bosco Chiesanuova 2-194
2.2.3.2 Stazione di Bovolone 2-195
2.2.3.3 Stazione di Legnago 2-196
2.2.3.4 Stazione di San Bonifacio 2-196
2.2.3.5 Stazione di San Martino Buon Albergo 2-197
2.2.3.6 Stazione di Villafranca di Verona 2-198
2.2.3.7 Stazione di Verona-Cason 2-198
2.2.3.8 Stazione di Verona-Corso Milano 2-199
2.2.3.9 Stazione di Verona-Piazza Bernardi 2-200
2.2.3.10 Stazione di Verona-San Giacomo 2-200
2.2.3.11 Stazione di Verona-ZAI 2-201
2.2.3.12 Stazione di Verona-Torricelle 2-201
2.2.3.13 Stazione di Ca' del Bue 2-202
2.2.3.14 Stazione di Matozze 2-203
2.2.3.15 Stazione di San Giovanni Lupatoto 2-203
2.2.4 Superamenti dei limiti di legge 2-204
2.2.4.1 SO_2 2-204
2.2.4.2 NO_x 2-209
2.2.4.3 PM_{10} 2-213
2.2.4.4 Correlazione spaziale tra diverse stazioni 2-215
2.2.4.5 Correlazioni tra parametri meteorologici e di qualità dell'aria 2-222
2.2.4.6 Episodi di inquinamento acuto 2-224
2.2.4.7 $PM_{2.5}$ 2-227
2.2.4.8 Ozono 2-229
2.2.4.9 Le campagne di misura mobili 2-231
2.2.5 Politiche adottate 2-235
2.2.5.1 Analisi dei dati della rete di monitoraggio e individuazione di aree non adeguatamente coperte da campagne 2-235
2.2.5.2 Analisi dell'efficacia di precedenti provvedimenti per la tutela della qualità dell'aria 2-245

2.2.6 Valutazione delle correlazioni fra situazioni meteorologiche e inquinamento (paragrafo a cura di ARPA Veneto) 2-247
2.2.6.1 Risultati 2-248
2.2.6.1.1 Numero giorni di durata dell'evento 2-248
2.2.6.1.2 Concentrazione PM_{10} e crescita giornaliera 2-248
2.2.6.1.3 Parametri meteorologici 2-248
2.2.6.1.4 Parametri dello stato limite atmosferico 2-249
2.2.6.1.5 Ubiquitarietà degli eventi acuti 2-251
2.2.6.1.6 Esempio di distribuzione spaziale del PM_{10} in un caso acuto 2-254
2.2.6.1.7 Contributi del PM_{10} 2-254
2.2.6.2 Conclusioni 2-259
2.3 VALUTAZIONI EPIDEMIOLOGICHE SULLA BASE DEL FLUSSO CORRENTE DEI DATI SANITARI DISPONIBILI (PARAGRAFO A CURA DI ULSS 20) 2-260
2.3.1 Qualità dell'aria e salute 2-260
2.3.2 Meccanismi d'azione degli inquinanti atmosferici 2-262
2.3.3 Effetti sulla salute 2-263
2.3.3.1 Effetti a breve termine 2-264
2.3.3.2 Effetti a lungo termine 2-265
2.3.3.2.1 Inquinamento atmosferico fattore di rischio per le malattie cardiovascolari 2-266
2.3.3.2.2 Effetti su malati e anziani 2-267
2.3.3.2.3 Effetti sui bambini 2-267
2.3.4 Effetti sullo sviluppo polmonare 2-268

Capitolo 3: ANALISI DELLA SITUAZIONE ATTUALE..... 3-1

3 INDICE CAPITOLO 3 3-3

INDICE DELLE FIGURE 3-4

INDICE DELLE TABELLE 3-4

3 AZIONI POSSIBILI 3-7

3.1 AZIONI COORDINATE A BREVE TERMINE 3-7
3.1.1 La gestione della zonizzazione: indicazioni per l'aggiornamento della zonizzazione 3-7
3.1.2 Traffico 3-9
3.1.2.1 Il trasporto privato 3-9
3.1.2.2 Il trasporto pubblico 3-18
3.1.2.3 Scenari futuri 3-20
3.1.3 Attività produttive 3-22
3.1.4 Riscaldamento domestico 3-24
3.1.4.1 Scenari di riduzione 3-24
3.1.4.2 Intervenire sulle temperature degli edifici 3-25
3.1.5 Quadro riassuntivo delle azioni a breve termine 3-27
3.1.6 Scenari da simulazione degli effetti di azioni a breve termine in condizione avverse 3-29
3.1.7 Analisi critica 3-30
3.2 ANALISI DELLE PROSPETTIVE ATTUALMENTE INDIVIDUABILI E DELLE AZIONI DI PIANIFICAZIONE PER LA TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA 3-31

3.2.1 Scenari climatologici 3-32
3.2.2 Prospettive di sviluppo economico e urbanistico emergenti dalla programmazione a livello comunale e sovra-comunale (paragrafo a cura di ARPA Veneto) 3-34
3.2.3 Scenari delle fonti di emissione 3-61
3.2.3.1 Misure per contenere le emissioni di SO_2 3-62
3.2.3.2 Misure per contenere le emissioni di NO_x 3-63
3.2.3.3 Misure per contenere le emissioni di PM 3-64
3.2.3.4 Misure per contenere le emissioni di ammoniaca 3-65
3.2.3.5 Misure per contenere le emissioni di idrocarburi non metanici NMVOC 3-65
3.2.4 Definizione di un indice sintetico di qualità dell'aria 3-67
3.2.5 Analisi critica (paragrafo a cura di ARPA Veneto) 3-71
3.2.6 Rassegna di buone pratiche 3-83
3.3 AZIONI INFORMATIVE (PARAGRAFO A CURA DEI COMUNI) 3-88
3.3.1 Azioni di comunicazione verso le categorie (imprenditori, artigiani, amministratori di condomini, agricoltori, autotrasportatori, …) 3-88
3.3.2 Azioni di comunicazione verso la cittadinanza 3-89
3.4 ACCORDI (PARAGRAFO A CURA DEI COMUNI) 3-90
3.4.1 Promozione di accordi 3-90

Capitolo 4: PROCEDURE PER IL MONITORAGGIO E ADEGUAMENTO DEL PIANO 4-1

4 INDICE CAPITOLO 4 4-3

INDICE DELLE FIGURE 4-5

INDICE DELLE TABELLE 4-7

4 PROCEDURE PER IL MONITORAGGIO E ADEGUAMENTO DEL PIANO 4-8

4.1 DETERMINAZIONE DI INDICATORI E MODALITÀ DI MONITORAGGIO DELLE FASI DEL PIANO E DEI RELATIVI RISULTATI 4-8
4.2 INDICATORI DI VALUTAZIONE DELLE EFFICACIA DELLE AZIONI PROPOSTE (PARAGRAFO A CURA DI ARPA VENETO) 4-9
4.3 AZIONI CONOSCITIVE: INDICAZIONI DI APPROFONDIMENTO 4-26
4.3.1 Ruolo della combustione della legna 4-27
4.3.1.1 Traccianti della combustione della legna 4-27
4.3.1.2 Levoglucosano 4-28
4.3.1.3 Determinazione del levoglucosano in aria ambiente 4-28
4.3.1.4 Conclusioni 4-31
4.3.2 Emissioni dalle attività connesse alla gestione rifiuti 4-32
4.3.2.1 Approfondimenti sull'inceneritore di Ca' del Bue 4-32
4.3.3 Emissioni da attività per la generazione di energia da biomasse di scarto 4-34
4.3.3.1 Impianti a biomassa legnosa 4-34
4.3.3.2 Criticità degli impianti a biogas 4-35
4.3.4 Emissioni da traffico 4-37
4.3.4.1 Efficacia delle barriere verdi 4-37

4.3.4.2 Indicazione di esperienze europee finalizzate alla diminuzione delle emissioni in sede stradale: il progetto LIFE SPAS. 4-41
4.3.4.3 Valutazione dell'efficacia dell'applicazione di rivestimenti e cementi fotocatalitici nell'abbattimento delle concentrazioni inquinanti in atmosfera 4-51
4.3.4.3.1 Introduzione 4-51
4.3.4.3.2 La fotocatalisi 4-52
4.3.4.3.3 Possibili applicazioni e loro efficacia 4-54
4.3.4.4 Efficacia dello spazzamento e lavaggio delle strade e cenni sul problema della risospensione 4-61
4.3.4.5 Inquinamento nelle gallerie stradali e sistemi di ventilazione 4-67
4.3.4.5.1 Sistemi a ventilazione naturale 4-68
4.3.4.5.2 Sistemi a ventilazione longitudinale 4-69
4.3.4.5.3 Sistemi a ventilazione trasversale 4-70
4.3.4.5.4 Concentrazioni di inquinanti nei tunnel stradali 4-71
4.3.5 Predisposizione e utilizzo di strumenti di previsione della qualità dell'aria a supporto dell'adozione di misure (a breve, a medio e lungo termine). 4-79
4.3.5.1 Premessa 4-79
4.3.5.2 Il Sistema Integrato per la gestione della Mobilità e della Sicurezza del Comune di Verona . 4-82
4.3.5.3 Il sistema NINFA 4-84
4.3.5.4 Osservazioni 4-85
4.3.6 Indicazioni per lo sfruttamento della risorsa geotermica 4-86
4.3.7 Ruolo del cittadino 4-86
4.3.8 Esempio di esposizione giornaliera 4-88
4.4 VALUTAZIONE DELL'INQUINAMENTO PROVENIENTE DA AREE ESTERNE PROVINCIALI 4-94

Capitolo 5: SCHEDE DEI COMUNI 5-1

5 INDICE CAPITOLO 5 5-3

INDICE DELLE FIGURE 5-4

INDICE DELLE TABELLE 5-5

5 SCHEDE DEI COMUNI 5-7

5.1 BUSSOLENGO 5-8
5.2 BUTTAPIETRA 5-12
5.3 CASTEL D'AZZANO 5-16
5.4 CASTELNUOVO DEL GARDA 5-20
5.5 GREZZANA 5-24
5.6 LAVAGNO 5-28
5.7 NEGRAR 5-32
5.8 PESCANTINA 5-36
5.9 SAN GIOVANNI LUPATOTO 5-40
5.10 SAN MARTINO BUON ALBERGO 5-44
5.11 SAN PIETRO IN CARIANO 5-48
5.12 SANT'AMBROGIO DI VALPOLICELLA 5-52

5.13 SOMMACAMPAGNA 5-56
5.14 SONA 5-60
5.15 VALEGGIO SUL MINCIO 5-64
5.16 VERONA 5-68
5.17 VILLAFRANCA DI VERONA 5-72
5.18 ZEVIO 5-76

Capitolo 6: CONCLUSIONI 6-1

6 CONCLUSIONI 6-4

ALLEGATI

Allegato 1: Accordo tra pubbliche amministrazioni per le attività relative alla redazione del Piano di Azione e Risanamento della Qualità dell'Aria

Allegato 2: Elenco degli incontri tecnici

Allegato 3: Elenco dei partecipanti agli incontri presso i Comuni aderenti al Piano

Allegato 4: Verbali delle sedute del Comitato Tecnico

Allegato 5: Elenco dei dati resi disponibili

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 2-1: AMBITI TERRITORIALI DELLA PROVINCIA DI VERONA (TRATTA DAL PTCP, PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE): IN EVIDENZA I OMUNI INTERESSATI DAL PRESENTE STUDIO. 2-21
FIGURA 2-2: MAPPA DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO METEOROLOGICO DI ARPAV. 2-24
FIGURA 2-3: ROSA DEI VENTI PER LA STAZIONE DI BARDOLINO, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. .. 2-30
FIGURA 2-4: BOXPLOT DELL'INTENSITÀ DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI BARDOLINO, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-30
FIGURA 2-5: BOXPLOT DELLA DIREZIONE DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E CORRELAZIONE TRA VELOCITÀ E DIREZIONE PER LA STAZIONE DI BARDOLINO, RELATIVI ALL'INTERO PERIODO 2004-2008..... 2-31
FIGURA 2-6: ROSA DELLA STABILITÀ PER LA STAZIONE DI BARDOLINO, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-31
FIGURA 2-7: ROSA DEI VENTI PER LA STAZIONE DI BOSCO CHIESANUOVA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-32
FIGURA 2-8: BOXPLOT DELL'INTENSITÀ DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI BOSCO CHIESANUOVA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-33
FIGURA 2-9: BOXPLOT DELLA DIREZIONE DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI BOSCO CHIESANUOVA, RELATIVI ALL'INTERO PERIODO 2004-2008..... 2-33
FIGURA 2-10: ROSA DELLA STABILITÀ PER LA STAZIONE DI BOSCO CHIESANUOVA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-34
FIGURA 2-11: ROSA DEI VENTI PER LA STAZIONE DI BUTTAPIETRA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008... 2-35
FIGURA 2-12: BOXPLOT DELLA VELOCITÀ DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI BUTTAPIETRA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-35
FIGURA 2-13: BOXPLOT DELLA DIREZIONE DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E CORRELAZIONE TRA VELOCITÀ E DIREZIONE PER LA STAZIONE DI BUTTAPIETRA, RELATIVI ALL'INTERO PERIODO 2004-2008.. 2-36
FIGURA 2-14: ROSA DELLA STABILITÀ PER LA STAZIONE DI BUTTAPIETRA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-36
FIGURA 2-15: ROSA DEI VENTI PER LA STAZIONE DI CASTELNUOVO DEL GARDA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008..... 2-37
FIGURA 2-16: BOXPLOT DELLA VELOCITÀ DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI CASTELNUOVO DEL GARDA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-38
FIGURA 2-17: BOXPLOT DELLA DIREZIONE DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E CORRELAZIONE TRA VELOCITÀ E DIREZIONE PER LA STAZIONE DI CASTELNUOVO DEL GARDA, RELATIVI ALL'INTERO PERIODO 2004-2008..... 2-38
FIGURA 2-18: ROSA DELLA STABILITÀ PER LA STAZIONE DI CASTELNUOVO DEL GARDA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-39
FIGURA 2-19: ROSA DEI VENTI PER LA STAZIONE DI GREZZANA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. .. 2-40
FIGURA 2-20: BOXPLOT DELLA VELOCITÀ DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI GREZZANA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-40
FIGURA 2-21: BOXPLOT DELLA DIREZIONE DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI GREZZANA, RELATIVI ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-41

FIGURA 2-22: ROSA DELLA STABILITÀ PER LA STAZIONE DI GREZZANA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-41
FIGURA 2-23: ROSA DEI VENTI PER LA STAZIONE DI ILLASI, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-42
FIGURA 2-24: BOXPLOT DELLA VELOCITÀ DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI ILLASI, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-43
FIGURA 2-25: BOXPLOT DELLA DIREZIONE DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E CORRELAZIONE TRA VELOCITÀ E DIREZIONE PER LA STAZIONE DI ILLASI, RELATIVI ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-43
FIGURA 2-26 - ROSA DELLA STABILITÀ PER LA STAZIONE DI ILLASI, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-44
FIGURA 2-27: ROSA DEI VENTI PER LA STAZIONE DI MARANO DI VALPOLICELLA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-45
FIGURA 2-28: BOXPLOT DELLA VELOCITÀ DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI MARANO DI VALPOLICELLA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-45
FIGURA 2-29: BOXPLOT DELLA DIREZIONE DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E CORRELAZIONE TRA VELOCITÀ E DIREZIONE DEL VENTO PER LA STAZIONE DI MARANO DI VALPOLICELLA, RELATIVI ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-46
FIGURA 2-30: ROSA DELLA STABILITÀ PER LA STAZIONE DI MARANO DI VALPOLICELLA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-46
FIGURA 2-31: ROSA DEI VENTI PER LA STAZIONE DI VALEGGIO SUL MINCIO, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-48
FIGURA 2-32: BOXPLOT DELLA VELOCITÀ DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI VALEGGIO SUL MINCIO, RELATIVI ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-48
FIGURA 2-33: BOXPLOT DELLA DIREZIONE DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E CORRELAZIONE TRA VELOCITÀ E DIREZIONE PER LA STAZIONE DI VALEGGIO SUL MINCIO, RELATIVI ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-49
FIGURA 2-34: ROSA DELLA STABILITÀ PER LA STAZIONE DI VALEGGIO SUL MINCIO, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-49
FIGURA 2-35: ROSA DEI VENTI PER LA STAZIONE DI VILLAFRANCA VERONESE, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-50
FIGURA 2-36: BOXPLOT DELLA VELOCITÀ DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI VILLAFRANCA DI VERONA, RELATIVI ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-51
FIGURA 2-37: BOXPLOT DELLA DIREZIONE DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E CORRELAZIONE TRA VELOCITÀ E DIREZIONE PER LA STAZIONE DI VILLAFRANCA DI VERONA, RELATIVI ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-51
FIGURA 2-38: ROSA DELLA STABILITÀ PER LA STAZIONE DI VILLAFRANCA VERONESE, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-52
FIGURA 2-39: ROSA DEI VENTI PER LA STAZIONE DI VERONA-CASON, RELATIVA AL PERIODO 2005-2007. 2-53
FIGURA 2-40: ROSA DELLA STABILITÀ PER LA STAZIONE DI VERONA-CASON, RELATIVA AL PERIODO 2005-2007. 2-53
FIGURA 2-41: BOXPLOT DELLA VELOCITÀ DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI QUALITÀ DELL'ARIA DI VERONA CASON, RELATIVI AL PERIODO 2005-2007. 2-54
FIGURA 2-42: BOXPLOT DELLA DIREZIONE DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E CORRELAZIONE TRA VELOCITÀ E DIREZIONE PER LA STAZIONE DI QUALITÀ DELL'ARIA DI VERONA CASON, RELATIVI AL PERIODO 2005-2007. 2-54
FIGURA 2-43: ROSA DELLA STABILITÀ PER LA STAZIONE DI VERONA-VIA DOMINUTTI, RELATIVA AL PERIODO 2005-2007. 2-55

FIGURA 2-44: BOXPLOT DELLA VELOCITÀ DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI VERONA VIA DOMINUTTI, RELATIVI AL PERIODO 2004-2008. 2-55
FIGURA 2-45: BOXPLOT DELLA DIREZIONE DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E CORRELAZIONE TRA VELOCITÀ E DIREZIONE PER LA STAZIONE DI VERONA VIA DOMINUTTI, RELATIVI AL PERIODO 2004-2008. .. 2-56
FIGURA 2-46: ROSA DELLA STABILITÀ PER LA STAZIONE DI VERONA-VIA DOMINUTTI, RELATIVA AL PERIODO 2005-2007. 2-56
FIGURA 2-47: ROSE DEI VENTI ELABORATE. 2-58
FIGURA 2-48: ROSE DELLA STABILITÀ ELABORATE. 2-59
FIGURA 2-49: CONFRONTO TRA I CICLI GIORNALIERI DELLA VELOCITÀ DEL VENTO CALCOLATI PER LE DIVERSE STAZIONI RELATIVI ALL'INTERO ANNO. 2-60
FIGURA 2-50: CONFRONTO TRA I CICLI GIORNALIERI DELLA VELOCITÀ DEL VENTO CALCOLATI PER LE DIVERSE STAZIONI RELATIVI ALLA PRIMAVERA. 2-61
FIGURA 2-51: CONFRONTO TRA I CICLI GIORNALIERI DELLA VELOCITÀ DEL VENTO CALCOLATI PER LE DIVERSE STAZIONI RELATIVI ALL'ESTATE. 2-61
FIGURA 2-52: CONFRONTO TRA I CICLI GIORNALIERI DELLA VELOCITÀ DEL VENTO CALCOLATI PER LE DIVERSE STAZIONI RELATIVI ALL'AUTUNNO. 2-62
FIGURA 2-53: CONFRONTO TRA I CICLI GIORNALIERI DELLA VELOCITÀ DEL VENTO CALCOLATI PER LE DIVERSE STAZIONI RELATIVI ALL'INVERNO. 2-62
FIGURA 2-54: CONFRONTO TRA I CICLI GIORNALIERI DELLA VELOCITÀ DEL VENTO PER LE DIVERSE STAGIONI RELATIVI ALLA STAZIONE DI VILLAFRANCA DI VERONA. 2-63
FIGURA 2-55: CURVA DI DISTRIBUZIONE DI WEIBULL RELATIVA ALLA VELOCITÀ DEL VENTO DELLA STAZIONE DI VILLAFRANCA DI VERONA. 2-64
FIGURA 2-56: CURVA DI DISTRIBUZIONE DI WEIBULL RELATIVA ALLA VELOCITÀ DEL VENTO DELLA STAZIONE DI GREZZANA. 2-64
FIGURA 2-57: CONFRONTO TRA I CICLI GIORNALIERI DELLA TEMPERATURA NELLE DIVERSE STAZIONI RELATIVI ALL'INTERO ANNO. 2-65
FIGURA 2-58: CONFRONTO TRA I CICLI GIORNALIERI DELLA RADIAZIONE SOLARE CALCOLATI PER LE DIVERSE STAZIONI RELATIVI ALL'INTERO ANNO. 2-66
FIGURA 2-59: CONFRONTO TRA I CICLI GIORNALIERI DELLA RADIAZIONE SOLARE PER LE DIVERSE STAGIONI RELATIVI ALLA STAZIONE DI VILLAFRANCA DI VERONA. 2-67
FIGURA 2-60: CONFRONTO TRA I CICLI GIORNALIERI DELL'UMIDITÀ RELATIVA NELLE DIVERSE STAZIONI RELATIVI ALL'INTERO ANNO. 2-68
FIGURA 2-61: CONFRONTO TRA I CICLI GIORNALIERI DELL'UMIDITÀ RELATIVA PER LE DIVERSE STAGIONI RELATIVI ALLA STAZIONE DI VILLAFRANCA DI VERONA. 2-68
FIGURA 2-62: CONFRONTO TRA I CICLI ANNUALI DELLA PRECIPITAZIONE CUMULATA MENSILE NELLE DIVERSE STAZIONI. 2-69
FIGURA 2-63: CONFRONTO TRA I CICLI ANNUALI DEL NUMERO DI GIORNI MENSILI CON PRECIPITAZIONE SUPERIORE A 1 MM NELLE DIVERSE STAZIONI. 2-70
FIGURA 2-64: CONFRONTO TRA I CICLI MEDI GIORNALIERI DELLA VELOCITÀ DEL VENTO PER I QUATTRO DIVERSI SCENARI METEOROLOGICI RELATIVI ALLA STAZIONE DI VILLAFRANCA DI VERONA. 2-72
FIGURA 2-65: VARIAZIONE DELLA PRECIPITAZIONE TOTALE ANNUA *P* [MM] (MEDIA SUL QUINQUENNIO 2004-2008) IN FUNZIONE DELLA QUOTA *H* DELLA STAZIONE DI MISURA. LE BARRE TRATTEGGIATE RAPPRESENTANO L'INTERVALLO DI VARIABILITÀ COMPRESO FRA I VALORI MINIMO E MASSIMO REGISTRATI PRESSO LA STAZIONE NEL QUINQUENNIO. NEL GRAFICO È RIPORTATA ANCHE L'EQUAZIONE DELLA CURVA INTERPOLANTE CON IL RELATIVO VALORE DEL COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE LINEARE R. 2-73

FIGURA 2-66: VARIAZIONE DELLA TEMPERATURA MEDIA ANNUA SUPERFICIALE *T* [°C] (MEDIATA SUL QUINQUENNIO 2004-2008) IN FUNZIONE DELLA QUOTA *H* DELLA STAZIONE DI MISURA. LE BARRE TRATTEGGIATE RAPPRESENTANO L'INTERVALLO DI VARIABILITÀ COMPRESO FRA I VALORI MINIMO E MASSIMO REGISTRATI PRESSO LA STAZIONE NEL QUINQUENNIO. NEL GRAFICO È RIPORTATA ANCHE L'EQUAZIONE DELLA RETTA INTERPOLANTE CON IL RELATIVO VALORE DEL COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE LINEARE R. 2-74
FIGURA 2-67: SPAZIALIZZAZIONE DEL DATO DI PRECIPITAZIONE MEDIA ANNUA MEDIANTE KRIGING, UTILIZZANDO I DATI REGISTRATI PRESSO LE STAZIONI METEOROLOGICHE ARPAV MOSTRATE IN FIGURA. 2-75
FIGURA 2-68: RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DELLA SUDDIVISIONE DELL'AREA IN ESAME IN DUE MACRO AREE CLIMATOLOGICAMENTE OMOGENEE: IN VERDE LE ZONE DI PIANURA, IN VIOLA LE ZONE COLLINARI. 2-77
FIGURA 2-69: UN ESEMPIO DI PROFILO VERTICALE DI TEMPERATURA POTENZIALE RICAVATO MEDIANTE ANALISI DEI DATI DA RADIOMETRO HATPRO ALLE ORE 0:00, 6:00, 12:00 E 18:00 UTC (OSSIA RIFERITE AL FUSO ORARIO DI GREENWICH) DEL GIORNO 18/01/2008 (CONDIZIONE FORTEMENTE STABILI). 2-80
FIGURA 2-70: INDICE DI CRITICITÀ METEOROLOGICA PER LA STAZIONE DI VILLAFRANCA VALUTATO SULL'INTERO PERIODO 2004-2008 SULLA BASE DELLA CLASSE DI STABILITÀ ATMOSFERICA 2-82
FIGURA 2-71: INDICE DI CRITICITÀ METEOROLOGICA PER LA STAZIONE DI CASTELNUOVO DEL GARDA VALUTATO SULL'INTERO PERIODO 2004-2008 SULLA BASE DELLA CLASSE DI STABILITÀ ATMOSFERICA 2-83
FIGURA 2-72: IMPRESE REGISTRATE ALLA CAMERA DI COMMERCIO DI VERONA (DATI 2009). PESO RELATIVO DEI DIVERSI SETTORI. 2-87
FIGURA 2-73: IMPRESE DEL SETTORE MANIFATTURIERO REGISTRATE ALLA CAMERA DI COMMERCIO DI VERONA (DATI 2007): PESO RELATIVO DEI DIVERSI SETTORI. 2-88
FIGURA 2-74: RETE VIARIA (DATI PTCP 2010). 2-91
FIGURA 2-75: RETE FERROVIARIA, DELLE LINEE NAVIGABILI E DEGLI AEROPORTI (DATI PTCP 2010). 2-92
FIGURA 2-76: SISTEMA DELLE AREE PRODUTTIVE (DATI PTCP VERONA 2010). LE AREE PRODUTTIVE COMPRENDONO SIA QUELLE ESISTENTI SIA QUELLE IN COMPLETAMENTO. 2-93
FIGURA 2-77: DENSITÀ DI POPOLAZIONE RELATIVA AL CENSIMENTO 2001, IN AB/KM^2 2-94
FIGURA 2-78: MAPPA DELLE AREE INDUSTRIALI E COMMERCIALI (IN VIOLA) E DEGLI INSEDIAMENTI CIVILI (IN BLU). 2-95
FIGURA 2-79: FLUSSI DI TRAFFICO MEDIO ORARIO DEGLI ARCHI STRADALI EXTRAURBANI DEL PTCP NEI COMUNI IN OGGETTO. 2-98
FIGURA 2-80: FATTORE DI EMISSIONE PER GLI NO_x SEPARATO PER CLASSE DI VEICOLO (MEDIA SULLE CLASSI EURO). 2-101
FIGURA 2-81: FATTORE DI EMISSIONE PER GLI NO_x, MEDIO PESATO SUL PARCO MACCHINE DELLA PROVINCIA DI VERONA. 2-102
FIGURA 2-82: FATTORE DI EMISSIONE PER IL PM_{10} SEPARATO PER CLASSE DI VEICOLO (MEDIA SULLE CLASSI EURO). 2-102
FIGURA 2-83: FATTORE DI EMISSIONE PER IL PM_{10}, MEDIO PESATO SUL PARCO MACCHINE DELLA PROVINCIA DI VERONA. 2-103
FIGURA 2-84: EMISSIONI ANNUE DI NO_x [T/(KM · ANNO)] DA TRAFFICO LINEARE DELLA RETE EXTRAURBANA. 2-105
FIGURA 2-85: EMISSIONI ANNUE DI PM_{10} [T/(KM · ANNO)] DA TRAFFICO LINEARE DELLA RETE EXTRAURBANA. 2-106
FIGURA 2-86: VEICOLI IMMATRICOLATI E CIRCOLANTI NEI COMUNI IN OGGETTO. IL COEFFICIENTE V.I. È POSITIVO NEI COMUNI IN CUI IL NUMERO DI VEICOLI CIRCOLANTI È MAGGIORE DI QUELLO DEI VEICOLI IMMATRICOLATI E VICEVERSA. 2-108

FIGURA 2-87: CONFRONTO TRA LA DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLE AZIENDE DI CUI SI HANNO DATI DI EMISSIONE (SOPRA) E DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLE AZIENDE DEL SETTORE MANIFATTURIERO ISCRITTE ALLA CAMERA DI COMMERCIO DI VERONA NEL 2008 (SOTTO)..... 2-112
FIGURA 2-88: LOCALIZZAZIONE DELLE SORGENTI PUNTUALI CONSIDERATE..... 2-113
FIGURA 2-89: MAPPA DELLA DISCARICA DI PESCANTINA TRATTA DALLA RELAZIONE DIVULGATIVA ANNO 2008 DI SICEA (HTTP://PORTALE.PROVINCIA.VR.IT/FILES/NEWWEB/AREA-SERVI/SETTORE-EC/REPORT-CON/U-O--RIFIU1/DISCARICA-/PESCANTINA_RDA_2008.PDF). 2-116
FIGURA 2-90: ANDAMENTO DEI VOLUMI DI BIOGAS CAPTATO, DISPERSO E TOTALE DAL 1989 AL 2007 NELLA DISCARICA DI PESCANTINA..... 2-117
FIGURA 2-91: MAPPA DELLE CAVE AUTORIZZATE (LAYER PTCP). 2-118
FIGURA 2-92: MAPPA DEI PRINCIPALI ATTRATTORI DI TRAFFICO: LA DIMENSIONE DEL SIMBOLO È PROPORZIONALE AL NUMERO DI VEICOLI/ANNO RIPORTATO IN TABELLA 2-35..... 2-120
FIGURA 2-93: CONFRONTO TRA LE EMISSIONI TOTALI ANNUE DERIVANTI DALL'AGRICOLTURA E DAGLI ALLEVAMENTI E LE EMISSIONI DEL MACROSETTORE 10 – DATO DELL'INVENTARIO ISPRA DISAGGREGATO (ESPRESSE IN T/ANNO). 2-145
FIGURA 2-94: MAPPA DEI 4 GRUPPI DI COMUNI INDIVIDUATI. 2-154
FIGURA 2-95: RIPARTIZIONE DELLE EMISSIONI NEI DIVERSI MACROSETTORI PER IL GRUPPO 1..... 2-155
FIGURA 2-96: RIPARTIZIONE DELLE EMISSIONI NEI DIVERSI MACROSETTORI PER IL GRUPPO 2..... 2-156
FIGURA 2-97: RIPARTIZIONE DELLE EMISSIONI NEI DIVERSI MACROSETTORI PER IL GRUPPO 3..... 2-158
FIGURA 2-98: RIPARTIZIONE DELLE EMISSIONI NEI DIVERSI MACROSETTORI PER IL GRUPPO 4..... 2-159
FIGURA 2-99: LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO DELLA MONDADORI PRINTING. 2-163
FIGURA 2-100: MAPPA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI NO_X (VALORI AUTORIZZATI)..... 2-165
FIGURA 2-101: MAPPA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI PTS (VALORI AUTORIZZATI). 2-165
FIGURA 2-102: MAPPA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI SO_2 (VALORI AUTORIZZATI). 2-166
FIGURA 2-103: MAPPA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI $CR^{(VI)}$ IN CASO DI EMISSIONE CONTINUA (VALORI AUTORIZZATI). 2-166
FIGURA 2-104: LA SS11 A VAGO DI LAVAGNO..... 2-168
FIGURA 2-105: PLANIMETRIA DEL TRATTO DI STRADA IN ESAME E TGM. 2-170
FIGURA 2-106: DETTAGLIO DELLA ZONA A MAGGIORE INQUINAMENTO SECONDO LA SIMULAZIONE EFFETTUATA. 2-171
FIGURA 2-107: SCHEMA INDICATIVO DELLA VARIAZIONE DELLA CONCENTRAZIONE IN CORRISPONDENZA DI UN CANYON STRADALE. SI OSSERVA CHE, TIPICAMENTE, SI HA UN'ELEVATA CONCENTRAZIONE IN SEDE STRADALE ALL'INTERNO DEL VOLUME D'ARIA CONTENUTO TRA GLI EDIFICI, E UNA RAPIDA DECRESCITA VERSO L'ESTERNO O COMUNQUE SUBITO ALLE SPALLE DELLA PRIMA FILA DI EDIFICI. 2-172
FIGURA 2-108: MAPPA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI NO_X. 2-173
FIGURA 2-109: MAPPA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI PM_{10}. 2-173
FIGURA 2-110: MAPPA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI SO_2. 2-174
FIGURA 2-111: MAPPA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI CO. 2-174
FIGURA 2-112: CONCENTRAZIONI NORMALIZZATE DI NO (CERCHI) E NO2 (TRIANGOLI) PER LE AREE DI STUDIO PIÙ A SUD DELLA A22. LE BARRE VERTICALI INDIVIDUANO LA DEVIAZIONE STANDARD. (HEIMANN D. ET AL., 2007)..... 2-181
FIGURA 2-113: DISTRIBUZIONI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI NO_2 E PM_{10} AL SUOLO DETERMINATE DAL TRAFFICO SULL'AUTOSTRADA A22 NEL TRATTO COMPRESO TRA VERONA E BOLZANO COME RISULTATO DELLA MODELLAZIONE APPLICATA IN ALPNAP. (HEIMANN D. ET AL., 2007). 2-182
FIGURA 2-114:DISTRIBUZIONE DELLA POPOLAZIONE RESIDENTE NEL TRATTO INFERIORE DI AUTOSTRADA A22 ANALIZZATO IN ALPNAP. (HEIMANN D. ET AL., 2007). 2-183

FIGURA 2-115:RAPPRESENTAZIONE GIS DELL'IMPATTO DA ESPOSIZIONE DA NO_2 (A SINISTRA) E PM_{10} (A DESTRA) NEL TRATTO INFERIORE DELL'A22 ANALIZZATO IN ALPNAP. (HEIMANN D. ET AL., 2007). 2-184
FIGURA 2-116: CICLO GIORNALIERO DELLA CONCENTRAZIONE DI OZONO NELLA STAZIONE DI VERONA CASON, RELATIVO ALL'INVERNO 2008. 2-186
FIGURA 2-117: CICLO GIORNALIERO DELLA CONCENTRAZIONE DI OZONO NELLA STAZIONE DI VERONA CASON, RELATIVO ALLA PRIMAVERA 2008. 2-186
FIGURA 2-118: CICLO GIORNALIERO DELLA CONCENTRAZIONE DI OZONO NELLA STAZIONE DI VERONA CASON, RELATIVO ALL'ESTATE 2008. 2-187
FIGURA 2-119: CICLO GIORNALIERO DELLA CONCENTRAZIONE DI OZONO NELLA STAZIONE DI VERONA CASON, RELATIVO ALL'AUTUNNO 2008. 2-187
FIGURA 2-120: CICLO GIORNALIERO DELLA CONCENTRAZIONE DI OZONO NELLA STAZIONE DI VERONA CASON, RELATIVO ALL'INTERO ANNO 2008. 2-188
FIGURA 2-121: MAPPA DELLE STAZIONI DI MISURA DI QUALITÀ DELL'ARIA DI ARPAV. 2-192
FIGURA 2-122: CONFRONTO TRA CICLI DIURNI DEL BIOSSIDO DI ZOLFO IN ALCUNE STAZIONI DI MISURA. 2-208
FIGURA 2-123: CONFRONTO TRA CICLI ANNUALI DEL BIOSSIDO DI ZOLFO IN ALCUNE STAZIONI DI MISURA. 2-208
FIGURA 2-124: CONFRONTO TRA ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE ORARIA DI NO_2 DEL 2008 E QUELLO DEL 2007 NELLA STAZIONE DI VERONA ZAI. 2-213
FIGURA 2-125: NUMERO PROGRESSIVO DI SUPERAMENTI DELLA SOGLIA MEDIA GIORNALIERA DI PM10 NELLA STAZIONE DI VERONA CASON PER L'ANNO 2008. 2-215
FIGURA 2-126: SCATTER PLOT TRA LE CONCENTRAZIONI MEDIE ORARIE DI NO_2 RILEVATE NELLE STAZIONI DI CORSO MILANO E CASON FINO A MAGGIO 2007. 2-216
FIGURA 2-127: SCATTER PLOT TRA LE CONCENTRAZIONI MEDIE ORARIE DI NO_2 RILEVATE NELLE STAZIONI DI CORSO MILANO E CASON DA GIUGNO 2007 2-216
FIGURA 2-128: SCATTER PLOT TRA LE CONCENTRAZIONI MEDIE ORARIE DI NO_2 RILEVATE NELLE STAZIONI DI CORSO MILANO E CASON PER L'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-217
FIGURA 2-129: CORRELAZIONI TRA LE CONCENTRAZIONI ORARIA DI NO_2 IN DIVERSE STAZIONI. 2-217
FIGURA 2-130: CORRELAZIONI TRA LE CONCENTRAZIONI ORARIA DI NO_2 IN DIVERSE STAZIONI. 2-218
FIGURA 2-131: CONFRONTO TRA CICLI DIURNI DELLA CONCENTRAZIONE ORARIA DI NO_2 IN DIVERSE STAZIONI.... 2-219
FIGURA 2-132: CONFRONTO TRA CICLI ANNUALI DELLA CONCENTRAZIONE ORARIA DI NO_2 IN DIVERSE STAZIONI. 2-219
FIGURA 2-133: CONFRONTO TRA CICLI DIURNI DELLA CONCENTRAZIONE ORARIA DI O_3 IN DIVERSE STAZIONI. 2-220
FIGURA 2-134: CONFRONTO TRA CICLI ANNUALI DELLA CONCENTRAZIONE ORARIA DI O_3 IN DIVERSE STAZIONI. .. 2-221
FIGURA 2-135: CONFRONTO TRA CICLI ANNUALI DELLA CONCENTRAZIONE ORARIA DI PM_{10} IN DIVERSE STAZIONI. 2-222
FIGURA 2-136: CORRELAZIONE TRA CONCENTRAZIONE ORARIA DI NO_2 E VELOCITÀ DEL VENTO NELLA STAZIONE DI VILLAFRANCA DI VERONA NELLA STAGIONE INVERNALE. 2-223
FIGURA 2-137: CORRELAZIONE TRA CONCENTRAZIONE ORARIA DI O_3 E TEMPERATURA NELLA STAZIONE DI VERONA CASON. 2-223
FIGURA 2-138: CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI NO_2 RILEVATE NELLA STAZIONE DI VERONA CORSO MILANO RELATIVE A TUTTO IL QUINQUENNIO E ISOLANDO LE SOLE CALME DI VENTO. 2-224
FIGURA 2-139: CORRELAZIONE TRA VALORI MEDI GIORNALIERI DI PM_{10} E NO_2 MISURATI NELLA STAZIONE DI VR-CASON DURANTE IL QUINQUENNIO 2004-2008. 2-226
FIGURA 2-140: CICLI ANNUALI DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA DI PM_{10} E NO_2 MISURATI NELLA STAZIONE DI VR-CASON. 2-227

FIGURA 2-141: CORRELAZIONE TRA VALORI MEDI GIORNALIERI DI PM_{10} E $PM_{2.5}$ MISURATI NELLA STAZIONE DI VR-CASON DURANTE IL BIENNIO 2007-2008. 2-228
FIGURA 2-142: ANDAMENTO DEL RAPPORTO TRA $PM_{2.5}$ E PM_{10} MISURATI NELLA STAZIONE DI VR-CASON DURANTE IL 2008 E VALORE MEDIO ANNUALE (LINEA ROSSA ORIZZONTALE)..... 2-229
FIGURA 2-143: ANDAMENTO DEL MASSIMO GIORNALIERO DELLE MEDIE MOBILI SU 8 H DELLA CONCENTRAZIONE DI OZONO, RELATIVO ALLA STAZIONE DI VR-CASON DURANTE IL 2004. 2-231
FIGURA 2-144: LOCALIZZAZIONE DELLE POSTAZIONI IN CUI SONO STATE EFFETTUATE LE CAMPAGNE MOBILI NEL QUINQUENNIO 2004-2008. 2-233
FIGURA 2-145: CONFRONTO TRA LA CONCENTRAZIONE ORARIA DI NO_2 DELLA CAMPAGNA MOBILE 10 A S. GIOVANNI LUPATOTO E LA CONCENTRAZIONE DELLA CENTRALINA FISSA DI CORSO MILANO. 2-234
FIGURA 2-146: CONFRONTO TRA LA CONCENTRAZIONE GIORNALIERA DI PM_{10} DELLA CAMPAGNA MOBILE 10 A S. GIOVANNI LUPATOTO E LA CONCENTRAZIONE DELLA CENTRALINA FISSA DI CORSO MILANO. 2-235
FIGURA 2-147: DEFINIZIONE DELLE DIVERSE TIPOLOGIE DI STAZIONE (DA LINEE GUIDA PER LA PREDISPOSIZIONE DELLE RETI DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN ITALIA, APAT, 2004). 2-237
FIGURA 2-148: CARATTERISTICHE DELLE STAZIONI PER LA PROTEZIONE DEGLI ECOSISTEMI (DA LINEE GUIDA PER LA PREDISPOSIZIONE DELLE RETI DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN ITALIA, APAT, 2004). 2-237
FIGURA 2-149: CARATTERISTICHE DELLE STAZIONI PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (DA LINEE GUIDA PER LA PREDISPOSIZIONE DELLE RETI DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN ITALIA, APAT, 2004)..... 2-238
FIGURA 2-150: CRITERI PER LA SCELTA DEL NUMERO DI CENTRALINE FISSE DA INSTALLARE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (DA LINEE GUIDA PER LA PREDISPOSIZIONE DELLE RETI DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN ITALIA, APAT, 2004). 2-238
FIGURA 2-151: CRITERI PER LA SCELTA DEL NUMERO DI CENTRALINE FISSE DA INSTALLARE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA IN AREE ESTERNE DAGLI AGGLOMERATI (DA LINEE GUIDA PER LA PREDISPOSIZIONE DELLE RETI DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN ITALIA, APAT, 2004). 2-239
FIGURA 2-152: CRITERI PER LA SCELTA DEL NUMERO DI CENTRALINE FISSE DA INSTALLARE PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE E DEGLI ECOSISTEMI (DA LINEE GUIDA PER LA PREDISPOSIZIONE DELLE RETI DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN ITALIA, APAT, 2004)..... 2-239
FIGURA 2-153: PUNTI DI MISURA DEI CAMPIONAMENTI PASSIVI DEL PROGETTO DI MAPPATURA DI AREE REMOTE DOCUP: GRIGLIA REGOLARE 18X18 KM. 2-240
FIGURA 2-154: COMUNI INTERESSATI DAL PROGETTO DI MAPPATURA DI AREE REMOTE DOCUP: IN VERDE I COMUNI CHE HANNO BENEFICIATO DEL FINANZIAMENTO, IN ROSSO QUELLI MONITORATI AL DI FUORI DEL PROGETTO. 2-241
FIGURA 2-155: GIORNATE DI MISURA EFFETTUATE CON I MEZZI E LE STAZIONI MOBILI DURANTE IL QUINQUENNIO 2004-2008..... 2-242
FIGURA 2-156: ANDAMENTO DEL PM_{10} MISURATO A VILLAFRANCA, IN VIA SOMMACAMPAGNA TRA IL 3.9.2004 E IL 12.10.2004 E QUELLO RILEVATO NELLO STESSO PERIODO NELLA CENTRALINA FISSA DI CORSO MILANO. 2-243
FIGURA 2-157: VARIAZIONI DI TRAFFICO DEL GIORNO 8 FEBBRAIO 2008 IN CORRISPONDENZA DELLA CIRCONVALLAZIONE INTERNA DI VERONA RISPETTO ALLE ALTRE DOMENICHE DELL'ANNO (COMUNE DI VERONA, UFFICIO MOBILITÀ E TRAFFICO)..... 2-246
FIGURA 2-158: VARIAZIONI DI TRAFFICO DEL GIORNO 8 FEBBRAIO 2008 IN CORRISPONDENZA DEI VARCHI DI ACCESSO ALLA CITTÀ RISPETTO ALLE ALTRE DOMENICHE DELL'ANNO (COMUNE DI VERONA, UFFICIO MOBILITÀ E TRAFFICO). 2-246
FIGURA 2-159: ANDAMENTO DIURNO E STAGIONALE DELL'ALTEZZA DI RIMESCOLAMENTO A VERONA..... 2-249

FIGURA 2-160: ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DI PM_{10} NELL'ANNO 2005 TRA LE STAZIONI DI B.GO MILANO E MILANO JUVARA. 2-252
FIGURA 2-161: ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DI PM_{10} NELL'ANNO 2006 TRA LE STAZIONI DI B.GO MILANO E MILANO JUVARA. 2-252
FIGURA 2-162: ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DI PM_{10} NELL'ANNO 2007 TRA LE STAZIONI DI B.GO MILANO E MILANO VERZIERE. 2-253
FIGURA 2-163: ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DI PM_{10} NELL'ANNO 2008 TRA LE STAZIONI DI B.GO MILANO E MILANO VERZIERE. 2-253
FIGURA 2-164: ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DI PM_{10} NELL'ANNO 2009 TRA LE STAZIONI DI B.GO MILANO E MILANO VERZIERE. 2-253
FIGURA 2-165: ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DI PM_{10} NEI MESI DI GENNAIO E FEBBRAIO DEL 2010 TRA LE STAZIONI DI B.GO MILANO E MILANO VERZIERE 2-254
FIGURA 2-166: ANALISI DELLA CONCENTRAZIONE DI PM_{10} IN UN CASO ACUTO DI INQUINAMENTO SU BACINO PADANO-ADRIATICO DA MODELLO NINFA (ARPA-ER). 2-254
FIGURA 2-167: SCHEMA CONCETTUALE DI CONTRIBUTI ALLA CONCENTRAZIONE DI PM_{10} IN DIVERSI PUNTI DI MONITORAGGIO. 2-255
FIGURA 2-168: SETTIMANA TIPO DI CONCENTRAZIONE DI PM_{10} CALCOLATA A E B.GO MILANO E CASON NEL 2009. 2-255
FIGURA 2-169: ANDAMENTO DELL'ALTEZZA DI MESCOLAMENTO H_{MIX}, DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA DI PM_{10} E DELLA CONCENTRAZIONE ORARIA DI NO_2 MISURATE NELLA STAZIONE DI VERONA CASON NEL PERIODO COMPRESO TRA IL 18.01.2008 E IL 07.02.2008. 2-257
FIGURA 2-170: ANDAMENTO DELL'ALTEZZA DI MESCOLAMENTO H_{MIX}, DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA DI PM_{10} E DELLA CONCENTRAZIONE ORARIA DI NO_2 MISURATE NELLA STAZIONE DI VERONA CASON NEL PERIODO COMPRESO TRA IL 08.02.2008 E IL 28.02.2008. 2-258
FIGURA 2-171: MORTALITÀ TOTALE PER GRUPPI DI CAUSE – PROVINCIA DI VERONA – ANNO 2006. 2-269
FIGURA 2-172: MORTALITÀ TOTALE PER GRUPPI DI CAUSE. FREQUENZA RELATIVA ULSS 20 ANNO 2007. 2-270
FIGURA 3-1: RISPARMIO PERCENTUALE NELLE EMISSIONI DI NO_x PER CIASCUNO SCENARIO ANALIZZATO RISPETTO ALLO SCENARIO 0 (NESSUN BLOCCO). 3-16
FIGURA 3-2: RISPARMIO PERCENTUALE NELLE EMISSIONI DI PM_{10} PER CIASCUNO SCENARIO ANALIZZATO RISPETTO ALLO SCENARIO 0 (NESSUN BLOCCO). 3-17
FIGURA 3-3: RISPARMIO PERCENTUALI NELLE EMISSIONI DI C_6H_6 PER CIASCUNO SCENARIO ANALIZZATO RISPETTO ALLO SCENARIO 0 (NESSUN BLOCCO). 3-17
FIGURA 3-4: PARCO DEI MEZZI PUBBLICI ATV: CARATTERISTICHE DEI MEZZI. 3-18
FIGURA 3-5: PERCENTUALI DI RIDUZIONE NELLE EMISSIONI DOVUTE AI SOLI MEZZI PUBBLICI DI PM_{10} E NO_x PER I QUATTRO SCENARI ANALIZZATI, NELLE TRATTE URBANE (SINISTRA) E EXTRAURBANE (DESTRA). 3-21
FIGURA 3-6: PERCENTUALI DI RIDUZIONE NELLE EMISSIONI DELLE PRINCIPALI SOSTANZE INQUINANTI PRODOTTE PER IL RISCALDAMENTO DI ABITAZIONE APPARTENENTI ALLE 7 CLASSI PROPOSTE DAL DISTRETTO DI TREVISO, NELL'IPOTESI CHE SIANO ALIMENTATE A GASOLIO E A METANO. 3-25
FIGURA 3-7: INDICI DI QUALITÀ DELL'ARIA RELATIVI AL PM_{10}, AL BIOSSIDO DI AZOTO (NO_2) E ALL'OZONO (O_3). 3-68
FIGURA 3-8: CORRELAZIONE TRA VALORI MEDI GIORNALIERI DI NO_2 E PM_{10}. 3-69
FIGURA 3-9: INDICI DI QUALITÀ DELL'ARIA RELATIVI AL PM_{10}, AL BIOSSIDO DI AZOTO (NO_2) SECONDO IL VALORE MEDIO GIORNALIERO E ALL'OZONO (O_3). 3-70
FIGURA 3-10: INDICE SINTETICO DI QUALITÀ DELL'ARIA PER L'ANNO 2008. 3-71
FIGURA 4-1: STRUTTURA CHIMICA DEL LEVOGLUCOSANO (1,6-ANHYDRO-β-D-GLUCOPYRANOSE). 4-28

FIGURA 4-2: CORRELAZIONE FRA CONCENTRAZIONI DI PM_{10} E LEVOGLUCOSANO RILEVATE NELLA ZONA URBANA DI UNA CITTÀ ALPINA. 4-30
FIGURA 4-3: CORRELAZIONE FRA CONCENTRAZIONI DI PM_{10} E LEVOGLUCOSANO RILEVATE IN ZONA MONTANA ALPINA. 4-30
FIGURA 4-4: CORRELAZIONE FRA CONCENTRAZIONI DI PM_{10} E LEVOGLUCOSANO. 4-30
FIGURA 4-5: CONCENTRAZIONI DI LEVOGLUCOSANO MISURATE NELLA ZONA URBANA DI UNA CITTÀ ALPINA. .. 4-31
FIGURA 4-6: RAPPORTO FRA LEVOGLUCOSANO E PM_{10} MISURATO NELLA ZONA URBANA DI UNA CITTÀ ALPINA. 4-31
FIGURA 4-7: STIMA PRELIMINARE DELLE EMISSIONI DI OSSIDI DI AZOTO DALL'IMPIANTO DI TERMOVALORIZZAZIONE DI CA' DEL BUE NEI CASI IN CUI QUESTO NON DISPONESSE DI UN TRATTAMENTO DI RIDUZIONE DI NO_x, CON SISTEMA SNCR E CON SCR (PATERNOSTER L., 2010). 4-33
FIGURA 4-8: CONFRONTO FRA LE EMISSIONI DELL'IMPIANTO A BIOMASSA LEGNOSA DI OSPITALE DI CADORE CON QUELLE DI UN INCENERITORE CON SISTEMA SCR E CAPACITÀ DI 196605 T/ANNO. 4-35
FIGURA 4-9: CONFRONTO FRA LE EMISSIONI DI UN IMPIANTO A BIOGAS DI 1 MWE CON QUELLE DI UN INCENERITORE CON SISTEMA SCR E CAPACITÀ DI 196605 T/ANNO. 4-36
FIGURA 4-10: CONCENTRAZIONE DI PARTICOLATO TOTALE TSP IN FUNZIONE DELLA DISTANZA DALLA STRADA. LE DIVERSE LINEE RAPPRESENTANO DIVERSE CONFIGURAZIONI DI SPECIE VEGETATIVE DIVERSE (YIN SHAN ET AL., 2007). 4-40
FIGURA 4-11: EFFICIENZE DI RIMOZIONE IN FUNZIONE DELLE DIVERSE CONFIGURAZIONI DI SPECIE (L1 –L6) E IN FUNZIONE DELLE DIVERSE STAGIONI (YIN SHAN ET AL., 2007). 4-41
FIGURA 4-12: GRAFICO DI SIMULAZIONE DELLE DIVERSE ZONE DI PRESSIONE DERIVANTI DAL TRANSITO DEI VEICOLI: IL CASO DEL MURO (SHARL ET AL., 2009) (SHARL & ISER, 2009). 4-43
FIGURA 4-13: GRAFICO DI SIMULAZIONE DELLE DIVERSE ZONE DI PRESSIONE DERIVANTI DAL TRANSITO DEI VEICOLI: IL CASO DEL TUNNEL (SHARL ET AL., 2009). 4-43
FIGURA 4-14: FOTO DELL'APPARECCHIATURA DI PROVA PER I TEST CONDOTTI SUI FILTRI: NEL TUBO VIENE FATTA TRANSITARE ARIA ESAUSTA CHE ATTRAVERSA IL FILTRO DA TESTARE (POSTO NELLA PARTE CENTRALE DELL'APPARECCHIATURA) (RODLER & HENN, 2009). 4-44
FIGURA 4-15: RISULTATI DI UNA PROVA CONDOTTA IN LABORATORIO (SI VEDA FIGURA PRECEDENTE) PER DETERMINARE LE EFFICIENZE DI RIMOZIONE DI UNO DEI FILTRI DA TESTARE (RODLER & HENN, 2009). ... 4-45
FIGURA 4-16: LOCALIZZAZIONE DEI TRE SITI SPERIMENTALI CON RIFERIMENTO ALLA CITTÀ DI KLAGENFURT (HADOLT H., 2009). 4-46
FIGURA 4-17: FOTO DEL MURO CON FILTRI SPAS A VIKTRING (HADOLT H., 2009). 4-47
FIGURA 4-18: FOTO DEL MURO CON FILTRI SPAS A WÖLFNITZ (HADOLT H., 2009). 4-48
FIGURA 4-19: FOTO DEL SOTTOPASSO LENDORF CON FILTRI SPAS (HADOLT H., 2009). 4-49
FIGURA 4-20: RISULTATI DI MISURE DI CONCENTRAZIONE DAVANTI E DIETRO AI FILTRI PER IL SITO DI VIKTING: SI NOTA UNA MEDIA DI 44 MG/M3 NEL CASO SENZA BARRIERE SPAS E UNA DIMINUZIONE DELLE CONCENTRAZIONI DI PM_{10} DIETRO LE BARRIERE DEL 15-20% (RODLER & HENN, 2009). 4-50
FIGURA 4-21: FOTO DI ALCUNI PUNTI DI MISURA PER LE PROVE ACUSTICHE SU CAMPO (HADOLT H., 2009). 4-51
FIGURA 4-22: SCHEMA DI FUNZIONAMENTO DEL RIVESTIMENTO FOTOCATALITICO (GLOBAL ENGINEERING AND TRADE, 2004). 4-52
FIGURA 4-23: VIA MORANDI, SEGRATE (MI). 4-55
FIGURA 4-24: PIAZZALE DELLA CEMENTERIA DI CALUSCO (BG). 4-55
FIGURA 4-25: FOTO DI VIA BORGO PALAZZO SOGGETTA A SPERIMENTAZIONE (WWW.ITALCEMENTI.IT). 4-57
FIGURA 4-26: SCHEMA DELLA SPERIMENTAZIONE (ITALCEMENTI, 2009). 4-57
FIGURA 4-27: SISTEMA DI SPAZZAMENTO E LAVAGGIO STRADALE IMPLEMENTATO IN GIAPPONE E TESTATO DA UN GRUPPO DI RICERCATORI (CHANG T-M. ET AL., 2005). 4-62

FIGURA 4-28: CONFIGURAZIONE DI SPAZZAMENTO E LAVAGGIO DELLA STRADA SOGGETTA A SPERIMENTAZIONE IN GIAPPONE (CHANG T-M. ET AL., 2005). 4-63
FIGURA 4-29: ANDAMENTO DELLE CONCENTRAZIONI DI PM_{10} RILEVATE DURANTE LO SPAZZAMENTO E LAVAGGIO (GRAFICO SOPRA) CON CONFRONTO DELLE CONCENTRAZIONI NELLE ZONE ADIACENTI NON SOGGETTE A TRATTAMENTO (PARTE SOTTOSTANTE DEL GRAFICO). LE CONDIZIONI DI PROVA SI RIFERISCONO A UN VOLUME DI TRAFFICO MEDIO DI 68 PCU/MIN E INTENSITÀ MEDIA DEL VENTO DI 0.7 M/S (CHOU, C-M. ET AL., 2007). 4-64
FIGURA 4-30: CORRELAZIONE SPERIMENTALE FRA EFFICIENZA DI RACCOLTA DELLA FRAZIONE SABBIOSA PER MEZZO DEL SISTEMA RAVS (HS) E L'EFFICIENZA DI RIDUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE DI PM_{10} IN ARIA AMBIENTE (HR). LE CONDIZIONI DI PROVA SI RIFERISCONO A UN VOLUME DI TRAFFICO COMPRESO FRA 15 E 156 PCU/MIN, INTENSITÀ DEL VENTO TRA 0.1 E 3.2 M/S E CARICO DI SABBIA COMPRESO FRA 0.63 E 8.0 G/M2. (CHOU, C-M. ET AL., 2007) 4-65
FIGURA 4-31: CONFIGURAZIONE DI SPAZZAMENTO E LAVAGGIO DELLA STRADA SOGGETTA A SPERIMENTAZIONE IN SPAGNA (AMATO ET AL., 2009B). 4-66
FIGURA 4-32: MEZZI DI SPAZZAMENTO (A SINISTRA) E LAVAGGIO DELLA STRADA (DESTRA) SOGGETTA A SPERIMENTAZIONE IN SPAGNA (AMATO ET AL., 2009B). 4-66
FIGURA 4-33: SISTEMA DI VENTILAZIONE NATURALE (EL-FADEL AND HASHISHO, 2001). 4-69
FIGURA 4-34: SISTEMA DI VENTILAZIONE LONGITUDINALE: A) TIPOLOGIA A ESPULSIONE MEDIANTE POZZO CENTRALE, B) TIPOLOGIA A ESPLUSIONE ED IMMISSIONE ATTRAVERSO POZZI VERTICALI, C) TIPOLOGIA AD IMMISSIONE CON BOCCAGLIO, D) TIPOLOGIA ASSIALE (EL-FADEL AND HASHISHO, 2001). 4-69
FIGURA 4-35: SISTEMI DI VENTILAZIONE: A) SEMI-TRASVERSALE, B) COMPLETAMENTE TRASVERSALE, C) COMBINATO SEMI-PIENAMENTE TRASVERSALE (MÜLLER AND STELTMANN, 2005). 4-70
FIGURA 4-36: CONCENTRAZIONI RILEVATE ALL'INTERNO DI UN TUNNEL SOGGETTO A TRANSITI DI AUTOBUS A DIVERSA ALIMENTAZIONE: CONFRONTO CON LE MISURE DIRETTE (IN BIANCO) CON I RISULTATI DELLA SIMULAZIONE (GRIGIO) (ZANINI ET AL., 2006). 4-72
FIGURA 4-37: CONCENTRAZIONI DI CO ED NO2 RILEVATE ALL'INTERNO DI UN TUNNEL OGGETTO DI UNA SPERIMENTAZIONE AD HONG KONG: IN BLU LA REGRESSIONE LINEARE DEI TRE PUNTI DI CAMPIONAMENTO FISSI ALL'INTERNO DEL TUNNEL (RECETTORE 1, 2 E 3), IN VERDE PUNTINATO IL VALORE STIMATO MEDIANTE APPOSITO MODELLO PREVISIONALE, IN ROSSO LE MISURE SU CAMPO ATTRAVERSO LA METODOLOGIA "CAR CHASING" (MAK AND HUNG, 2008) (1 PPM NO_2 = 1880 $\mu G/M^3$; 1 PPM CO = 1165MG/M^3). 4-73
FIGURA 4-38: CONCENTRAZIONI DI NO, NO_2 E CO RILEVATE ALL'INGRESSO E ALL'USCITA DI UN TUNNEL (CHANG AND CHUNG, 2003). 4-74
FIGURA 4-39: ZONA DELL'INTERVENTO TUNNEL (ITALCEMENTI, 2009). 4-75
FIGURA 4-40: FOTO DEL TUNNEL "UMBERTO I" A ROMA, SOGGETTO AD INTERVENTO (WWW.ITALCEMENTI.IT). 4-77
FIGURA 4-41: GRAFICO DEI RISULTATI DELLA CAMPAGNA SUL TUNNEL "UMBERTO I" A ROMA (ITALCEMENTI, 2009). 4-78
FIGURA 4-42: COSTO PER GRAMMO DI PM_{10} RIMOSSO CON LE DUE SOLUZIONI: ELETTROFILTRO E FILTRO ANTIPARTICOLATO. 4-87
FIGURA 4-43: CONFRONTO FINALE TRA IPOTETICHE OPZIONI DI PROVVEDIMENTI PER LA RIDUZIONE DEL PARTICOLATO PM_{10}, A DISPOSIZIONE DEL CITTADINO. 4-88
FIGURA 4-44: DINAMICA DEL PARTICOLATO DURANTE LA NOTTE (CASO DI STUDIO). 4-90
FIGURA 4-45: DINAMICA DEL PARTICOLATO DURANTE LA PREPARAZIONE DELLA COLAZIONE (CASO DI STUDIO). . 4-91
FIGURA 4-46: DINAMICA DEL PARTICOLATO DURANTE LA PREPARAZIONE DEL PRANZO (CASO DI STUDIO). 4-91
FIGURA 4-47: DINAMICA DEL PARTICOLATO DURANTE LA PREPARAZIONE DELLA CENA (CASO DI STUDIO). 4-92
FIGURA 4-48: DINAMICA DEL PARTICOLATO DURANTE IL PERIODO DOPO CENA (CASO DI STUDIO). 4-92

FIGURA 4-49: DINAMICA DEL PARTICOLATO DURANTE IL PERIODO DI LAVORO IN UFFICIO (MATTINA). 4-93
FIGURA 4-50: DINAMICA DEL PARTICOLATO DURANTE IL PERIODO DI LAVORO IN UFFICIO (POMERIGGIO). 4-93
FIGURA 4-51: PERCENTUALI DI ESPOSIZIONE. 4-94
FIGURA 5-1: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI BUSSOLENGO. 5-10
FIGURA 5-2: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI BUTTAPIETRA. 5-14
FIGURA 5-3: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI CASTEL D'AZZANO. 5-18
FIGURA 5-4: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI CASTELNUOVO DEL GARDA. 5-22
FIGURA 5-5: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI GREZZANA. 5-26
FIGURA 5-6: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI LAVAGNO. 5-30
FIGURA 5-7: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI NEGRAR. 5-34
FIGURA 5-8: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI PESCANTINA. 5-38
FIGURA 5-9: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI SAN GIOVANNI LUPATOTO. 5-42
FIGURA 5-10: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI SAN MARTINO BUON ALBERGO. 5-46
FIGURA 5-11: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI SAN PIETRO IN CARIANO. 5-50
FIGURA 5-12: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI SANT'AMBROGIO DI VALPOLICELLA. 5-54
FIGURA 5-13: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI SOMMACAMPAGNA. 5-58
FIGURA 5-14: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI SONA. 5-62
FIGURA 5-15: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI VALEGGIO SUL MINCIO. 5-66
FIGURA 5-16: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI VERONA. 5-70
FIGURA 5-17: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI VILLAFRANCA DI VERONA. 5-74
FIGURA 5-18: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI ZEVIO. 5-78

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1-1: LIMITI DI LEGGE RELATIVI ALL'ESPOSIZIONE ACUTA. 1-8
TABELLA 1-2: LIMITI DI LEGGE RELATIVI ALL'ESPOSIZIONE CRONICA. 1-8
TABELLA 1-3: LIMITI DI LEGGE PER LA PROTEZIONE DEGLI ECOSISTEMI. 1-9
TABELLA 2-1: ELENCO DELLE STAZIONI METEOROLOGICHE DELLA RETE DI TELERILEVAMENTO GESTITA DA ARPAV – CMT UTILIZZATA PER IL PRESENTE STUDIO. 2-24
TABELLA 2-2: ELENCO DELLE STAZIONI METEOROLOGICHE ARPAV PRESE IN ESAME, INTERVALLO TEMPORALE DI DATI ANALIZZATO E CARATTERISTICHE GEOGRAFICHE. 2-25
TABELLA 2-3: ELENCO DELLE STAZIONI METEOROLOGICHE ARPAV PRESE IN ESAME E DEI PARAMETRI ANALIZZATI PER CIASCUNA STAZIONE. 2-25
TABELLA 2-4: ELENCO DELLE STAZIONI DI QUALITÀ DELL'ARIA ARPAV DI CUI SONO STATI ANALIZZATI I DATI METEOROLOGICI. 2-26
TABELLA 2-5: DETERMINAZIONE DELLA CLASSE DI STABILITÀ DI PASQUILL NELLE ORE DIURNE. 2-28
TABELLA 2-6: DETERMINAZIONE DELLA CLASSE DI STABILITÀ DI PASQUILL NELLE ORE NOTTURNE. 2-28
TABELLA 2-7: DETERMINAZIONE DELLA CLASSE DI STABILITÀ DI PASQUILL NELLE ORE NOTTURNE: SCHEMA BASATO SULLE CAMPAGNE DI MISURA DEL PROGETTO ALPNAP. 2-28
TABELLA 2-8: PERCENTUALE DI DATI VALIDI PER CIASCUN PARAMETRO METEOROLOGICO, RELATIVO AL QUINQUENNIO 2004-2008, NELLE STAZIONI ESAMINATE. 2-29
TABELLA 2-9: VALORI MEDI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI MISURATI NELLA STAZIONE DI BARDOLINO. 2-32
TABELLA 2-10: VALORI MEDI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI MISURATI NELLA STAZIONE DI BOSCO CHIESANUOVA. 2-34
TABELLA 2-11: VALORI MEDI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI MISURATI NELLA STAZIONE DI BUTTAPIETRA. 2-37
TABELLA 2-12: VALORI MEDI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI MISURATI NELLA STAZIONE DI CASTELNUOVO DEL GARDA. 2-39
TABELLA 2-13: VALORI MEDI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI MISURATI NELLA STAZIONE DI GREZZANA. 2-42
TABELLA 2-14: VALORI MEDI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI MISURATI NELLA STAZIONE DI ILLASI. 2-44
TABELLA 2-15: VALORI MEDI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI MISURATI NELLA STAZIONE DI MARANO DI VALPOLICELLA. 2-47
TABELLA 2-16: VALORI MEDI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI MISURATI NELLA STAZIONE DI SAN PIETRO IN CARIANO. 2-47
TABELLA 2-17: VALORI MEDI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI MISURATI NELLA STAZIONE DI VALEGGIO SUL MINCIO. 2-50
TABELLA 2-18: VALORI MEDI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI MISURATI NELLA STAZIONE DI VILLAFRANCA VERONESE. 2-52
TABELLA 2-19: VALORI MEDI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-CASON. 2-54
TABELLA 2-20: VALORI MEDI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-VIA DOMINUTTI. 2-57

TABELLA 2-21: ELENCO DELLE PERCENTUALI DI GIORNI DEL QUINQUENNIO 2004-2008 APPARTENENTI AI QUATTRO SCENARI METEOROLOGICI INDIVIDUATI PER TUTTE LE STAZIONI. 2-71
TABELLA 2-22: NUMERO DI IMPRESE REGISTRATE ALLA CAMERA DI COMMERCIO DI VERONA NEGLI ANNI 2007 E 2009, SUDDIVISE PER SETTORE. 2-86
TABELLA 2-23: IMPRESE DEL SETTORE MANIFATTURIERO REGISTRATE ALLA CAMERA DI COMMERCIO DI VERONA. 2-87
TABELLA 2-24: LUNGHEZZA TOTALE DELLE STRADE ESISTENTI E IN PROGETTO (KM) NEL TERRITORIO DEI 18 COMUNI ADERENTI AL PIANO. AREA TOTALE DEGLI INSEDIAMENTI PRODUTTIVI E DELLE AREE TURISTICHE ESISTENTI E IN PROGETTO (KM^2) NEL TERRITORIO DEI 18 COMUNI ADERENTI AL PIANO. 2-90
TABELLA 2-25: VARIAZIONE DELLA POPOLAZIONE TRA IL 2008 E IL 2009 NEI DIVERSI COMUNI (DATO ISTAT).... 2-93
TABELLA 2-26: FATTORI DI EMISSIONE MEDI DA TRAFFICO IN LOMBARDIA NEL 2005 PER TIPO DI VEICOLO E TIPO STRADA - DATI FINALI (PARTE I). 2-99
TABELLA 2-27: FATTORI DI EMISSIONE MEDI DA TRAFFICO IN LOMBARDIA NEL 2005 PER TIPO DI VEICOLO E TIPO STRADA - DATI FINALI (PARTE II)..... 2-100
TABELLA 2-28: EMISSIONI TOTALI ANNUE DA TRAFFICO LINEARE SUL TERRITORIO DI CIASCUN COMUNE - PARTE I. 2-103
TABELLA 2-29: EMISSIONI TOTALI ANNUE DA TRAFFICO LINEARE SUL TERRITORIO DI CIASCUN COMUNE - PARTE II. 2-104
TABELLA 2-30: ESTENSIONE DELLA RETE EXTRAURBANA E AUTOSTRADALE NEI COMUNI IN OGGETTO. 2-106
TABELLA 2-31: CHILOMETRI PERCORSI LUNGO STRADE EXTRAURBANE E AUTOSTRADE NELL'AREA IN ESAME.2-107
TABELLA 2-32: NUMERO DI IMPRESE PER CIASCUN COMUNE DI CUI SI HANNO A DISPOSIZIONE DEI DATI DI EMISSIONE O PRODUZIONE. 2-111
TABELLA 2-33: EMISSIONI TOTALI ANNUE, ESPRESSE IN T/ANNO, DOVUTE ALLE SORGENTI PUNTUALI. 2-114
TABELLA 2-34: EMISSIONI TOTALI ANNUE DERIVANTI DALLA DISCARICA DI PESCANTINA. 2-117
TABELLA 2-35: IMPATTO DEI PRINCIPALI ATTRATTORI DI TRAFFICO CONSIDERATI. 2-119
TABELLA 2-36: DATI DEI MOVIMENTI AEREI ALL'AEROPORTO VALERIO CATULLO NELL'ANNO 2007 E RELATIVE EMISSIONI. 2-121
TABELLA 2-37: RIPARTIZIONE DELLE EMISSIONI DI CO E NO_x DOVUTE ALLA PRESENZA DELL'AEROPORTO. ... 2-122
TABELLA 2-38: STIME PER IL CONSUMO MEDIO DI GAS METANO PRO CAPITE. 2-124
TABELLA 2-39: FATTORI DI EMISSIONI UTILIZZATI DA INEMAR PER LE CALDAIE A METANO CON POTENZA INFERIORE AI 50 MW. 2-124
TABELLA 2-40: EMISSIONI TOTALI ANNUE DI BIOSSIDO DI ZOLFO (SO_2), BIOSSIDO DI AZOTO (NO_2), COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (COV) E METANO (CH_4), ESPRESSE IN T/ANNO E DOVUTE AGLI IMPIANTI CIVILI DI RISCALDAMENTO A METANO. 2-125
TABELLA 2-41: EMISSIONI TOTALI ANNUE DI MONOSSIDO DI CARBONIO (CO), ANIDRIDE CARBONICA (CO_2), PROTOSSIDO DI AZOTO (N_2O) E POLVERI TOTALI SOSPESE (PTS), ESPRESSE IN T/ANNO E DOVUTE AGLI IMPIANTI CIVILI DI RISCALDAMENTO A METANO. 2-125
TABELLA 2-42: FATTORI DI EMISSIONI UTILIZZATI DA INEMAR PER LE CALDAIE A GPL CON POTENZA INFERIORE AI 50 MW. 2-126
TABELLA 2-43: FATTORI DI EMISSIONI UTILIZZATI DA INEMAR PER LE CALDAIE A METANO CON POTENZA INFERIORE AI 50 MW. 2-126
TABELLA 2-44: EMISSIONI TOTALI ANNUE DI BIOSSIDO DI AZOTO (NO_2), COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (COV) E METANO (CH_4), ESPRESSE IN T/ANNO E DOVUTE AGLI IMPIANTI CIVILI DI RISCALDAMENTO A GPL. 2-127

TABELLA 2-45: EMISSIONI TOTALI ANNUE DI MONOSSIDO DI CARBONIO (CO), ANIDRIDE CARBONICA (CO_2), PROTOSSIDO DI AZOTO (N_2O) E POLVERI TOTALI SOSPESE (PTS), ESPRESSE IN T/ANNO E DOVUTE AGLI IMPIANTI CIVILI DI RISCALDAMENTO A GPL. 2-127
TABELLA 2-46: EMISSIONI TOTALI ANNUE DI BIOSSIDO DI ZOLFO (SO_2), BIOSSIDO DI AZOTO (NO_2), COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (COV) E METANO (CH_4), ESPRESSE IN T/ANNO E DOVUTE AGLI IMPIANTI CIVILI DI RISCALDAMENTO A GASOLIO. 2-128
TABELLA 2-47: EMISSIONI TOTALI ANNUE DI MONOSSIDO DI CARBONIO (CO), ANIDRIDE CARBONICA (CO_2), PROTOSSIDO DI AZOTO (N_2O) E POLVERI TOTALI SOSPESE (PTS), ESPRESSE IN T/ANNO E DOVUTE AGLI IMPIANTI CIVILI DI RISCALDAMENTO A GASOLIO. 2-129
TABELLA 2-48: EMISSIONI TOTALI ANNUE DI BIOSSIDO DI ZOLFO (SO_2), BIOSSIDO DI AZOTO (NO_2), COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (COV) E METANO (CH_4), ESPRESSE IN T/ANNO E DOVUTE MACROSETTORE DEL RISCALDAMENTO DOMESTICO. 2-129
TABELLA 2-49: EMISSIONI TOTALI ANNUE DI MONOSSIDO DI CARBONIO (CO), ANIDRIDE CARBONICA (CO_2), PROTOSSIDO DI AZOTO (N_2O) E POLVERI TOTALI SOSPESE (PTS), ESPRESSE IN T/ANNO E DOVUTE ALL'INTERO SETTORE DEL MACROSETTORE DEL RISCALDAMENTO DOMESTICO. 2-130
TABELLA 2-50: CONFRONTO DEI RISULTATI PER IL SETTORE DEL RISCALDAMENTO DOMESTICO CON I DATI DELL'INVENTARIO ISPRA DISAGGREGATO SU BASE COMUNALE. 2-131
TABELLA 2-51: FATTORI DI EMISSIONI UTILIZZATI DA INEMAR PER LE COLTIVAZIONI CON FERTILIZZANTI. .. 2-132
TABELLA 2-52: FATTORI DI EMISSIONI UTILIZZATI DA INEMAR PER LE COLTIVAZIONI SENZA FERTILIZZANTI. 2-132
TABELLA 2-53: EMISSIONI TOTALI ANNUE DI OSSIDI DI AZOTO (NO_x), PROTOSSIDO DI AZOTO (N_2O) E AMMONIACA (NH_3), ESPRESSE IN T/ANNO DOVUTE AL SETTORE DELL'AGRICOLTURA. 2-133
TABELLA 2-54: CONSISTENZA DEGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI – PARTE I. 2-134
TABELLA 2-55: CONSISTENZA DEGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI – PARTE II. 2-134
TABELLA 2-56: FATTORI DI EMISSIONE DI INEMAR PER GLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI. 2-135
TABELLA 2-57: EMISSIONE DI METANO (CH_4) DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO - PARTE I. 2-135
TABELLA 2-58: EMISSIONE DI METANO (CH_4) DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO - PARTE II. 2-136
TABELLA 2-59: EMISSIONE DI AMMONIACA (NH_3) DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO - PARTE I. 2-136
TABELLA 2-60: EMISSIONE DI AMMONIACA (NH_3) DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO - PARTE II. 2-137
TABELLA 2-61: EMISSIONE DI PROTOSSIDO DI AZOTO (N_2O) DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO - PARTE I. 2-138
TABELLA 2-62: EMISSIONE DI PROTOSSIDO DI AZOTO (N_2O) DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO - PARTE II. 2-138
TABELLA 2-63: EMISSIONE DI COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (COV) DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO. 2-139
TABELLA 2-64: EMISSIONE DI PM_{10} DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO – PARTE I. 2-139
TABELLA 2-65: EMISSIONE DI PM_{10} DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO – PARTE II. 2-140
TABELLA 2-66: EMISSIONE DI $PM_{2.5}$ DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO – PARTE I. 2-140
TABELLA 2-67: EMISSIONE DI $PM_{2.5}$ DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO – PARTE II. 2-141

TABELLA 2-68: EMISSIONE DI POLVERI TOTALI SOSPESE (PTS) DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO – PARTE I. 2-142
TABELLA 2-69: EMISSIONE DI POLVERI TOTALI SOSPESE (PTS) DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO – PARTE II. 2-142
TABELLA 2-70: EMISSIONE DERIVANTI DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER CIASCUN COMUNE, ESPRESSE IN T/ANNO. 2-143
TABELLA 2-71: EMISSIONE TOTALI ANNUE DERIVANTI DAL MACROSETTORE 10, ESPRESSE IN T/ANNO. 2-143
TABELLA 2-72: EMISSIONE TOTALI ANNUE DERIVANTI DAL MACROSETTORE 10, ESPRESSE IN T/ANNO: DATO DELL'INVENTARIO ISPRA DISAGGREGATO. 2-144
TABELLA 2-73: CLASSIFICAZIONE DEI MACROSETTORI SNAP E AGGREGAZIONE UTILIZZATA. 2-146
TABELLA 2-74: EMISSIONI DI SO_2, ESPRESSE IN T/ANNO, RIPARTITE NEI MACRO-COMPARTI INDIVIDUATI. 2-147
TABELLA 2-75: EMISSIONE PERCENTUALE DELLE EMISSIONI DI SO_2 NEI MACRO-COMPARTI INDIVIDUATI. 2-147
TABELLA 2-76: EMISSIONI DI NO_x, ESPRESSE IN T/ANNO, RIPARTITE NEI MACRO-COMPARTI INDIVIDUATI. 2-148
TABELLA 2-77: EMISSIONE PERCENTUALE DELLE EMISSIONI DI NO_x NEI MACRO-COMPARTI INDIVIDUATI. 2-148
TABELLA 2-78: EMISSIONI DI CO, ESPRESSE IN T/ANNO, RIPARTITE NEI MACRO-COMPARTI INDIVIDUATI. 2-149
TABELLA 2-79: EMISSIONE PERCENTUALE DELLE EMISSIONI DI CO NEI MACRO-COMPARTI INDIVIDUATI. 2-149
TABELLA 2-80: EMISSIONI DI CH_4, ESPRESSE IN T/ANNO, RIPARTITE NEI MACRO-COMPARTI INDIVIDUATI. 2-150
TABELLA 2-81: EMISSIONE PERCENTUALE DELLE EMISSIONI DI CH_4 NEI MACRO-COMPARTI INDIVIDUATI. 2-151
TABELLA 2-82: EMISSIONI DI NH_3, ESPRESSE IN T/ANNO, RIPARTITE NEI MACRO-COMPARTI INDIVIDUATI. 2-151
TABELLA 2-83: EMISSIONE PERCENTUALE DELLE EMISSIONI DI NH_3 NEI MACRO-COMPARTI INDIVIDUATI. 2-152
TABELLA 2-84: EMISSIONI DI PM_{10}, ESPRESSE IN T/ANNO, RIPARTITE NEI MACRO-COMPARTI INDIVIDUATI. 2-152
TABELLA 2-85: EMISSIONE PERCENTUALE DELLE EMISSIONI DI PM_{10} NEI MACRO-COMPARTI INDIVIDUATI. 2-153
TABELLA 2-86: EMISSIONI TOTALI AUTORIZZATE: IMPIANTO PRODUTTIVO MONDADORI PRINTING S.P.A. 2-164
TABELLA 2-87: FATTORI DI EMISSIONE UTILIZZATI NELLA SIMULAZIONE. 2-170
TABELLA 2-88: VALORE MEDIO ANNUO, MASSIMO E MINIMO ORARIO DI NO_x NEI PUNTI INDICATI IN FIGURA 2-106, IN CORRISPONDENZA DELL'INCROCIO PIÙ TRAFFICATO. 2-171
TABELLA 2-89: VALORE MEDIO ANNUO, MASSIMO E MINIMO GIORNALIERO DI PM_{10} NEI PUNTI INDICATI IN FIGURA 2-106 IN CORRISPONDENZA DELL'INCROCIO PIÙ TRAFFICATO. 2-172
TABELLA 2-90: DATI UTILIZZATI PER LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO A LIVELLO LOCALE, A SCALA INTERMEDIA E A GRANDE SCALA (HEIMANN D. ET AL., 2007). 2-177
TABELLA 2-91: DATI UTILIZZATI PER LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO A LIVELLO LOCALE, A SCALA INTERMEDIA E A GRANDE SCALA (HEIMANN D. ET AL., 2007). 2-178
TABELLA 2-92: ELENCO DELLE STAZIONI DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA ARPAV ANALIZZATE. .. 2-191
TABELLA 2-93: ELENCO DELLE STAZIONI DI QUALITÀ DELL'ARIA ARPAV PRESE IN ESAME E DEI PARAMETRI ANALIZZATI PER CIASCUNA STAZIONE. 2-192
TABELLA 2-94: PERCENTUALE DI DATI DI QUALITÀ DELL'ARIA VALIDI NEL QUINQUENNIO 2004-2008 (PARTE I). . 2-193
TABELLA 2-95: PERCENTUALE DI DATI DI QUALITÀ DELL'ARIA VALIDI NEL QUINQUENNIO 2004-2008 (PARTE II). 2-194
TABELLA 2-96: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI BOSCO CHIESANUOVA. 2-195
TABELLA 2-97: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI BOSCO CHIESANUOVA. 2-195
TABELLA 2-98: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI BOVOLONE. 2-195

TABELLA 2-99: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI BOVOLONE. 2-196
TABELLA 2-100: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI LEGNAGO. 2-196
TABELLA 2-101: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI LEGNAGO. 2-196
TABELLA 2-102: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI SAN BONIFACIO. 2-197
TABELLA 2-103: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI SAN BONIFACIO. 2-197
TABELLA 2-104: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI SAN MARTINO B.A. 2-197
TABELLA 2-105: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI SAN MARTINO B.A. 2-197
TABELLA 2-106: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VILLAFRANCA DI VERONA. 2-198
TABELLA 2-107: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VILLAFRANCA DI VERONA. 2-198
TABELLA 2-108: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-CASON. 2-198
TABELLA 2-109: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-CASON. 2-199
TABELLA 2-110: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-CORSO MILANO. 2-199
TABELLA 2-111: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-CORSO MILANO. 2-199
TABELLA 2-112: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-PIAZZA BERNARDI. 2-200
TABELLA 2-113: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-CORSO MILANO. 2-200
TABELLA 2-114: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-SAN GIACOMO. 2-200
TABELLA 2-115: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-SAN GIACOMO. 2-200
TABELLA 2-116: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-ZAI. 2-201
TABELLA 2-117: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-ZAI. 2-201
TABELLA 2-118: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-TORRICELLE. 2-201
TABELLA 2-119: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-TORRICELLE. 2-202
TABELLA 2-120: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI CA' DEL BUE. 2-202
TABELLA 2-121: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-TORRICELLE. 2-202

TABELLA 2-122 - VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI MATOZZE. 2-203
TABELLA 2-123: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI MATOZZE..... 2-203
TABELLA 2-124: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI SAN GIOVANNI LUPATOTO. 2-203
TABELLA 2-125: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI SAN GIOVANNI LUPATOTO. 2-204
TABELLA 2-126: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL BIOSSIDO DI ZOLFO PER L'ANNO 2004. 2-204
TABELLA 2-127: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL BIOSSIDO DI ZOLFO PER L'ANNO 2005. 2-205
TABELLA 2-128: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL BIOSSIDO DI ZOLFO PER L'ANNO 2006. 2-206
TABELLA 2-129: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL BIOSSIDO DI ZOLFO PER L'ANNO 2007. 2-206
TABELLA 2-130: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL BIOSSIDO DI ZOLFO PER L'ANNO 2008. 2-207
TABELLA 2-131: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL BIOSSIDO DI AZOTO PER L'ANNO 2004. 2-209
TABELLA 2-132: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL BIOSSIDO DI AZOTO PER L'ANNO 2005. 2-210
TABELLA 2-133: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL BIOSSIDO DI AZOTO PER L'ANNO 2006. 2-210
TABELLA 2-134: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL BIOSSIDO DI AZOTO PER L'ANNO 2007. 2-211
TABELLA 2-135: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL BIOSSIDO DI AZOTO PER L'ANNO 2008. 2-211
TABELLA 2-136: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL PM_{10} PER L'ANNO 2004. 2-213
TABELLA 2-137: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL PM_{10} PER L'ANNO 2005. 2-213
TABELLA 2-138: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL PM_{10} PER L'ANNO 2006. 2-214
TABELLA 2-139: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL PM_{10} PER L'ANNO 2007. 2-214
TABELLA 2-140: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL PM_{10} PER L'ANNO 2008. 2-214
TABELLA 2-141: EPISODI ACUTI SELEZIONATI. 2-225
TABELLA 2-142: VALORI MEDI ANNUI $PM_{2.5}$ – VERONA CASON. 2-229
TABELLA 2-143: VALORI LIMITE PER L'OZONO (DA D.LGS. 183/2004). 2-229
TABELLA 2-144: LIMITI DI SUPERAMENTO PER L'OZONO. 2-230
TABELLA 2-145: ELENCO DELLE CAMPAGNE DI MISURA EFFETTUATE CON MEZZI MOBILI NEL QUINQUENNIO 2004-2008 E VERIFICATESI IN CONCOMITANZA DI EPISODI ACUTI DI INQUINAMENTO. 2-231
TABELLA 2-146: MEDIA DELLE CONCENTRAZIONI DI NO_2 MISURATE NELLE CAMPAGNE MOBILI E NELLE CENTRALINE FISSE E PERCENTUALE DI DATI VALIDI. 2-233
TABELLA 2-147: MEDIA DELLE CONCENTRAZIONI DI PM_{10} MISURATE NELLE CAMPAGNE MOBILI E NELLE CENTRALINE FISSE E PERCENTUALE DI DATI VALIDI. 2-234
TABELLA 2-148: PERIODI ACUTI DI INQUINAMENTO DA PM_{10} DA FINE 2002 AD INIZIO 2010. 2-250
TABELLA 2-149: PERIODI ACUTI DI INQUINAMENTO DA PM_{10} DA FINE 2002 AD INIZIO 2010. 2-250

TABELLA 2-150: CORRELAZIONE TRA LE CONCENTRAZIONI MISURATE A BORGO MILANO (VR) E JUVARA, VERZIERE (MI)..... 2-252
TABELLA 3-1: COMPOSIZIONE PERCENTUALE DEL PARCO MACCHINE DELLA PROVINCIA DI VERONA DELL'ANNO 2008..... 3-10
TABELLA 3-2: FATTORI DI EMISSIONE MEDI DI NO_x [G/(KM VEICOLO)] PER CIASCUNA CATEGORIA DI VEICOLI (FONTE DEFRA). 3-10
TABELLA 3-3: FATTORI DI EMISSIONE MEDI DI PM_{10} [G/(KM VEICOLO)] PER CIASCUNA CATEGORIA DI VEICOLI (FONTE DEFRA). 3-10
TABELLA 3-4: FATTORI DI EMISSIONE MEDI DI BENZENE [G/(KM VEIC.)] PER CIASCUNA CATEGORIA DI VEICOLI (FONTE DEFRA). 3-10
TABELLA 3-5: DESCRIZIONE DEGLI SCENARI ANALIZZATI..... 3-11
TABELLA 3-6: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI NO_x DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 0. 3-11
TABELLA 3-7: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI NO_x DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 1. 3-12
TABELLA 3-8 CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI NO_x DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 2. 3-12
TABELLA 3-9: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI NO_x DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 3. 3-12
TABELLA 3-10: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI NO_x DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 4. 3-12
TABELLA 3-11: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI NO_x DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 5. 3-12
TABELLA 3-12: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI NO_x DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 6. 3-13
TABELLA 3-13: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI PM_{10} DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 0. 3-13
TABELLA 3-14: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI PM_{10} DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 1. 3-13
TABELLA 3-15: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI PM_{10} DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 2. 3-13
TABELLA 3-16: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI PM_{10} DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 3. 3-14
TABELLA 3-17: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI PM_{10} DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 4. 3-14
TABELLA 3-18: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI PM_{10} DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 5. 3-14
TABELLA 3-19: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI PM_{10} DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 6. 3-14
TABELLA 3-20: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI BENZENE DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 0. 3-14
TABELLA 3-21: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI BENZENE DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 1. 3-15
TABELLA 3-22: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI BENZENE DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 2. 3-15

TABELLA 3-23: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI BENZENE DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 3. 3-15
TABELLA 3-24: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI BENZENE DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 4. 3-15
TABELLA 3-25: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI BENZENE DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 5. 3-16
TABELLA 3-26: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI BENZENE DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 6. 3-16
TABELLA 3-27: CLASSI DI INQUINAMENTO DEGLI AUTOBUS UTILIZZATI DAL SERVIZIO PUBBLICO SU TRATTE URBANE E EXTRAURBANE. 3-18
TABELLA 3-28: TIPOLOGIA DI ALIMENTAZIONE DEGLI AUTOBUS UTILIZZATI DAL SERVIZIO PUBBLICO SU TRATTE URBANE ED EXTRAURBANE. 3-18
TABELLA 3-29: DATI ATV. 3-19
TABELLA 3-30: FATTORI DI EMISSIONI MEDI DI PM_{10} E NO_x PER CLASSE DI VEICOLO. 3-19
TABELLA 3-31: EMISSIONI SPECIFICHE PER KM PERCORSO E TOTALI ANNUE DI PM_{10} E NO_x DEGLI AUTOBUS URBANI. 3-20
TABELLA 3-32: EMISSIONI SPECIFICHE PER KM PERCORSO E TOTALI ANNUE DI PM_{10} E NO_x DEGLI AUTOBUS EXTRAURBANI. 3-20
TABELLA 3-33: DESCRIZIONE DEGLI SCENARI DI MIGLIORAMENTO DEL PARCO VEICOLI DELL'ATV. 3-20
TABELLA 3-34: EMISSIONI SPECIFICHE PER KM PERCORSO E TOTALI ANNUE DI PM_{10} E NO_x DEGLI AUTOBUS URBANI NEI DIVERSI SCENARI. 3-21
TABELLA 3-35: EMISSIONI SPECIFICHE PER KM PERCORSO E TOTALI ANNUE DI PM_{10} E NO_x DEGLI AUTOBUS EXTRAURBANI NEI DIVERSI SCENARI. 3-21
TABELLA 3-36: CALORE RICHIESTO, CONSUMO DI GASOLIO E METANO E COSTO AGGIUNTIVO DI COSTRUZIONE PER UN'ABITAZIONE CARATTERIZZATA DAI PUNTEGGI ENERGETICI PREVISTI DAL DISTRETTO DELLA BIOEDILIZIA DI TREVISO. 3-25
TABELLA 3-37: TEMPERATURE MEDIE AUTUNNALI E INVERNALI NELLE STAZIONI METEOROLOGICHE. 3-26
TABELLA 3-38: RISPARMIO ENERGETICO DOVUTO ALL'ABBASSAMENTO DELLA TEMPERATURA INTERNA DEGLI EDIFICI. 3-26
TABELLA 3-39: ELENCO DELLE AZIONI A BREVE TERMINE E INDICATORE DA UTILIZZARE PER VALUTARNE L'EFFICACIA. 3-27
TABELLA 3-40: PRINCIPALI NUOVI ATTRATTORI DI TRAFFICO. 3-59
TABELLA 3-41: PRINCIPALI NUOVE INFRASTRUTTURE. 3-60
TABELLA 3-42: PRINCIPALI FONTI ESAMINATE PER ANALIZZARE LE PROSPETTIVE DI SVILUPPO DEL TERRITORIO... 3-60
TABELLA 3-43: RIDUZIONE DELLE EMISSIONI ASSOCIATE AI DUE SCENARI IDENTIFICATI NELL'AMBITO DEL PROGETTO CAFE CLE2010 E CLE2020 (DA INDIVIDUAZIONE DEGLI OBIETTIVI MINIMI DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI REGIONALI PER IL RISPETTO DEI LIMITI DI QUALITÀ DELL'ARIA PER GLI INQUINANTI OZONO, BIOSSIDO DI AZOTO, PM_{10} DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2007). 3-62
TABELLA 3-44: VALORI LIMITE PER GLI INDICI GIORNALIERI DEGLI INQUINANTI SELEZIONATI. 3-67
TABELLA 3-45: CLASSI EQUISPAZIATE PER LA DEFINIZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA. 3-68
TABELLA 4-1: DATI DI LETTERATURA RELATIVI A MISURE DI LEVOGLUCOSANO IN ARIA AMBIENTE. 4-29
TABELLA 4-2: LIMITI DI CONCENTRAZIONE MEDIE GIORNALIERE E ANNUALI PER NOX PER IMPIANTI REALIZZATI RECENTEMENTE O IN PROGETTO (AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI FORLÌ-CESENA, 2004), (PROVINCIA DI FERRARA, 2007), (PROVINCIA DI FERRARA, 2008), (INNOCENTI M. C., 2008-2009). 4-34

TABELLA 4-3: CLASSI DI SPECIE SOGGETTE A STUDIO CORRISPONDENTI ALLE EFFICIENZE INDICATE NELLA FIGURA 4-10 (YIN SHAN ET AL., 2007)..... 4-40
TABELLA 4-4: CARATTERISTICHE DELLE BARRIERE SPAS IMPLEMENTATE IN SITO (HADOLT H., 2009). 4-49
TABELLA 4-5: COSTO SPECIFICO DELLE APPLICAZIONI DI SISTEMI FOTO CATALITICI AL M^2, CON RIFERIMENTO ALLE APPLICAZIONI VERTICALI ED ORIZZONTALI (ITALCEMENTI, 2009)..... 4-56
TABELLA 4-6: CONCENTRAZIONE MEDIA DI NO_x REGISTRATA PER 5 GIORNI CON CENTRALINE POSTE A DIVERSE ALTEZZE DAL SUOLO. (ITALCEMENTI, 2009 MOD.) 4-58
TABELLA 4-7: TEMPO MEDIO DI ESPOSIZIONE AD UNA CERTA CONCENTRAZIONE DI MONOSSIDO DI CARBONIO (CO), NEI TUNNELS (1 PPM CO = 1.165 MG/M^3) (EL-FADEL AND HASHISHO, 2001)..... 4-68
TABELLA 4-8: CLASSIFICAZIONE DEI TUNNEL E TIPOLOGIA DI VENTILAZIONE IN FUNZIONE DELLA LUNGHEZZA (EL-FADEL AND HASHISHO, 2001)..... 4-68
TABELLA 4-9: SOMMARIO DI ALCUNE MISURE DI CONTROLLO DEI LIVELLI DI INQUINANTE ALL'INTERNO DI TUNNEL (EL-FADEL AND HASHISHO, 2001)..... 4-74
TABELLA 4-10: VALORE LIMITE PER QUANTO RIGUARDA LA CONCENTRAZIONE DI PM IN AMBIENTE INDOOR. .. 4-89
TABELLA 4-11: CONCENTRAZIONI MEDIE (µG/M^3) PER IL PERIODO DI RIFERIMENTO OGGETTO DI STUDIO..... 4-94
TABELLA 5-1: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI BUSSOLENGO..... 5-9
TABELLA 5-2: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI BUSSOLENGO. 5-11
TABELLA 5-3: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI BUTTAPIETRA. 5-13
TABELLA 5-4: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI BUTTAPIETRA..... 5-15
TABELLA 5-5: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI CASTEL D'AZZANO. 5-17
TABELLA 5-6: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI CASTEL D'AZZANO..... 5-19
TABELLA 5-7: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI CASTELNUOVO DEL GARDA..... 5-21
TABELLA 5-8: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI CASTELNUOVO DEL GARDA. 5-23
TABELLA 5-9: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI GREZZANA..... 5-25
TABELLA 5-10: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI GREZZANA. 5-27
TABELLA 5-11: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI LAVAGNO. 5-29
TABELLA 5-12: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI LAVAGNO..... 5-31
TABELLA 5-13: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI NEGRAR..... 5-33
TABELLA 5-14: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI NEGRAR. 5-35
TABELLA 5-15: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI PESCANTINA. 5-37
TABELLA 5-16: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI PESCANTINA..... 5-39
TABELLA 5-17: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI SAN GIOVANNI LUPATOTO. 5-41
TABELLA 5-18: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI SAN GIOVANNI LUPATOTO..... 5-43
TABELLA 5-19: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI SAN MARTINO BUON ALBERGO..... 5-45
TABELLA 5-20: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI SAN MARTINO BUON ALBERGO. 5-47

TABELLA 5-21: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI SAN PIETRO IN CARIANO. 5-49
TABELLA 5-22: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI SAN PIETRO IN CARIANO. 5-51
TABELLA 5-23 - EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI SANT'AMBROGIO DI VALPOLICELLA. 5-53
TABELLA 5-24: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI SANT'AMBROGIO DI VALPOLICELLA. 5-55
TABELLA 5-25: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI SOMMACAMPAGNA. 5-57
TABELLA 5-26: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI SOMMACAMPAGNA. 5-59
TABELLA 5-27: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI SONA. 5-61
TABELLA 5-28: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI SONA. 5-63
TABELLA 5-29: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI VALEGGIO SUL MINCIO. 5-65
TABELLA 5-30: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI VALEGGIO SUL MINCIO. 5-67
TABELLA 5-31: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI VERONA. 5-69
TABELLA 5-32: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI VERONA. 5-71
TABELLA 5-33: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI VILLAFRANCA DI VERONA. 5-73
TABELLA 5-34: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI VILLAFRANCA DI VERONA. 5-75
TABELLA 5-35: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI ZEVIO. 5-77
TABELLA 5-36: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI ZEVIO. 5-79

ELENCO DELLE ABBREVIAZIONI

A.N.P.A.	Agenzia nazionale per la Protezione del'Ambiente
ACI	Automobile Club d'Italia
AGSM	Azienda Generale Servizi Municipalizzati
AIA	Autorizzazione Integrata Ambientale
AICC	Associazione Italiana Comuni Ciclabili
ALPNAP	Progetto europeo di monitoraggio e minimizzazione dell'inquinamento acustico ed atmosferico causato dal traffico veicolare lungo le principali vie di comunicazione alpine
AMEP	Enviromental Monitoring Europaen Program
ANCMA	Associazione Nazionale Ciclo – Motociclo Accessori
APAT	Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici
APHEA	Progetto europeo "Air Pollution and Health"
ARPA - E. R.	Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente - Emilia Romagna
ARPA Lombardia	Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente - Lombardia
ARPAV	Agenzia Regionale la Protezione dell'Ambiente -Veneto
ASHRAE	American Society Of Heating, Refrigerating and Air-Conditionig
ASIA (archivio)	Archivio Statico delle Imprese Attive
ASL	Azienda Sanitaria Locale
ATV	Azienda Trasporti Verona
BPCO	Broncopneumopatia Cronica ostruttiva
BREF	Best available techniques REference
BURV	Bollettino Ufficiale della Regione Veneto
C_6H_6	benzene
CAFE	Clean Air For Europe
CCIAA	Camera di Commercio per l'Industria, l'Artigianato e l'Agricoltura
CH_4	metano
CMB	Chemical Mass models
CMCC	Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici
CMT – ARPAV	Centro Meteorologico di Teolo
CNR	Centro Nazionale Ricerche
CO	monossido di carbonio
CO_2	anidride carbonica
COPERT	Computer Programme to calculate Emissions from Road Transport
CORINAIR	COordination Information AIR
COV	Composti organici volatili

Cr	cromo
$Cr^{(VI)}$	cromo esavalente
D. Lgs.	decreto legislativo
D. M.	decreto ministeriale
D. P. R.	Decreto del Presidente della Repubblica
DAP – ARPAV	Dipartimento Provinciale ARPAV
DEFRA	Department for Enviromental, Food and Rural Affairs
DICA	Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università Degli Studi di Trento
DOCUP	Documento Unico di Programmazione
D. P. C. M.	Decreto della Presidenza del Consiglio dei Ministri
EEA	European Enviroment Agency
EMEP	Co-operative programme for monitoring and evalutation of the long range transmission of air Pollutants in Europe
EPIC	European Prospective Investigation on cancer and Nutrition
FESR	Fondo Europeo per lo Sviluppo Regionale
GDAS	Global Data Assimilation System
GIS	Geographic Information System
GPL	Gas di Petrolio Liquefatto
HATPRO	Humidity And Temperature Profiler
HDV	Heavy Duty Vehicle
Hg	mercurio
$Hg^{(VI)}$	mercurio esavalente
IATA	International Air Transport Association
ICAO	Organizzazione Internazionale dell'Aviazione Civile
IIASA	Intrnational Institute for Applied Systems Analysis
INEMAR	INventario EMissioni Aria
IPA	Idrocarburi Policiclici Aromatici
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control
ISC (modello)	Industrial Source Complex
ISPRA	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
ISTAT	Istituto nazionale di Statistica
ITC	Istituto per le Tecnologie della Costruzione
LAMI	Limited Area Model Italy
LDV	Light Duty Vehicle
LTO	Landing/Take Off
MONITRAF	Monitoring of Road-Traffic Related effects and Common Measures
N_2O	protossido di azoto
NH_3	ammoniaca

NINFA	Network del'Italia del Nord per le previsioni di smog Fotochimico e Aerosol
NIR	National Inventary Report
NMMAPS	National Morbidity, Mortality and Air Pollution Study
NMVOC	composti organici volatili non metanici
NO_2	biossido di azoto
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Adminitration
NO_x	ossidi di azoto
O_2	ossigeno
O_3	ozono
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OMS	Organizzazione Mondiale della sanità
ORAR	Osservatorio Regionale Aria – Regione Veneto
PAN	Perossiacetil nitrato
PAQE	Piano d'Area Quadrante Europa
PAT	Piano di Assetto del Territorio
PBN	Perossibenzoil nitrato
PCU	private car unit
PGTU	Piano Generale del Traffico Urbano
PI	Piani degli Interventi
PICADA (progetto)	Photocatalytic Innovative Covering Application for De-pollution Assessment
PM_1	particolato atmosferico con dimensione inferiore a 1 µm
$PM_{2.5}$	particolato atmosferico con dimensione inferiore a 2.5 µm
PM_{10}	particolato atmosferico con dimensione inferiore a 10 µm
PQA	Piano di Qualità dell'Aria
PRG	Piano Regolatore Generale
PRTRA	Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera
PTCP	Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale
PTRC	Piano Territoriale Regionale di Coordinameto
PTS	polveri totali sospese
RAVS	mezzi ad aspirazione ad aria rigenerativi
S.A.U.	Superficie Agraria Utilizzabile
S.F.M.R.	Sistema Ferroviario Metropolitano Regionale
SC	strada comunale
SCR	Selective Catalytiv Reduction
SDO	Schede di Dimissioni Ospedalire
SIDRIA	Studi Italiani sui Disturbi Respiratori e l'Ambiente
SNAP	Selected Nomenclature for sources of Air Pollution

SNCR	Selective Non-Catalytic Reduction
SO_2	biossido di zolfo
SODAR	SOnic Detection And Ranging
SO_x	ossidi di zolfo
SP	strada provinciale
SPAS	Sound and Particle Absorbing System (UE-LIFE Enviroment Project)
SR	strada regionale
SS	strada statale
TGM	Traffico Giornaliero Medio
TSP	concentrazione totale delle polveri
TTZ	Tavolo Tecnico Zonale
U.S. EPA	United States Enviromental Protection Agency
UFORE	Urban Forest Effects
UK – NAEI	United Kingdom National Atmospheric Emission Inventory
ULSS	Unità Locale Socio Sanitaria
USDA	Servizio Forestale del Dipartimento di Agricoltura
V.I.	Vehicle Index
WMO	World Meteorological Organization
ZAI	Zona Agricola e Industriale

ELENCO DELLE UNITÀ DI MISURA

°C	grado Celsius
°F	grado Farenheit
°K	grado Kelvin
ab/km^2	abitanti per chilometro quadrato
g	grammo
g/(km veicolo)	grammi di emissione al chilometro per veicolo
ha	ettaro
hPa	ettopascal
kg	chilogrammo
kg/(a · ab)	chilogrammi all'anno per abitante
km	chilometro
km/h	chilometri orari
kW	chilowatt
m	metro
m/s	metri al secondo
mg/m^3	milligrammi al metro cubo
MJ	megajoule
mm	millimetro
MW	megawatt
pcu/min	private car unit al minuto
ppm	parti per milione
s.l.m.	altezza sul livello del medio mare
t	tonnellata
t/ha	tonnellata per ettaro
W	Watt
µg	microgrammo

PREMESSA

Il presente elaborato è stato redatto in adempimento dell'accordo fra pubbliche amministrazioni[1] stipulato in data 28 Gennaio 2009 fra i Comuni di Bussolengo, Buttapietra, Castel d'Azzano, Castelnuovo del Garda, Grezzana, Lavagno, Negrar, Pescantina, San Giovanni Lupatoto, San Martino Buon Albergo, San Pietro in Cariano, Sant'Ambrogio di Valpolicella, Sommacampagna, Sona, Valeggio sul Mincio, Verona, Villafranca di Verona e Zevio, la Provincia di Verona, l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Regione del Veneto – Dipartimento Provinciale di Verona, l'Università degli studi di Trento – Dipartimento di Ingegnera Civile e Ambientale, l'Unità Locale Socio Sanitaria n. 20 della Regione del Veneto per lo svolgimento dell'attività di supporto all'adozione del Piano di Azione e Risanamento della Qualità dell'Aria da parte dei citati Comuni. L'adozione di tale Piano è prevista dalla normativa vigente[2], a seguito dell'inserimento di detti Comuni in zone di fascia A nell'ambito della zonizzazione approvata con delibera della Giunta Regionale del Veneto n. 3195 del 17.10.2006.

In adempimento dell'accordo di cui sopra si è attuata una collaborazione fra pubbliche amministrazioni, nei termini e con i ruoli definiti nell'ambito del citato accordo, nonché delle successive determinazioni adottate nelle varie sedute del Comitato Tecnico[3]. Tale Comitato, costituito ai sensi dell'art. 2 dell'accordo, ha costituito il principale organo di raccordo fra i soggetti coinvolti nella collaborazione e di condivisione delle azioni condotte dagli stessi. In particolare è stato costantemente informato dell'avanzamento dell'acquisizione dei dati[4] e delle relative elaborazioni da parte dell'Università degli studi di Trento – Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, e ha adottato le linee di indirizzo per la redazione da parte della stessa del presente elaborato finale. Oltre alle sedute del Comitato Tecnico, le attività connesse allo svolgimento della collaborazione hanno compreso diversi incontri tecnici conoscitivi[5].

[1] Il testo originale dell'accordo è riportato integralmente nell'Allegato 1.

[2] In particolare dal D. Lgs. 351/1999, dal D. M. 261/2002, nonché dal Piano Regionale di Tutela e di Risanamento dell'Atmosfera approvato con delibera del Consiglio Regionale del Veneto n.57 dell'11 Novembre 2004 e pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione del Veneto n. 130 del 21 Dicembre 2004.

[3] I verbali delle sedute del Comitato Tecnico sono riportati nell'allegato 4.

[4] L'elenco dei vari file di dati resi disponibili per l'elaborazione del Piano è riportato nell'allegato 5.

[5] L'elenco degli incontri tecnici è riportato nell'Allegato 2, mentre nell'allegato 3 è riportato l'elenco dei partecipanti agli incontri svoltisi presso i Comuni aderenti al Piano.

Il presente elaborato è strutturato secondo l'indice definitivo approvato dal Comitato Tecnico nella seduta del 14 gennaio 2010

Nel Capitolo 0 si richiamano brevemente gli elementi costituivi e gli scopi di un Piano di Qualità dell'Aria. Nel Capitolo 1 si traccia una sintesi del quadro normativo di riferimento. Nel Capitolo 2 si presentano i risultati dell'analisi della situazione attuale: caratteristiche del territorio, con particolare riferimento alla caratterizzazione meteo-climatologica, alle attività produttive e alle infrastrutture, agli insediamenti civili e alla distribuzione sul territorio delle sorgenti di inquinanti atmosferici. Si esamina quindi la situazione della qualità dell'aria sulla base del monitoraggio effettuato da ARPAV negli anni recenti, analizzando gli eventi di superamento dei limiti di legge, le politiche adottate per il miglioramento della qualità dell'aria e una valutazione della correlazione fra situazioni meteorologiche e livelli di inquinamento atmosferico. Seguono alcune valutazioni epidemiologiche sugli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla salute umana.

Nel Capitolo 3 si esaminare le possibili azioni intese a migliorare la qualità dell'aria, organizzate in una serie di azioni a breve termine, in un'analisi delle prospettive attualmente individuabili e delle azioni di pianificazione per la tutela della qualità dell'aria, in azioni informative e in accordi.

Nel Capitolo 4 si presentano le procedure per il monitoraggio e l'adeguamento del Piano, a partire dalla determinazione di indicatori e modalità di monitoraggio delle fasi del piano e dei relativi risultati, di indicatori per la valutazione dell'efficacia delle azioni proposte, dalle azioni conoscitive per l'approfondimento di alcuni aspetti cruciali, alla valutazione dell'inquinamento proveniente da arre esterne provinciali.

Nel Capitolo 5 sono riportate le schede riassuntive dei singoli Comuni, riportanti per ciascuno le emissioni, le azioni possibili per la loro riduzione nei vari comparti.

Nel Capitolo 6 sono riportate le conclusioni.

I contenuti del presente elaborato sono stati principalmente prodotti dall'Università degli studi di Trento – Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, attraverso i responsabili dello studio prof. ing. Marco Ragazzi e prof. Dino Zardi, e la collaborazione dell'ing. Marina Venturi, nonché della società di ingegneria CISMA s.r.l., nelle persone dell'ing. Ilaria Todeschini e dell'ing. Gianluca Antonacci.

Specifici contributi sono stati forniti da ARPAV (Capitolo 1, §2.1.1, §2.1.3, §2.2.6, §3.2.2,

§3.2.5, §4.2), dall'ULSS20 (§2.3) e dai Comuni aderenti all'accordo (§3.3 e §3.4), come altresì specificato nei titoli dei rispettivi paragrafi.

Ulteriori contributi specialistici su alcuni approfondimenti sono stati curati dai collaboratori del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Trento, ing. Elisa Malloci (§4.3.1), ing. Loris Paternoster (§4.3.2 e §4.3.7), ing. Elena Cristina Rada (§4.3.8) e ing. Marina Venturi (§4.3.4).

Capitolo 0

Introduzione

0 INTRODUZIONE

Che cos'è un Piano di Azione e Risanamento della Qualità dell'Aria?

Il Piano di Azione e Risanamento della Qualità dell'Aria (PQA) è uno strumento di valutazione e indirizzo volto a garantire, nell'area di applicazione, il mantenimento della qualità dell'aria ambiente o il suo risanamento nei casi in cui si riscontrino elementi di criticità, secondo quanto previsto dalla normativa vigente (si veda il Capitolo 1 per i riferimenti normativi).

Il Piano costituisce, assieme a tutti gli altri strumenti previsti dalla normativa per la pianificazione territoriale, uno dei documenti di riferimento per lo sviluppo delle linee strategiche delle politiche nei settori connessi alla qualità dell'aria. In tal senso presuppone la necessaria armonizzazione dei differenti atti di programmazione e pianificazione, con particolare riferimento all'uso del territorio, ai trasporti e alla produzione di energia. Il PQA si inserisce pertanto fra gli strumenti di pianificazione previsti dalla normativa vigente, non solo di competenza dei Comuni, ma anche di competenza di enti gerarchicamente sovraordinati (Provincia, Regione, Stato, Unione Europea). Fra questi il PTCP – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, il PAT – Piano di Assetto del Territorio, il PGTU – Piano Generale del Traffico Urbano. La tutela della qualità dell'aria necessita infatti di strumenti trasversali, richiedendo il coinvolgimento attivo degli enti pubblici, e in particolare delle amministrazioni locali, ma anche dei soggetti privati, come le imprese e i cittadini, sia singolarmente sia nelle organizzazioni collettive come, ad esempio, i comitati, i sindacati e le associazioni.

Per raggiungere gli obiettivi prefissati, quattro sono le azioni fondamentali che sintetizzano la strategia del piano:

- conoscere;
- intervenire;
- monitorare;
- adeguare.

<u>Conoscere</u>

Al fine di identificare e pianificare interventi adeguati ed efficaci che portino ad un miglioramento della qualità dell'aria è necessario disporre anzitutto di un approfondito e dettagliato quadro conoscitivo di tutti i fattori, naturali e antropici, che, in concreto, concorrono a determinare la qualità dell'aria nell'area di indagine. Solo così si potrà avere una visione adeguata della situazione attuale e dei comparti su cui è possibile e strategico intervenire ai fini di un miglioramento della qualità dell'aria.

Per conseguire tale obiettivo nel presente Piano è stato analizzato l'andamento storico dei dati rilevati dalla rete di monitoraggio degli inquinanti presente sul territorio e dalla rete di

rilevamento meteorologico. L'elaborazione dei dati relativi alle sorgenti di emissione, sviluppata in maniera originale non essendo ancora disponibile un catasto definitivo e completo delle emissioni, ha inoltre permesso di individuare le principali fonti locali responsabili dell'inquinamento nell'area di Verona e comuni limitrofi. Da questa analisi deriva l'individuazione delle zone a maggiore criticità dove è prioritario intervenire per diminuire i superamenti dei limiti normativi e ridurre l'impatto sulla salute umana e sull'ambiente degli inquinanti più problematici.
Per ottenere più precise informazioni sulle condizioni di inquinamento del territorio sono inoltre necessari ulteriori approfondimenti in relazione ad alcuni aspetti rilevanti come ad esempio il contributo dell'inquinamento proveniente da altre aree esterne confinanti e generato da fattori naturali, la composizione chimica del particolato atmosferico, con la conseguente identificazione delle possibili sorgenti, la valutazione dell'esposizione agli inquinanti.

Intervenire

Il quadro conoscitivo così elaborato fornisce gli elementi a supporto della adozione, da parte delle Amministrazioni Comunali, dei provvedimenti utili ad un miglioramento della qualità dell'aria. Tali provvedimenti operativi dovranno essere definiti nell'ambito di un vero e proprio "piano degli interventi" mirati ad ottenere una riduzione delle concentrazioni di inquinanti in atmosfera nelle rispettive aree di competenza, e ad orientare le successive procedure di monitoraggio ed eventuale adeguamento.
Nel presente elaborato, sulla base dell'analisi dei dati di qualità dell'aria e delle emissioni si sono individuate alcune priorità di intervento, sia per quanto riguarda gli inquinanti maggiormente problematici, sia per quanto riguarda i settori di attività responsabili delle emissioni. Si sono così proposti i possibili provvedimenti da intraprendere per ottenere un miglioramento della qualità dell'aria. La conseguente pianificazione di interventi di breve e lungo termine, di competenza delle Amministrazioni Comunali, dovrà puntare da una parte ad ottenere risultati significativi che permettano di rientrare permanentemente nei limiti normativi e migliorare generalmente la qualità dell'aria, dall'altra ad evitare i casi di inquinamento acuto e scongiurare la necessità di misure d'urgenza.

Monitorare

La fase successiva all'individuazione e all'attuazione di una serie di azioni volte a migliorare la qualità dell'aria è il monitoraggio degli effetti che esse hanno prodotto. A questo scopo si devono utilizzare e valorizzare tutte le risorse già disponibili (strumenti e reti di monitoraggio, basi di dati, strumenti modellistici e, ancor più importanti, risorse umane con le relative competenze e professionalità, molto spesso sottoutilizzate). Ciò serve a conseguire una continua verifica dell'effettiva riduzione delle emissioni rispetto a quella prevista e della sua efficacia sui livelli di concentrazione degli inquinanti in atmosfera. Per una più immediata

valutazione dell'efficacia dei provvedimenti proposti si dovrà raccogliere ed elaborare il maggior numero possibile di informazioni relativamente agli indicatori di controllo proposti per le singole azioni. In tal senso, le risorse di cui sopra andranno eventualmente integrate ed ampliate, a seconda delle necessità che, sulla base dei risultati del presente elaborato, si potranno evidenziare. Naturalmente, si dovranno inoltre considerare le conoscenze che si renderanno via via disponibili successivamente alla predisposizione del piano sul fronte della ricerca e della sperimentazione. Al fine di garantire uno svolgimento efficace di questo monitoraggio continuativo, si dovrà anche valutare la revisione dei ruoli di organismi esistenti e l'eventuale implementazione di nuove forme organizzative.

Adeguare

L'istituzione di un organo di controllo oppure l'individuazione di un soggetto esistente che svolga tale funzione, è di fondamentale importanza affinché vengano forniti i suggerimenti appropriati per l'attuazione e la correzione delle misure di piano. È importante che in questo contesto si favoriscano le sinergie tra i diversi enti interessati, affinché le competenze interdisciplinari di tutti i soggetti coinvolti nell'attuazione delle azioni previste dal piano possano essere massimamente valorizzate. Il coinvolgimento di più enti garantisce infatti non solo di poter effettuare una migliore valutazione sull'efficacia e sulla fattibilità delle azioni stesse, ma anche di facilitarne successivamente il recepimento all'interno della pianificazione a scala locale da parte degli enti che si occupano del governo del territorio.

Che cosa non è un Piano di Azione e Risanamento della Qualità dell'Aria?

- Il Piano di Qualità dell'Aria è un documento tecnico, non divulgativo.
  La gestione della qualità dell'aria è un compito che richiede il concorso di diverse competenze tecnico-scientifiche, giuridiche e amministrative che travalicano le competenze di singole professionalità e ancor più le conoscenze di base del cittadino medio. I destinatari, quindi, sono tecnici e professionisti dotati della capacità di interagire con colleghi di professionalità e competenze complementari e sinergiche.
- Il PQA non è il Piano degli Interventi.
  Il PQA costituisce la base di partenza tecnico-scientifica per la elaborazione di un piano organico e dettagliato di interventi da parte di ogni singola Amministrazione comunale; ciò tenuto conto delle competenze, della compatibilità con altri provvedimenti e atti di indirizzo o di programmazione adottati dalla stessa, o da altre Amministrazioni, ma con effetto sulla qualità dell'aria nell'area di competenza della stessa. Il PQA è in definitiva un documento di pianificazione di area vasta (in questo caso sovracomunale) che non va confuso neanche con un Piano degli Interventi, in cui le singole amministrazioni competenti inseriranno la lista degli interventi singoli, inclusi gli impegni di spesa, sulla base delle valutazioni economiche e politiche. Si

noti infatti che il PQA ha un carattere prevalentemente tecnico e la fattibilità degli interventi è considerata da un punto di vista tecnico e in subordine economico, senza entrare nel merito dei singoli capitoli di spesa. Si tenga anche presente che il PQA deve interagire con altri documenti di Piano di medesimo rango, ma non può sostituirli. Non si troverà dunque in questo documento un surrogato dei piani della mobilità, del commercio o delle infrastrutture, per quanto sono contenute indicazioni che dovrebbero essere tenute in conto nella stesura o aggiornamento futuro dei citati documenti.

- Il PQA non è una raccolta di casi isolati

  Il PQA consiste in una elaborazione complessiva ed organica delle problematiche connesse alla gestione della qualità dell'aria. In tal senso non è un assemblaggi di analisi isolate di singoli casi, né di soluzioni "pronte all'uso", e decontestualizzate, per tamponare singole situazioni critiche.

- Il PQA non è uno Studio di Impatto Ambientale (SIA)

  Lo Studio di Impatto Ambientale è un documento che fornisce gli elementi atti a giustificare l'interesse per la realizzazione di una specifica opera nel contesto territoriale pertinente e la sua compatibilità con le programmazioni di settore e generali. Fornisce un quadro delle condizioni dell'ambiente, con riferimento ad ogni dimensione pertinente in quanto coinvolta o coinvolgibile (anche presuntivamente) negli effetti diretti ed indiretti del progetto. Esso quindi contiene anche una stima tecnica di dettaglio sull'emissione di inquinati in atmosfera, sulla dispersione degli stessi, nonché sull'impatto per la salute. I dati quantitativi sono successivamente usati in sede di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) da parte degli organi competenti.

  In quanto tale un SIA non è un documento di pianificazione, bensì è strettamente connesso ad uno specifico intervento, è funzionale alla valutazione del suo impatto e per questi motivi deve affrontare con adeguato dettaglio gli effetti di tale intervento. Un PQA invece deve avere una visione complessiva e garantire un dettaglio adeguato e omogeneo per tutte le fonti emissive a i fattori responsabili della qualità dell'aria. Anche una "sommatoria" di tanti SIA non può costituire un PQA. In tal senso, i vari casi di studio presentati all'interno di questo documento non sono in alcun modo assimilabili a degli studi di impatto e non vogliono sostituirli; sono invece presentati con l'intento di mostrare una metodologia auspicabilmente utilizzabile proprio in sede di future stesure di SIA.

- Il PQA non è una Valutazione Ambientale Strategica

  La Valutazione Ambientale Strategica è una procedura sistematica intesa a valutare le conseguenze sul piano ambientale di azioni proposte (politiche, piani o iniziative nell'ambito di programmi nazionali, regionali e locali) in modo che queste siano incluse e affrontate, alla pari delle considerazioni di ordine economico e sociale, fin

dalle prime fasi (strategiche) di un processo decisionale. In altre parole, la Valutazione Ambientale Strategica assolve al compito di verificare la coerenza delle proposte programmatiche e pianificatorie con gli obiettivi di sostenibilità, a differenza della Valutazione di Impatto Ambientale, che ha nel SIA un passaggio fondamentale e che si applica a singoli progetti di opere.

- Il PQA non è un adempimento formale senza impatto sul territorio
  Benché la elaborazione e l'adozione del PQA siano atti dovuti da parte delle Amministrazioni comunali sulla base della normativa vigente, sarebbe riduttivo il vederli come meri adempimenti amministrativi anziché una opportunità di pianificazione territoriale integrata a tutela dell'ambiente e della salute.
- Il PQA non è una sommatoria di casi di studio
  La scelta dei casi studi è stata eseguita, in questa sede, sulla base dei dati disponibili e della significatività del caso, e non per eseguire una valutazione di dettaglio sul caso in esame. D'altra parte un PQA non è neppure una raccolta di casi studio e questi hanno, quindi, in definitiva uno scopo dimostrativo.
- Il PQA non è la sede in cui costituire un Inventario delle Emissioni.
  L'inventario delle emissioni è costituito da una serie organizzata di dati relativi alla quantità degli inquinanti introdotti in atmosfera da attività antropiche e da sorgenti naturali. Tali dati sono localizzati sul territorio attraverso opportune tecniche di georeferenziazione. Il PQA vede come presupposto (e non dovrebbe sostituire) la presenza di un inventario delle emissioni, necessario sia per valutare lo status quo, che per effettuare valutazione sugli scenari futuri di emissione. Nel caso in oggetto l'inventario delle emissioni, dato come disponibile in sede di predisposizione del piano di lavoro preliminare alla sigla dell'accordo tra pubbliche amministrazioni per il PQA, in corso d'opera è stato dichiarato indisponibile nei tempi di consegna del presente elaborato. Per surrogare a questa lacuna, è stata sviluppata una base di dati funzionale allo scopo immediato.

Capitolo 1

Quadro normativo

1 INDICE CAPITOLO 1

1 INDICE CAPITOLO 1 1-3

INDICE DELLE TABELLE 1-4

1 QUADRO NORMATIVO (CAPITOLO A CURA DI ARPA VENETO) 1-5

1.1 QUADRO DELLE NORME VIGENTI 1-5
1.2 IDENTIFICAZIONE DEGLI INQUINANTI DI INTERESSE DEL PQA 1-10

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1-1: LIMITI DI LEGGE RELATIVI ALL'ESPOSIZIONE ACUTA. 1-8
TABELLA 1-2: LIMITI DI LEGGE RELATIVI ALL'ESPOSIZIONE CRONICA. 1-8
TABELLA 1-3: LIMITI DI LEGGE PER LA PROTEZIONE DEGLI ECOSISTEMI. 1-9

1 QUADRO NORMATIVO (CAPITOLO A CURA DI ARPA VENETO)

1.1 QUADRO DELLE NORME VIGENTI

I principali riferimenti normativi relativi agli inquinanti che concorrono a definire la qualità dell'aria a livello locale sono costituiti da direttive europee e conseguenti recepimenti a livello nazionale.

La normativa ha individuato nel corso degli anni una serie di composti inquinanti e su questi ha stabilito degli standard di qualità, generalmente sotto forma di soglie di superamento o livelli massimi, relativi sia al lungo periodo sia ad episodi critici, in alcuni casi distinti per popolazione umana ed ecosistemi.

La Direttiva Quadro, in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente, è la Direttiva 1996/62/CE (Gazzetta ufficiale della Comunità Europea del 21 Novembre 1996, n. 296, serie L). Tale Direttiva ha prodotto un profondo mutamento del quadro normativo relativo al controllo e al contenimento dei valori di concentrazione degli inquinanti in aria. Essa dispone la progressiva abrogazione di tutte le precedenti normative con le quali erano stati fissati, per gli specifici inquinanti, i valori di riferimento per il controllo della qualità dell'aria, demandando alla successiva emanazione delle cosiddette "direttive figlie" la fissazione di valori limite, valori di allarme e valori obiettivo. La Direttiva Quadro fissa inoltre i criteri di base per valutare la qualità dell'aria e per impostare le azioni atte a mantenere la qualità dell'aria laddove essa è buona e migliorarla negli altri casi. Per tale valutazione, essa prevede la possibilità di fare ricorso, a seconda dei livelli di inquinamento riscontrati, non solo alla misura diretta, ma anche a tecniche di modellazione ed a stime obiettive.

Nel contesto nazionale la Direttiva Quadro è stata recepita dal D. Lgs. 4 agosto 1999, n. 351 recante "Attuazione della direttiva 96/62/CE, del Consiglio, del 27 settembre 1996, in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente" (Gazzetta Ufficiale n. 241 del 13 ottobre 1999), con l'obiettivo di definire i principi base per il mantenimento e miglioramento della qualità dell'aria, fissando al contempo i criteri per l'elaborazione dei piani e dei programmi nel settore in argomento. Tale decreto introduce le definizioni di valore limite, valore obiettivo, soglia di allarme e individua le Regioni quali autorità competenti per effettuare la valutazione della qualità dell'aria. Esso stabilisce che per le aree nelle quali sono superati i valori limite siano redatti, a cura delle Regioni, piani finalizzati al risanamento della qualità dell'aria. Individua inoltre l'elenco degli inquinanti per i quali è obbligatorio il monitoraggio (NO_2, NO_x, SO_2, CO, O_3, PM_{10}, Benzene, Benzo(a)pirene, Piombo, Arsenico, Cadmio, Nichel, Mercurio) e stabilisce le modalità della trasmissione e i contenuti delle informazioni sullo stato della qualità dell'aria da inviare al Ministero dell'Ambiente. La Direttiva Quadro è stata poi regolata dal D.M. 1 ottobre 2002, n. 261 recante "Regolamento

recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351" (Gazzetta Ufficiale n. 272 del 20 novembre 2002). Tale decreto ministeriale contiene le direttive tecniche per effettuare la valutazione preliminare della qualità dell'aria e i criteri per l'elaborazione dei Piani di Risanamento della qualità dell'aria.

Successivamente alla Direttiva Quadro sono state emanate le seguenti ulteriori direttive "figlie":

- Direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999, concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, le particelle di piombo, il PM, e le soglie di allarme per il biossido di zolfo e il biossido di azoto (Gazzetta ufficiale della Comunità Europea del 29 giugno 1999, n.163, serie L).
- Direttiva 2000/69/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 16 novembre 2000, concernente i valori limite per il benzene ed il monossido di carbonio nell'aria ambiente (Gazzetta ufficiale della Comunità Europea del 13 dicembre 2000 n. 313, serie L).

Tali direttive sono state recepite a livello nazionale dal D.M. 2 Aprile 2002, n. 60, "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori per il benzene ed il monossido di carbonio nell'aria ambiente" (Supplemento ordinario n. 77 alla Gazzetta Ufficiale n. 87 del 13 aprile 2002), il quale contiene i valori limite e le soglie di allarme per gli inquinanti: NO_2, NO_x, SO_2, CO, PM_{10}, Benzene, Piombo, le informazioni di dettaglio da inviare al Ministero dell'Ambiente in riferimento agli inquinanti citati e le soglie di valutazione superiore e inferiore per ciascuno, da utilizzare al fine dell'individuazione delle aree nelle quali il monitoraggio della qualità dell'aria è obbligatorio.

- Direttiva 2002/3/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12 febbraio 2002 relativa all'ozono nell'aria ambiente (Gazzetta ufficiale della Comunità Europea del 9 marzo 2002 n. 67, serie L), relativa ai valori bersaglio, obiettivi a lungo termine, soglie di informazione per l'ozono nell'aria. Tale direttiva è stata recepita a livello nazionale dal D.Lgs. 21 Maggio 2004 , n. 183 "Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria" (Supplemento ordinario n. 127 alla Gazzetta Ufficiale n. 181 del 23 luglio 2004). Esso, parallelamente al D.M. 60/02, individua i valori bersaglio e gli obiettivi a lungo termine da rispettare per la protezione della popolazione e della vegetazione dall'ozono e inoltre stabilisce il contenuto delle informazioni da inviare al Ministero dell'Ambiente in riferimento a questo inquinante.
- Direttiva 2004/107/CE, concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel, gli idrocarburi policiclici aromatici e il benzo(a)pirene nell'aria ambiente. Tale direttiva è stata recepita a livello nazionale dal D. Lgs. 3 agosto 2007, n. 152, "Attuazione della

direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente", e successive modifiche e integrazioni.

A livello nazionale vanno anche menzionati:

- D.P.R. 15 febbraio 2006, n.147 "Regolamento concernente modalità per il controllo ed il recupero delle fughe di sostanze lesive della fascia di ozono stratosferico da apparecchiature di refrigerazione e di condizionamento d'aria e pompe di calore, di cui al regolamento (CE) n. 2037/2000."
- D. Lgs del 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e successive modifiche e integrazioni.

Le direttive 1996/62/CE, 1999/30/CE, 2000/69/CE, 2002/3/CE e la decisione del Consiglio 1997/101/CE che instaura uno scambio reciproco di informazioni e di dati provenienti dalle reti e dalle singole stazioni di misurazione dell'inquinamento atmosferico negli Stati membri sono state aggiornate e modificate per incorporarvi gli ultimi sviluppi in campo scientifico e sanitario nella più recente Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

A livello regionale, la legislazione in materia di controllo dell'inquinamento atmosferico che recepisce le basi per la valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente fornite a livello nazionale, è costituita da:

- Legge Regionale 16 aprile 1985, n. 33 "Norme per la tutela dell'ambiente";
- Deliberazione Consiglio Comunale 11 novembre 2004, n. 57 "Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera" (BURV del 21 dicembre 2004 n. 130);
- Deliberazione della Giunta Regionale 17 ottobre 2006, n. 3195 "Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera. Comitato di Indirizzo e Sorveglianza sui problemi di tutela dell'atmosfera. Approvazione della nuova zonizzazione del territorio regionale";
- Legge Regionale 1 giugno 2006, n. 6 "Interventi regionali per la promozione del protocollo di Kyoto e della direttiva 2003/87/CE";
- Deliberazione della Giunta Regionale 16 maggio 2006, n.1408 Attuazione del "Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera" - Approvazione del "Piano Progressivo di Rientro relativo alle polveri PM10".

Si riporta di seguito il quadro riassuntivo dei valori limite per ciascun tipo di inquinante, per tipologia d'esposizione (acuta o cronica) e in base all'oggetto della tutela, a seconda che si tratti della protezione della salute umana, della vegetazione o degli ecosistemi (Tabella 1-1, Tabella 1-2, Tabella 1-3):

Tabella 1-1: limiti di legge relativi all'esposizione acuta.

Inquinante	Tipologia	Valore	Riferimento legislativo
SO_2	Soglia di allarme*	500 µg/m^3	DM 60/02
SO_2	Limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile	350 µg/m^3	DM 60/02
SO_2	Limite di 24 h da non superare più di 3 volte per anno civile	125 µg/m^3	DM 60/02
NO_2	Soglia di allarme*	400 µg/m^3	DM 60/02
NO_2	Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	1 gennaio 2005: 250 µg/m^3 1 gennaio 2006: 240 µg/m^3 1 gennaio 2007: 230 µg/m^3 1 gennaio 2008: 220 µg/m^3 1 gennaio 2009: 210 µg/m^3 1 gennaio 2010: 200 µg/m^3	DM 60/02
PM_{10} Fase 1	Limite di 24 h da non superare più di 35 volte per anno civile	1 gennaio 2005: 50 µg/m^3	DM 60/02
CO	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	1 gennaio 2005: 10 mg/m^3	DM 60/02
O_3	Soglia di informazione Media 1 h	180 µg/m^3	D.lgs. 183/03
O_3	Soglia di allarme Media 1 h	240 µg/m^3	D.lgs. 183/03
Fluoro	Media 24 h	20 µg/m^3	DPCM 28/03/83
NMHC	Concentrazione media di 3 h consecutive (in un periodo del giorno da specificarsi secondo le zone, a cura delle autorità regionali competenti)	200 µg/m^3	DPCM 28/03/83

*misurato per 3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria in un'area di almeno 100 km^2, oppure in un'intera zona o agglomerato nel caso siano meno estesi.

Tabella 1-2: limiti di legge relativi all'esposizione cronica.

Inquinante	Tipologia	Valore	Riferimento legislativo	Note
NO_2	98° percentile delle concentrazioni medie di 1h rilevate durante l'anno civile	200 µg/m^3	DPCM 28/03/83 e succ.mod.	In vigore fino al 31/12/2009
NO_2	Valore limite annuale per la protezione della salute umana Anno civile	1 gennaio 2005: 50 µg/m^3 1 gennaio 2006: 48 µg/m^3 1 gennaio 2007: 46 µg/m^3 1 gennaio 2008: 44 µg/m^3 1 gennaio 2009: 42 µg/m^3 1 gennaio 2010: 40 µg/m^3	DM 60/02	
O_3	Valore bersaglio per la protezione della salute da	120 µg/m^3	D. Lgs. 183/03	In vigore dal 2010

	non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni (altrimenti su 1 anno) Media su 8 h massima giornaliera			Prima verifica nel 2013
O_3	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute Media su 8 h massima giornaliera	120 µg/m^3	D.lgs. 183/03	
PM_{10} Fase 1	Valore limite annuale Anno civile	1 gennaio 2005: 40 µg/m^3	DM 60/02	
Piombo	Valore limite annuale per la protezione della salute umana Anno civile	1 gennaio 2005: 0.5 µg/m^3	DM 60/02	
Fluoro	Media delle medie di 24 h rilevate in 1 mese	10 µg/m^3	DPCM 28/03/83	
Benzene	Valore limite annuale per la protezione della salute umana Anno civile	1 gennaio 2005: 10 µg/m^3 1 gennaio 2006: 9 µg/m^3 1 gennaio 2007: 8 µg/m^3 1 gennaio 2008: 7 µg/m^3 1 gennaio 2009: 6 µg/m^3 1 gennaio 2010: 5 µg/m^3	DM 60/02	
B(a)pirene	Obiettivo di qualità Media mobile annuale	1 ng/m^3	D.lgs. 152/07	

Tabella 1-3: limiti di legge per la protezione degli ecosistemi.

Inquinante	**Tipologia**	**Valore**	**Riferimento legislativo**	**Note**
SO_2	Limite protezione ecosistemi Anno civile e inverno (01/10 – 31/03)	20 µg/m^3	DM 60/02	
NO_2	Limite protezione ecosistemi Anno civile	30 µg/m^3	DM 60/02	
O_3	Valore bersaglio per la protezione della vegetazione AOT40 su medie di 1 h da maggio a luglio Da calcolare come media su 5 anni (altrimenti su 3 anni)	18000 µg/m^{3}h	D.lgs. 183/03	In vigore dal 2010. Prima verifica nel 2015
O_3	Obiettivo a lungo termine	6000 µg/m^{3}h	D.lgs. 183/03	

	per la protezione della vegetazione AOT40 su medie di 1 h da maggio a luglio			

1.2 IDENTIFICAZIONE DEGLI INQUINANTI DI INTERESSE DEL PQA

Le sostanze inquinanti tradizionalmente vengono suddivise in due categorie in base alle modalità di formazione: inquinanti primari ed inquinanti secondari.
Gli inquinanti primari sono emessi direttamente in atmosfera da sorgenti identificabili, antropiche e naturali; sono presenti in fase sia gassosa che particellare e inquinano l'aria a partire dall'istante della loro emissione (SO_2, NO, CO, polveri sospese totali, idrocarburi volatili, metalli, ecc…).
Gli inquinanti secondari sono derivati da reazioni chimiche e fotochimiche che coinvolgono gli inquinanti primari e i costituenti dell'atmosfera (O_3, NO_2, acido nitrico e nitroso, nitrati, acido solforico e solfati, ecc…).

Si illustrano di seguito alcune caratteristiche dei principali inquinanti atmosferici.

Polveri sottili (PM_{10})

con il termine polveri sottili o PM_{10} si indica la componente del particolato aerodisperso con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm. Si tratta di un insieme alquanto eterogeneo di composti che in parte derivano dall'emissione diretta causata dalle attività antropiche quali traffico, industria, riscaldamento; in parte (si stima per più dell'80%) è prodotto da reazioni chimico-fisiche che avvengono in atmosfera e coinvolgono i composti organici volatili, ammoniaca, gli ossidi di azoto, gli ossidi di zolfo. Inoltre, grazie alle ridotte dimensioni, le particelle di PM_{10} possono rimanere in atmosfera per periodi di tempo anche relativamente lunghi prima di subire il processo di dilavamento o sedimentazione. Non è quindi possibile legare la concentrazione di PM_{10} misurata localmente con una o più precise fonti emissive poiché essa è il risultato di un complesso insieme di fenomeni che implicano l'emissione di sostanze inquinanti, il loro ricombinarsi e coagularsi in atmosfera, il trasporto dovute alle dinamiche dei bassi strati dell'atmosfera. Questo spiega la diffusione pressoché omogenea del PM_{10} sul nostro territorio.

Biossido di azoto (NO_2)

Con il termine ossidi di azoto si indica una famiglia di composti i più caratteristici dei quali sono il monossido (NO) ed il biossido di azoto (NO_2). Il monossido di azoto (NO) è un gas

incolore e inodore che si forma in tutti i processi di combustione, indipendentemente dalla composizione chimica del combustibile, poiché l'azoto e l'ossigeno che lo costituiscono sono naturalmente presenti nell'atmosfera e si combinano in tutti i processi in cui si raggiungono temperature sufficientemente elevate (>1210°). Tali valori sono normalmente raggiunti nei motori a combustione interna. Nei processi di combustione si forma anche una piccola quantità di biossido (circa il 5%). Quest'ultimo è considerato un inquinante secondario perché deriva principalmente dall'ossidazione dell'ossido di azoto (NO), favorita dalla presenza di ossidanti quali l'ozono. Gli ossidi di azoto permangono in atmosfera per pochi giorni (4-5) e sono rimossi in seguito a reazioni chimiche che portano alla formazione di acidi e di sostanze organiche.
Gli effetti negativi sull'ambiente dovuti ad alte concentrazioni di NO_2 sono legati alla formazione di smog fotochimico in presenza di irraggiamento solare, alla acidificazione delle piogge ed alla riduzione dell'ozono stratosferico.

Biossido di zolfo (SO_2)

Il biossido di zolfo è un gas incolore dall'odore acre e pungente a temperatura ambiente derivante sia da fonti antropiche che da fonti naturali. L'origine naturale deriva principalmente dalle eruzioni vulcaniche mentre quella antropica deriva dalla combustione domestica degli impianti non metanizzati e dall'uso di combustibili liquidi e solidi nelle centrali termoelettriche.
A causa dell'elevata solubilità in acqua l'SO_2 viene assorbito facilmente dalle mucose del naso e del tratto superiore dell'apparato respiratorio; quindi solo le piccolissime quantità raggiungono la parte più profonda del polmone.
Gli ossidi di zolfo svolgono un'azione indiretta nei confronti della fascia di ozono stratosferico in quanto fungono da substrato per i clorofluorocarburi, principali responsabili del "buco" dell'ozono.
Nel contempo si oppongono al fenomeno dell'effetto serra in quanto hanno la capacità di riflettere le radiazioni solari producendo un raffreddamento del pianeta.
La crescente diffusione del metano, combustibile con tenore di zolfo quasi nullo, ha contribuito ad abbassare notevolmente i livelli di questo inquinante nell'aria ambiente.

Monossido di carbonio (CO)

Qualsiasi processo di combustione incompleta determina la produzione di monossido di carbonio (CO), un gas incolore ed inodore che a concentrazioni molto elevate, normalmente non riscontrabili nell'aria ambiente, è fortemente dannoso per la salute.

Una quota notevole di CO deriva da processi naturali connessi all'ossidazione atmosferica di metano e di altri idrocarburi normalmente emessi nell'atmosfera, dalle emissioni degli oceani e paludi, da incendi forestali, da acqua piovana e tempeste elettriche.
Le fonti antropiche di monossido di carbonio sono rappresentate da tutte le attività che comportano l'utilizzo di combustibili fossili, in particolare il traffico stradale (motori a benzina) è la sorgente principale, seguito dall'industria metallurgica e dall'uso domestico e commerciale.
Il CO è un inquinante primario che solo lentamente viene ossidato a CO_2: il tempo di permanenza in atmosfera può arrivare a sei mesi.
I livelli di questo inquinante nell'aria ambiente sono fortemente legati alla presenza di flusso veicolare.

Ozono (O_3)

L'ozono è un inquinante di tipo secondario, prodotto da reazioni fotochimiche di trasformazione degli inquinanti primari, quali composti organici volatili e ossidi di azoto. Anche in questo caso, le condizioni meteorologiche hanno un'enorme influenza sull'andamento delle concentrazioni. In particolare il verificarsi di intensa radiazione solare, temperatura mite o calda e venti moderati favorisce la formazione di smog fotochimico e l'aumento delle concentrazioni troposferiche di ozono; nell'arco della giornata, i livelli sono bassi al mattino (fase di innesco del processo fotochimico) raggiungono il massimo nel primo pomeriggio e si riducono progressivamente nelle ore serali con il diminuire della radiazione solare. Precursori sono i composti idrocarburici e gli ossidi di azoto presenti nell'aria, anche relativamente distanti dal punto di formazione dell'O_3. L'ozono a livello del suolo è tossico per l'uomo anche a concentrazioni relativamente basse essendo un potente agente ossidante, tanto che rappresenta, insieme al particolato, uno degli inquinanti più rilevanti dal punto di vista della salute.
I valori più elevati di ozono si registrano normalmente nel periodo primaverile ed estivo.

Benzene (C_6H_6)

Il benzene è il più semplice dei composti organici aromatici: è un liquido incolore dal caratteristico odore pungente che diventa irritante a concentrazioni elevate e che volatilizza facilmente a temperatura ambiente.
Il benzene presente nell'aria ambiente è prevalentemente di origine antropica e deriva principalmente da processi di combustione incompleta (emissioni industriali, veicoli a motore, incendi). La maggiore fonte emissiva è rappresentata dai veicoli a motore alimentati a benzina, i quali emettono benzene, oltre che dal tubo di scappamento, dal serbatoio e dal

carburatore. In questi ultimi due casi si tratta di perdite dovute all'evaporazione, legate cioè alla volatilità del combustibile ed ai fenomeni fisici che la favoriscono.

Metano (CH_4)

E' un idrocarburo semplice che, in natura, si trova in forma gassosa. Esso si ottiene dalla decomposizione di alcune sostanze organiche, in assenza di ossigeno, ed è pertanto classificabile come biogas. La principale fonte di questo gas in atmosfera è l'agricoltura, ma in misura minore esso proviene anche da estrazione di gas naturale, l'incenerimento di rifiuti, decomposizione di rifiuti solidi urbani nelle discariche. Esso è un gas serra e contribuisce al buco dell'ozono.

Ammoniaca (NH_3)

L'ammoniaca è un gas incolore, caratterizzato da un odore particolare e tossico.
Le emissioni di ammoniaca provengono principalmente da agricoltura e in misura inferiore dai processi produttivi e dal trattamento e smaltimento dei rifiuti. Esse determinano acidificazione del suolo, riduzione della biodiversità e formazione del particolato atmosferico, fenomeni associati a problemi per la salute umana. Inoltre, l'ammoniaca si combina con inquinanti acidi come l'acido nitrico e l'acido solforico, producendo un aerosol che si ritiene possa influenzare il clima.

Capitolo 2

Analisi della situazione attuale

2 INDICE CAPITOLO 2

2 INDICE CAPITOLO 2 2-3

INDICE DELLE FIGURE 2-6

INDICE DELLE TABELLE 2-14

2 ANALISI DELLA SITUAZIONE ATTUALE 2-20

2.1 CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO 2-20
2.1.1 Caratteristiche morfologiche (paragrafo a cura di ARPA Veneto) 2-20
2.1.2 Caratterizzazione meteo-climatologica per la qualità dell'aria 2-22
2.1.2.1 La rete di monitoraggio meteorologico ARPAV 2-23
2.1.2.2 Basi di dati utilizzate 2-23
2.1.2.3 Analisi dei dati 2-26
2.1.2.3.1 Stazione di Bardolino 2-29
2.1.2.3.2 Stazione di Bosco Chiesanuova 2-32
2.1.2.3.3 Stazione di Buttapietra 2-34
2.1.2.3.4 Stazione di Castelnuovo del Garda 2-37
2.1.2.3.5 Stazione di Grezzana 2-39
2.1.2.3.6 Stazione di Illasi 2-42
2.1.2.3.7 Stazione di Marano di Valpolicella 2-44
2.1.2.3.8 Stazione di San Pietro in Cariano 2-47
2.1.2.3.9 Stazione di Valeggio sul Mincio 2-47
2.1.2.3.10 Stazione di Villafranca di Verona 2-50
2.1.2.3.11 Stazione di Verona-Cason 2-52
2.1.2.3.12 Stazione di Verona-via Dominutti 2-55
2.1.2.4 Mappe globali delle rose dei venti e della stabilità 2-57
2.1.2.5 Cicli giornalieri, annuali e stagionali 2-60
2.1.2.5.1 Velocità del vento 2-60
2.1.2.5.2 Temperatura 2-65
2.1.2.5.3 Radiazione solare 2-65
2.1.2.5.4 Umidità relativa 2-67
2.1.2.5.5 Precipitazione 2-69
2.1.2.6 Scenari meteorologici 2-70
2.1.2.7 Spazializzazione dei dati 2-72
2.1.2.7.1 Quantità scalari: precipitazioni e temperatura 2-73
2.1.2.7.2 Quantità vettoriali: vento 2-75
2.1.2.8 Individuazione di aree climatologicamente omogenee 2-76
2.1.2.9 Profili verticali di temperatura e di vento 2-77
2.1.2.10 Indice di criticità meteorologica 2-80
2.1.3 Attività produttive e infrastrutture (paragrafo a cura di ARPA Veneto) 2-84
2.1.3.1 Evoluzione del sistema produttivo e infrastrutturale della Provincia di Verona 2-84
2.1.3.2 Analisi dei settori produttivi nella Provincia di Verona 2-85
2.1.3.3 Sistema delle infrastrutture 2-89
2.1.4 Insediamenti civili 2-93
2.1.5 Distribuzione delle fonti emissive 2-95
2.1.5.1 La situazione attuale 2-96

2.1.5.2 Fonti emissive locali 2-97
2.1.5.3 Emissioni lineari 2-98
2.1.5.4 Emissioni puntuali 2-109
2.1.5.4.1 Dati disponibili 2-110
2.1.5.4.2 Emissioni dalle attività di gestione dei rifiuti 2-116
2.1.5.4.3 Emissioni da attività di cava 2-118
2.1.5.4.4 Emissioni da attrattori di traffico 2-119
2.1.5.4.5 Emissioni dall'aeroporto 2-120
2.1.5.5 Emissioni diffuse 2-122
2.1.5.5.1 Il riscaldamento domestico 2-122
2.1.5.5.1.1 Metano 2-123
2.1.5.5.1.2 Gasolio e GPL 2-126
2.1.5.5.2 Le attività agricole 2-131
2.1.5.5.2.1 L'agricoltura 2-131
2.1.5.5.2.2 Gli allevamenti 2-133
2.1.5.5.2.3 Confronto con i dati dell'inventario ISPRA disaggregato 2-143
2.1.5.6 Analisi della ripartizione delle emissioni 2-145
2.1.5.6.1 Il biossido di zolfo: SO_2 2-147
2.1.5.6.2 Gli ossidi di azoto: NO_x 2-148
2.1.5.6.3 Il monossido di carbonio: CO 2-149
2.1.5.6.4 Il metano: CH_4 2-150
2.1.5.6.5 L'ammoniaca: NH_3 2-151
2.1.5.6.6 Le polveri sottili: PM_{10} 2-152
2.1.5.7 Inquinamento di fondo diffuso nel bacino della Pianura Padana 2-159
2.1.6 Approfondimenti: analisi di alcuni casi pilota selezionati 2-161
2.1.6.1 Impianto produttivo 2-163
2.1.6.2 Traffico urbano 2-168
2.1.6.3 Traffico extraurbano 2-175
2.1.6.3.1 Indice di qualità dell'aria 2-179
2.1.6.3.2 Inquinamento e salute 2-179
2.1.6.3.3 Risultati dell'analisi 2-180
2.2 SITUAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA 2-184
2.2.1 Introduzione 2-184
2.2.1.1 Richiami alla zonizzazione del territorio 2-184
2.2.1.2 Individuazione e caratterizzazione delle condizioni meteorologiche tipiche favorevoli alla formazione di inquinanti secondari. 2-185
2.2.1.3 Situazione della qualità dell'aria 2-188
2.2.2 La rete di monitoraggio gestita da ARPAV 2-190
2.2.3 Andamento storico dei dati di qualità dell'aria 2-193
2.2.3.1 Stazione di Bosco Chiesanuova 2-194
2.2.3.2 Stazione di Bovolone 2-195
2.2.3.3 Stazione di Legnago 2-196
2.2.3.4 Stazione di San Bonifacio 2-196
2.2.3.5 Stazione di San Martino Buon Albergo 2-197
2.2.3.6 Stazione di Villafranca di Verona 2-198
2.2.3.7 Stazione di Verona-Cason 2-198

2.2.3.8 Stazione di Verona-Corso Milano 2-199
2.2.3.9 Stazione di Verona-Piazza Bernardi 2-200
2.2.3.10 Stazione di Verona-San Giacomo 2-200
2.2.3.11 Stazione di Verona-ZAI 2-201
2.2.3.12 Stazione di Verona-Torricelle 2-201
2.2.3.13 Stazione di Ca' del Bue 2-202
2.2.3.14 Stazione di Matozze 2-203
2.2.3.15 Stazione di San Giovanni Lupatoto 2-203
2.2.4 Superamenti dei limiti di legge 2-204
2.2.4.1 SO_2 2-204
2.2.4.2 NO_x 2-209
2.2.4.3 PM_{10} 2-213
2.2.4.4 Correlazione spaziale tra diverse stazioni 2-215
2.2.4.5 Correlazioni tra parametri meteorologici e di qualità dell'aria 2-222
2.2.4.6 Episodi di inquinamento acuto 2-224
2.2.4.7 $PM_{2.5}$ 2-227
2.2.4.8 Ozono 2-229
2.2.4.9 Le campagne di misura mobili 2-231
2.2.5 Politiche adottate 2-235
2.2.5.1 Analisi dei dati della rete di monitoraggio e individuazione di aree non adeguatamente coperte da campagne 2-235
2.2.5.2 Analisi dell'efficacia di precedenti provvedimenti per la tutela della qualità dell'aria 2-245
2.2.6 Valutazione delle correlazioni fra situazioni meteorologiche e inquinamento (paragrafo a cura di ARPA Veneto) 2-247
2.2.6.1 Risultati 2-248
2.2.6.1.1 Numero giorni di durata dell'evento 2-248
2.2.6.1.2 Concentrazione PM_{10} e crescita giornaliera 2-248
2.2.6.1.3 Parametri meteorologici 2-248
2.2.6.1.4 Parametri dello stato limite atmosferico 2-249
2.2.6.1.5 Ubiquitarietà degli eventi acuti 2-251
2.2.6.1.6 Esempio di distribuzione spaziale del PM_{10} in un caso acuto 2-254
2.2.6.1.7 Contributi del PM_{10} 2-254
2.2.6.2 Conclusioni 2-259
2.3 VALUTAZIONI EPIDEMIOLOGICHE SULLA BASE DEL FLUSSO CORRENTE DEI DATI SANITARI DISPONIBILI (PARAGRAFO A CURA DI ULSS 20) 2-260
2.3.1 Qualità dell'aria e salute 2-260
2.3.2 Meccanismi d'azione degli inquinanti atmosferici 2-262
2.3.3 Effetti sulla salute 2-263
2.3.3.1 Effetti a breve termine 2-264
2.3.3.2 Effetti a lungo termine 2-265
2.3.3.2.1 Inquinamento atmosferico fattore di rischio per le malattie cardiovascolari 2-266
2.3.3.2.2 Effetti su malati e anziani 2-267
2.3.3.2.3 Effetti sui bambini 2-267
2.3.4 Effetti sullo sviluppo polmonare 2-268

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 2-1: AMBITI TERRITORIALI DELLA PROVINCIA DI VERONA (TRATTA DAL PTCP, PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE): IN EVIDENZA I OMUNI INTERESSATI DAL PRESENTE STUDIO. 2-21
FIGURA 2-2: MAPPA DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO METEOROLOGICO DI ARPAV. 2-24
FIGURA 2-3: ROSA DEI VENTI PER LA STAZIONE DI BARDOLINO, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. .. 2-30
FIGURA 2-4: BOXPLOT DELL'INTENSITÀ DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI BARDOLINO, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-30
FIGURA 2-5: BOXPLOT DELLA DIREZIONE DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E CORRELAZIONE TRA VELOCITÀ E DIREZIONE PER LA STAZIONE DI BARDOLINO, RELATIVI ALL'INTERO PERIODO 2004-2008..... 2-31
FIGURA 2-6: ROSA DELLA STABILITÀ PER LA STAZIONE DI BARDOLINO, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-31
FIGURA 2-7: ROSA DEI VENTI PER LA STAZIONE DI BOSCO CHIESANUOVA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-32
FIGURA 2-8: BOXPLOT DELL'INTENSITÀ DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI BOSCO CHIESANUOVA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-33
FIGURA 2-9: BOXPLOT DELLA DIREZIONE DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI BOSCO CHIESANUOVA, RELATIVI ALL'INTERO PERIODO 2004-2008..... 2-33
FIGURA 2-10: ROSA DELLA STABILITÀ PER LA STAZIONE DI BOSCO CHIESANUOVA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-34
FIGURA 2-11: ROSA DEI VENTI PER LA STAZIONE DI BUTTAPIETRA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008... 2-35
FIGURA 2-12: BOXPLOT DELLA VELOCITÀ DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI BUTTAPIETRA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-35
FIGURA 2-13: BOXPLOT DELLA DIREZIONE DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E CORRELAZIONE TRA VELOCITÀ E DIREZIONE PER LA STAZIONE DI BUTTAPIETRA, RELATIVI ALL'INTERO PERIODO 2004-2008.. 2-36
FIGURA 2-14: ROSA DELLA STABILITÀ PER LA STAZIONE DI BUTTAPIETRA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-36
FIGURA 2-15: ROSA DEI VENTI PER LA STAZIONE DI CASTELNUOVO DEL GARDA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008..... 2-37
FIGURA 2-16: BOXPLOT DELLA VELOCITÀ DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI CASTELNUOVO DEL GARDA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-38
FIGURA 2-17: BOXPLOT DELLA DIREZIONE DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E CORRELAZIONE TRA VELOCITÀ E DIREZIONE PER LA STAZIONE DI CASTELNUOVO DEL GARDA, RELATIVI ALL'INTERO PERIODO 2004-2008..... 2-38
FIGURA 2-18: ROSA DELLA STABILITÀ PER LA STAZIONE DI CASTELNUOVO DEL GARDA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-39
FIGURA 2-19: ROSA DEI VENTI PER LA STAZIONE DI GREZZANA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. .. 2-40
FIGURA 2-20: BOXPLOT DELLA VELOCITÀ DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI GREZZANA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-40
FIGURA 2-21: BOXPLOT DELLA DIREZIONE DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI GREZZANA, RELATIVI ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-41
FIGURA 2-22: ROSA DELLA STABILITÀ PER LA STAZIONE DI GREZZANA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-41
FIGURA 2-23: ROSA DEI VENTI PER LA STAZIONE DI ILLASI, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-42

FIGURA 2-24: BOXPLOT DELLA VELOCITÀ DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI ILLASI, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-43
FIGURA 2-25: BOXPLOT DELLA DIREZIONE DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E CORRELAZIONE TRA VELOCITÀ E DIREZIONE PER LA STAZIONE DI ILLASI, RELATIVI ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-43
FIGURA 2-26 - ROSA DELLA STABILITÀ PER LA STAZIONE DI ILLASI, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-44
FIGURA 2-27: ROSA DEI VENTI PER LA STAZIONE DI MARANO DI VALPOLICELLA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008..... 2-45
FIGURA 2-28: BOXPLOT DELLA VELOCITÀ DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI MARANO DI VALPOLICELLA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008..... 2-45
FIGURA 2-29: BOXPLOT DELLA DIREZIONE DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E CORRELAZIONE TRA VELOCITÀ E DIREZIONE DEL VENTO PER LA STAZIONE DI MARANO DI VALPOLICELLA, RELATIVI ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-46
FIGURA 2-30: ROSA DELLA STABILITÀ PER LA STAZIONE DI MARANO DI VALPOLICELLA, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-46
FIGURA 2-31: ROSA DEI VENTI PER LA STAZIONE DI VALEGGIO SUL MINCIO, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008..... 2-48
FIGURA 2-32: BOXPLOT DELLA VELOCITÀ DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI VALEGGIO SUL MINCIO, RELATIVI ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-48
FIGURA 2-33: BOXPLOT DELLA DIREZIONE DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E CORRELAZIONE TRA VELOCITÀ E DIREZIONE PER LA STAZIONE DI VALEGGIO SUL MINCIO, RELATIVI ALL'INTERO PERIODO 2004-2008..... 2-49
FIGURA 2-34: ROSA DELLA STABILITÀ PER LA STAZIONE DI VALEGGIO SUL MINCIO, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-49
FIGURA 2-35: ROSA DEI VENTI PER LA STAZIONE DI VILLAFRANCA VERONESE, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008..... 2-50
FIGURA 2-36: BOXPLOT DELLA VELOCITÀ DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI VILLAFRANCA DI VERONA, RELATIVI ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-51
FIGURA 2-37: BOXPLOT DELLA DIREZIONE DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E CORRELAZIONE TRA VELOCITÀ E DIREZIONE PER LA STAZIONE DI VILLAFRANCA DI VERONA, RELATIVI ALL'INTERO PERIODO 2004-2008..... 2-51
FIGURA 2-38: ROSA DELLA STABILITÀ PER LA STAZIONE DI VILLAFRANCA VERONESE, RELATIVA ALL'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-52
FIGURA 2-39: ROSA DEI VENTI PER LA STAZIONE DI VERONA-CASON, RELATIVA AL PERIODO 2005-2007. 2-53
FIGURA 2-40: ROSA DELLA STABILITÀ PER LA STAZIONE DI VERONA-CASON, RELATIVA AL PERIODO 2005-2007. 2-53
FIGURA 2-41: BOXPLOT DELLA VELOCITÀ DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI QUALITÀ DELL'ARIA DI VERONA CASON, RELATIVI AL PERIODO 2005-2007. 2-54
FIGURA 2-42: BOXPLOT DELLA DIREZIONE DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E CORRELAZIONE TRA VELOCITÀ E DIREZIONE PER LA STAZIONE DI QUALITÀ DELL'ARIA DI VERONA CASON, RELATIVI AL PERIODO 2005-2007..... 2-54
FIGURA 2-43: ROSA DELLA STABILITÀ PER LA STAZIONE DI VERONA-VIA DOMINUTTI, RELATIVA AL PERIODO 2005-2007. 2-55
FIGURA 2-44: BOXPLOT DELLA VELOCITÀ DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E DEL MESE DELL'ANNO PER LA STAZIONE DI VERONA VIA DOMINUTTI, RELATIVI AL PERIODO 2004-2008. 2-55

FIGURA 2-45: BOXPLOT DELLA DIREZIONE DEL VENTO IN FUNZIONE DELL'ORA DEL GIORNO E CORRELAZIONE TRA VELOCITÀ E DIREZIONE PER LA STAZIONE DI VERONA VIA DOMINUTTI, RELATIVI AL PERIODO 2004-2008. .. 2-56
FIGURA 2-46: ROSA DELLA STABILITÀ PER LA STAZIONE DI VERONA-VIA DOMINUTTI, RELATIVA AL PERIODO 2005-2007. 2-56
FIGURA 2-47: ROSE DEI VENTI ELABORATE. 2-58
FIGURA 2-48: ROSE DELLA STABILITÀ ELABORATE. 2-59
FIGURA 2-49: CONFRONTO TRA I CICLI GIORNALIERI DELLA VELOCITÀ DEL VENTO CALCOLATI PER LE DIVERSE STAZIONI RELATIVI ALL'INTERO ANNO. 2-60
FIGURA 2-50: CONFRONTO TRA I CICLI GIORNALIERI DELLA VELOCITÀ DEL VENTO CALCOLATI PER LE DIVERSE STAZIONI RELATIVI ALLA PRIMAVERA. 2-61
FIGURA 2-51: CONFRONTO TRA I CICLI GIORNALIERI DELLA VELOCITÀ DEL VENTO CALCOLATI PER LE DIVERSE STAZIONI RELATIVI ALL'ESTATE. 2-61
FIGURA 2-52: CONFRONTO TRA I CICLI GIORNALIERI DELLA VELOCITÀ DEL VENTO CALCOLATI PER LE DIVERSE STAZIONI RELATIVI ALL'AUTUNNO. 2-62
FIGURA 2-53: CONFRONTO TRA I CICLI GIORNALIERI DELLA VELOCITÀ DEL VENTO CALCOLATI PER LE DIVERSE STAZIONI RELATIVI ALL'INVERNO. 2-62
FIGURA 2-54: CONFRONTO TRA I CICLI GIORNALIERI DELLA VELOCITÀ DEL VENTO PER LE DIVERSE STAGIONI RELATIVI ALLA STAZIONE DI VILLAFRANCA DI VERONA. 2-63
FIGURA 2-55: CURVA DI DISTRIBUZIONE DI WEIBULL RELATIVA ALLA VELOCITÀ DEL VENTO DELLA STAZIONE DI VILLAFRANCA DI VERONA. 2-64
FIGURA 2-56: CURVA DI DISTRIBUZIONE DI WEIBULL RELATIVA ALLA VELOCITÀ DEL VENTO DELLA STAZIONE DI GREZZANA. 2-64
FIGURA 2-57: CONFRONTO TRA I CICLI GIORNALIERI DELLA TEMPERATURA NELLE DIVERSE STAZIONI RELATIVI ALL'INTERO ANNO. 2-65
FIGURA 2-58: CONFRONTO TRA I CICLI GIORNALIERI DELLA RADIAZIONE SOLARE CALCOLATI PER LE DIVERSE STAZIONI RELATIVI ALL'INTERO ANNO. 2-66
FIGURA 2-59: CONFRONTO TRA I CICLI GIORNALIERI DELLA RADIAZIONE SOLARE PER LE DIVERSE STAGIONI RELATIVI ALLA STAZIONE DI VILLAFRANCA DI VERONA. 2-67
FIGURA 2-60: CONFRONTO TRA I CICLI GIORNALIERI DELL'UMIDITÀ RELATIVA NELLE DIVERSE STAZIONI RELATIVI ALL'INTERO ANNO. 2-68
FIGURA 2-61: CONFRONTO TRA I CICLI GIORNALIERI DELL'UMIDITÀ RELATIVA PER LE DIVERSE STAGIONI RELATIVI ALLA STAZIONE DI VILLAFRANCA DI VERONA. 2-68
FIGURA 2-62: CONFRONTO TRA I CICLI ANNUALI DELLA PRECIPITAZIONE CUMULATA MENSILE NELLE DIVERSE STAZIONI. 2-69
FIGURA 2-63: CONFRONTO TRA I CICLI ANNUALI DEL NUMERO DI GIORNI MENSILI CON PRECIPITAZIONE SUPERIORE A 1 MM NELLE DIVERSE STAZIONI. 2-70
FIGURA 2-64: CONFRONTO TRA I CICLI MEDI GIORNALIERI DELLA VELOCITÀ DEL VENTO PER I QUATTRO DIVERSI SCENARI METEOROLOGICI RELATIVI ALLA STAZIONE DI VILLAFRANCA DI VERONA. 2-72
FIGURA 2-65: VARIAZIONE DELLA PRECIPITAZIONE TOTALE ANNUA *P* [MM] (MEDIA SUL QUINQUENNIO 2004-2008) IN FUNZIONE DELLA QUOTA *H* DELLA STAZIONE DI MISURA. LE BARRE TRATTEGGIATE RAPPRESENTANO L'INTERVALLO DI VARIABILITÀ COMPRESO FRA I VALORI MINIMO E MASSIMO REGISTRATI PRESSO LA STAZIONE NEL QUINQUENNIO. NEL GRAFICO È RIPORTATA ANCHE L'EQUAZIONE DELLA CURVA INTERPOLANTE CON IL RELATIVO VALORE DEL COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE LINEARE R. 2-73
FIGURA 2-66: VARIAZIONE DELLA TEMPERATURA MEDIA ANNUA SUPERFICIALE *T* [°C] (MEDIATA SUL QUINQUENNIO 2004-2008) IN FUNZIONE DELLA QUOTA *H* DELLA STAZIONE DI MISURA. LE BARRE

TRATTEGGIATE RAPPRESENTANO L'INTERVALLO DI VARIABILITÀ COMPRESO FRA I VALORI MINIMO E MASSIMO REGISTRATI PRESSO LA STAZIONE NEL QUINQUENNIO. NEL GRAFICO È RIPORTATA ANCHE L'EQUAZIONE DELLA RETTA INTERPOLANTE CON IL RELATIVO VALORE DEL COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE LINEARE R. 2-74
FIGURA 2-67: SPAZIALIZZAZIONE DEL DATO DI PRECIPITAZIONE MEDIA ANNUA MEDIANTE KRIGING, UTILIZZANDO I DATI REGISTRATI PRESSO LE STAZIONI METEOROLOGICHE ARPAV MOSTRATE IN FIGURA. 2-75
FIGURA 2-68: RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DELLA SUDDIVISIONE DELL'AREA IN ESAME IN DUE MACRO AREE CLIMATOLOGICAMENTE OMOGENEE: IN VERDE LE ZONE DI PIANURA, IN VIOLA LE ZONE COLLINARI. 2-77
FIGURA 2-69: UN ESEMPIO DI PROFILO VERTICALE DI TEMPERATURA POTENZIALE RICAVATO MEDIANTE ANALISI DEI DATI DA RADIOMETRO HATPRO ALLE ORE 0:00, 6:00, 12:00 E 18:00 UTC (OSSIA RIFERITE AL FUSO ORARIO DI GREENWICH) DEL GIORNO 18/01/2008 (CONDIZIONE FORTEMENTE STABILI). 2-80
FIGURA 2-70: INDICE DI CRITICITÀ METEOROLOGICA PER LA STAZIONE DI VILLAFRANCA VALUTATO SULL'INTERO PERIODO 2004-2008 SULLA BASE DELLA CLASSE DI STABILITÀ ATMOSFERICA 2-82
FIGURA 2-71: INDICE DI CRITICITÀ METEOROLOGICA PER LA STAZIONE DI CASTELNUOVO DEL GARDA VALUTATO SULL'INTERO PERIODO 2004-2008 SULLA BASE DELLA CLASSE DI STABILITÀ ATMOSFERICA 2-83
FIGURA 2-72: IMPRESE REGISTRATE ALLA CAMERA DI COMMERCIO DI VERONA (DATI 2009). PESO RELATIVO DEI DIVERSI SETTORI. 2-87
FIGURA 2-73: IMPRESE DEL SETTORE MANIFATTURIERO REGISTRATE ALLA CAMERA DI COMMERCIO DI VERONA (DATI 2007): PESO RELATIVO DEI DIVERSI SETTORI. 2-88
FIGURA 2-74: RETE VIARIA (DATI PTCP 2010). 2-91
FIGURA 2-75: RETE FERROVIARIA, DELLE LINEE NAVIGABILI E DEGLI AEROPORTI (DATI PTCP 2010). 2-92
FIGURA 2-76: SISTEMA DELLE AREE PRODUTTIVE (DATI PTCP VERONA 2010). LE AREE PRODUTTIVE COMPRENDONO SIA QUELLE ESISTENTI SIA QUELLE IN COMPLETAMENTO. 2-93
FIGURA 2-77: DENSITÀ DI POPOLAZIONE RELATIVA AL CENSIMENTO 2001, IN AB/KM^2 2-94
FIGURA 2-78: MAPPA DELLE AREE INDUSTRIALI E COMMERCIALI (IN VIOLA) E DEGLI INSEDIAMENTI CIVILI (IN BLU). 2-95
FIGURA 2-79: FLUSSI DI TRAFFICO MEDIO ORARIO DEGLI ARCHI STRADALI EXTRAURBANI DEL PTCP NEI COMUNI IN OGGETTO. 2-98
FIGURA 2-80: FATTORE DI EMISSIONE PER GLI NO_x SEPARATO PER CLASSE DI VEICOLO (MEDIA SULLE CLASSI EURO). 2-101
FIGURA 2-81: FATTORE DI EMISSIONE PER GLI NO_x, MEDIO PESATO SUL PARCO MACCHINE DELLA PROVINCIA DI VERONA. 2-102
FIGURA 2-82: FATTORE DI EMISSIONE PER IL PM_{10} SEPARATO PER CLASSE DI VEICOLO (MEDIA SULLE CLASSI EURO). 2-102
FIGURA 2-83: FATTORE DI EMISSIONE PER IL PM_{10}, MEDIO PESATO SUL PARCO MACCHINE DELLA PROVINCIA DI VERONA. 2-103
FIGURA 2-84: EMISSIONI ANNUE DI NO_x [T/(KM · ANNO)] DA TRAFFICO LINEARE DELLA RETE EXTRAURBANA. 2-105
FIGURA 2-85: EMISSIONI ANNUE DI PM_{10} [T/(KM · ANNO)] DA TRAFFICO LINEARE DELLA RETE EXTRAURBANA. 2-106
FIGURA 2-86: VEICOLI IMMATRICOLATI E CIRCOLANTI NEI COMUNI IN OGGETTO. IL COEFFICIENTE V.I. È POSITIVO NEI COMUNI IN CUI IL NUMERO DI VEICOLI CIRCOLANTI È MAGGIORE DI QUELLO DEI VEICOLI IMMATRICOLATI E VICEVERSA. 2-108
FIGURA 2-87: CONFRONTO TRA LA DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLE AZIENDE DI CUI SI HANNO DATI DI EMISSIONE (SOPRA) E DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLE AZIENDE DEL SETTORE MANIFATTURIERO ISCRITTE ALLA CAMERA DI COMMERCIO DI VERONA NEL 2008 (SOTTO). 2-112
FIGURA 2-88: LOCALIZZAZIONE DELLE SORGENTI PUNTUALI CONSIDERATE 2-113

FIGURA 2-89: MAPPA DELLA DISCARICA DI PESCANTINA TRATTA DALLA RELAZIONE DIVULGATIVA ANNO 2008 DI SICEA (HTTP://PORTALE.PROVINCIA.VR.IT/FILES/NEWWEB/AREA-SERVI/SETTORE-EC/REPORT-CON/U-O--RIFIU1/DISCARICA-/PESCANTINA_RDA_2008.PDF). 2-116
FIGURA 2-90: ANDAMENTO DEI VOLUMI DI BIOGAS CAPTATO, DISPERSO E TOTALE DAL 1989 AL 2007 NELLA DISCARICA DI PESCANTINA. 2-117
FIGURA 2-91: MAPPA DELLE CAVE AUTORIZZATE (LAYER PTCP). 2-118
FIGURA 2-92: MAPPA DEI PRINCIPALI ATTRATTORI DI TRAFFICO: LA DIMENSIONE DEL SIMBOLO È PROPORZIONALE AL NUMERO DI VEICOLI/ANNO RIPORTATO IN TABELLA 2-35. 2-120
FIGURA 2-93: CONFRONTO TRA LE EMISSIONI TOTALI ANNUE DERIVANTI DALL'AGRICOLTURA E DAGLI ALLEVAMENTI E LE EMISSIONI DEL MACROSETTORE 10 – DATO DELL'INVENTARIO ISPRA DISAGGREGATO (ESPRESSE IN T/ANNO). 2-145
FIGURA 2-94: MAPPA DEI 4 GRUPPI DI COMUNI INDIVIDUATI. 2-154
FIGURA 2-95: RIPARTIZIONE DELLE EMISSIONI NEI DIVERSI MACROSETTORI PER IL GRUPPO 1. 2-155
FIGURA 2-96: RIPARTIZIONE DELLE EMISSIONI NEI DIVERSI MACROSETTORI PER IL GRUPPO 2. 2-156
FIGURA 2-97: RIPARTIZIONE DELLE EMISSIONI NEI DIVERSI MACROSETTORI PER IL GRUPPO 3. 2-158
FIGURA 2-98: RIPARTIZIONE DELLE EMISSIONI NEI DIVERSI MACROSETTORI PER IL GRUPPO 4. 2-159
FIGURA 2-99: LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO DELLA MONDADORI PRINTING. 2-163
FIGURA 2-100: MAPPA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI NO_X (VALORI AUTORIZZATI). 2-165
FIGURA 2-101: MAPPA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI PTS (VALORI AUTORIZZATI). 2-165
FIGURA 2-102: MAPPA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI SO_2 (VALORI AUTORIZZATI). 2-166
FIGURA 2-103: MAPPA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI $CR^{(VI)}$ IN CASO DI EMISSIONE CONTINUA (VALORI AUTORIZZATI). 2-166
FIGURA 2-104: LA SS11 A VAGO DI LAVAGNO. 2-168
FIGURA 2-105: PLANIMETRIA DEL TRATTO DI STRADA IN ESAME E TGM. 2-170
FIGURA 2-106: DETTAGLIO DELLA ZONA A MAGGIORE INQUINAMENTO SECONDO LA SIMULAZIONE EFFETTUATA. 2-171
FIGURA 2-107: SCHEMA INDICATIVO DELLA VARIAZIONE DELLA CONCENTRAZIONE IN CORRISPONDENZA DI UN CANYON STRADALE. SI OSSERVA CHE, TIPICAMENTE, SI HA UN'ELEVATA CONCENTRAZIONE IN SEDE STRADALE ALL'INTERNO DEL VOLUME D'ARIA CONTENUTO TRA GLI EDIFICI, E UNA RAPIDA DECRESCITA VERSO L'ESTERNO O COMUNQUE SUBITO ALLE SPALLE DELLA PRIMA FILA DI EDIFICI. 2-172
FIGURA 2-108: MAPPA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI NO_X. 2-173
FIGURA 2-109: MAPPA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI PM_{10}. 2-173
FIGURA 2-110: MAPPA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI SO_2. 2-174
FIGURA 2-111: MAPPA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI CO. 2-174
FIGURA 2-112: CONCENTRAZIONI NORMALIZZATE DI NO (CERCHI) E NO2 (TRIANGOLI) PER LE AREE DI STUDIO PIÙ A SUD DELLA A22. LE BARRE VERTICALI INDIVIDUANO LA DEVIAZIONE STANDARD. (HEIMANN D. ET AL., 2007). 2-181
FIGURA 2-113: DISTRIBUZIONI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI NO_2 E PM_{10} AL SUOLO DETERMINATE DAL TRAFFICO SULL'AUTOSTRADA A22 NEL TRATTO COMPRESO TRA VERONA E BOLZANO COME RISULTATO DELLA MODELLAZIONE APPLICATA IN ALPNAP. (HEIMANN D. ET AL., 2007). 2-182
FIGURA 2-114:DISTRIBUZIONE DELLA POPOLAZIONE RESIDENTE NEL TRATTO INFERIORE DI AUTOSTRADA A22 ANALIZZATO IN ALPNAP. (HEIMANN D. ET AL., 2007). 2-183
FIGURA 2-115:RAPPRESENTAZIONE GIS DELL'IMPATTO DA ESPOSIZIONE DA NO_2 (A SINISTRA) E PM_{10} (A DESTRA) NEL TRATTO INFERIORE DELL'A22 ANALIZZATO IN ALPNAP. (HEIMANN D. ET AL., 2007). 2-184
FIGURA 2-116: CICLO GIORNALIERO DELLA CONCENTRAZIONE DI OZONO NELLA STAZIONE DI VERONA CASON, RELATIVO ALL'INVERNO 2008. 2-186

FIGURA 2-117: CICLO GIORNALIERO DELLA CONCENTRAZIONE DI OZONO NELLA STAZIONE DI VERONA CASON, RELATIVO ALLA PRIMAVERA 2008..... 2-186
FIGURA 2-118: CICLO GIORNALIERO DELLA CONCENTRAZIONE DI OZONO NELLA STAZIONE DI VERONA CASON, RELATIVO ALL'ESTATE 2008. 2-187
FIGURA 2-119: CICLO GIORNALIERO DELLA CONCENTRAZIONE DI OZONO NELLA STAZIONE DI VERONA CASON, RELATIVO ALL'AUTUNNO 2008. 2-187
FIGURA 2-120: CICLO GIORNALIERO DELLA CONCENTRAZIONE DI OZONO NELLA STAZIONE DI VERONA CASON, RELATIVO ALL'INTERO ANNO 2008. 2-188
FIGURA 2-121: MAPPA DELLE STAZIONI DI MISURA DI QUALITÀ DELL'ARIA DI ARPAV..... 2-192
FIGURA 2-122: CONFRONTO TRA CICLI DIURNI DEL BIOSSIDO DI ZOLFO IN ALCUNE STAZIONI DI MISURA. 2-208
FIGURA 2-123: CONFRONTO TRA CICLI ANNUALI DEL BIOSSIDO DI ZOLFO IN ALCUNE STAZIONI DI MISURA..... 2-208
FIGURA 2-124: CONFRONTO TRA ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE ORARIA DI NO_2 DEL 2008 E QUELLO DEL 2007 NELLA STAZIONE DI VERONA ZAI. 2-213
FIGURA 2-125: NUMERO PROGRESSIVO DI SUPERAMENTI DELLA SOGLIA MEDIA GIORNALIERA DI PM10 NELLA STAZIONE DI VERONA CASON PER L'ANNO 2008. 2-215
FIGURA 2-126: SCATTER PLOT TRA LE CONCENTRAZIONI MEDIE ORARIE DI NO_2 RILEVATE NELLE STAZIONI DI CORSO MILANO E CASON FINO A MAGGIO 2007. 2-216
FIGURA 2-127: SCATTER PLOT TRA LE CONCENTRAZIONI MEDIE ORARIE DI NO_2 RILEVATE NELLE STAZIONI DI CORSO MILANO E CASON DA GIUGNO 2007 2-216
FIGURA 2-128: SCATTER PLOT TRA LE CONCENTRAZIONI MEDIE ORARIE DI NO_2 RILEVATE NELLE STAZIONI DI CORSO MILANO E CASON PER L'INTERO PERIODO 2004-2008. 2-217
FIGURA 2-129: CORRELAZIONI TRA LE CONCENTRAZIONI ORARIA DI NO_2 IN DIVERSE STAZIONI. 2-217
FIGURA 2-130: CORRELAZIONI TRA LE CONCENTRAZIONI ORARIA DI NO_2 IN DIVERSE STAZIONI. 2-218
FIGURA 2-131: CONFRONTO TRA CICLI DIURNI DELLA CONCENTRAZIONE ORARIA DI NO_2 IN DIVERSE STAZIONI.... 2-219
FIGURA 2-132: CONFRONTO TRA CICLI ANNUALI DELLA CONCENTRAZIONE ORARIA DI NO_2 IN DIVERSE STAZIONI. 2-219
FIGURA 2-133: CONFRONTO TRA CICLI DIURNI DELLA CONCENTRAZIONE ORARIA DI O_3 IN DIVERSE STAZIONI. 2-220
FIGURA 2-134: CONFRONTO TRA CICLI ANNUALI DELLA CONCENTRAZIONE ORARIA DI O_3 IN DIVERSE STAZIONI. .. 2-221
FIGURA 2-135: CONFRONTO TRA CICLI ANNUALI DELLA CONCENTRAZIONE ORARIA DI PM_{10} IN DIVERSE STAZIONI. 2-222
FIGURA 2-136: CORRELAZIONE TRA CONCENTRAZIONE ORARIA DI NO_2 E VELOCITÀ DEL VENTO NELLA STAZIONE DI VILLAFRANCA DI VERONA NELLA STAGIONE INVERNALE. 2-223
FIGURA 2-137: CORRELAZIONE TRA CONCENTRAZIONE ORARIA DI O_3 E TEMPERATURA NELLA STAZIONE DI VERONA CASON. 2-223
FIGURA 2-138: CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE DI NO_2 RILEVATE NELLA STAZIONE DI VERONA CORSO MILANO RELATIVE A TUTTO IL QUINQUENNIO E ISOLANDO LE SOLE CALME DI VENTO. 2-224
FIGURA 2-139: CORRELAZIONE TRA VALORI MEDI GIORNALIERI DI PM_{10} E NO_2 MISURATI NELLA STAZIONE DI VR-CASON DURANTE IL QUINQUENNIO 2004-2008..... 2-226
FIGURA 2-140: CICLI ANNUALI DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA DI PM_{10} E NO_2 MISURATI NELLA STAZIONE DI VR-CASON. 2-227
FIGURA 2-141: CORRELAZIONE TRA VALORI MEDI GIORNALIERI DI PM_{10} E $PM_{2.5}$ MISURATI NELLA STAZIONE DI VR-CASON DURANTE IL BIENNIO 2007-2008. 2-228
FIGURA 2-142: ANDAMENTO DEL RAPPORTO TRA $PM_{2.5}$ E PM_{10} MISURATI NELLA STAZIONE DI VR-CASON DURANTE IL 2008 E VALORE MEDIO ANNUALE (LINEA ROSSA ORIZZONTALE)..... 2-229

FIGURA 2-143: ANDAMENTO DEL MASSIMO GIORNALIERO DELLE MEDIE MOBILI SU 8 H DELLA CONCENTRAZIONE DI OZONO, RELATIVO ALLA STAZIONE DI VR-CASON DURANTE IL 2004. 2-231
FIGURA 2-144: LOCALIZZAZIONE DELLE POSTAZIONI IN CUI SONO STATE EFFETTUATE LE CAMPAGNE MOBILI NEL QUINQUENNIO 2004-2008. 2-233
FIGURA 2-145: CONFRONTO TRA LA CONCENTRAZIONE ORARIA DI NO_2 DELLA CAMPAGNA MOBILE 10 A S. GIOVANNI LUPATOTO E LA CONCENTRAZIONE DELLA CENTRALINA FISSA DI CORSO MILANO. 2-234
FIGURA 2-146: CONFRONTO TRA LA CONCENTRAZIONE GIORNALIERA DI PM_{10} DELLA CAMPAGNA MOBILE 10 A S. GIOVANNI LUPATOTO E LA CONCENTRAZIONE DELLA CENTRALINA FISSA DI CORSO MILANO. 2-235
FIGURA 2-147: DEFINIZIONE DELLE DIVERSE TIPOLOGIE DI STAZIONE (DA LINEE GUIDA PER LA PREDISPOSIZIONE DELLE RETI DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN ITALIA, APAT, 2004). 2-237
FIGURA 2-148: CARATTERISTICHE DELLE STAZIONI PER LA PROTEZIONE DEGLI ECOSISTEMI (DA LINEE GUIDA PER LA PREDISPOSIZIONE DELLE RETI DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN ITALIA, APAT, 2004). 2-237
FIGURA 2-149: CARATTERISTICHE DELLE STAZIONI PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (DA LINEE GUIDA PER LA PREDISPOSIZIONE DELLE RETI DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN ITALIA, APAT, 2004)..... 2-238
FIGURA 2-150: CRITERI PER LA SCELTA DEL NUMERO DI CENTRALINE FISSE DA INSTALLARE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (DA LINEE GUIDA PER LA PREDISPOSIZIONE DELLE RETI DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN ITALIA, APAT, 2004). 2-238
FIGURA 2-151: CRITERI PER LA SCELTA DEL NUMERO DI CENTRALINE FISSE DA INSTALLARE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA IN AREE ESTERNE DAGLI AGGLOMERATI (DA LINEE GUIDA PER LA PREDISPOSIZIONE DELLE RETI DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN ITALIA, APAT, 2004). 2-239
FIGURA 2-152: CRITERI PER LA SCELTA DEL NUMERO DI CENTRALINE FISSE DA INSTALLARE PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE E DEGLI ECOSISTEMI (DA LINEE GUIDA PER LA PREDISPOSIZIONE DELLE RETI DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN ITALIA, APAT, 2004)..... 2-239
FIGURA 2-153: PUNTI DI MISURA DEI CAMPIONAMENTI PASSIVI DEL PROGETTO DI MAPPATURA DI AREE REMOTE DOCUP: GRIGLIA REGOLARE 18X18 KM. 2-240
FIGURA 2-154: COMUNI INTERESSATI DAL PROGETTO DI MAPPATURA DI AREE REMOTE DOCUP: IN VERDE I COMUNI CHE HANNO BENEFICIATO DEL FINANZIAMENTO, IN ROSSO QUELLI MONITORATI AL DI FUORI DEL PROGETTO. 2-241
FIGURA 2-155: GIORNATE DI MISURA EFFETTUATE CON I MEZZI E LE STAZIONI MOBILI DURANTE IL QUINQUENNIO 2004-2008..... 2-242
FIGURA 2-156: ANDAMENTO DEL PM_{10} MISURATO A VILLAFRANCA, IN VIA SOMMACAMPAGNA TRA IL 3.9.2004 E IL 12.10.2004 E QUELLO RILEVATO NELLO STESSO PERIODO NELLA CENTRALINA FISSA DI CORSO MILANO. 2-243
FIGURA 2-157: VARIAZIONI DI TRAFFICO DEL GIORNO 8 FEBBRAIO 2008 IN CORRISPONDENZA DELLA CIRCONVALLAZIONE INTERNA DI VERONA RISPETTO ALLE ALTRE DOMENICHE DELL'ANNO (COMUNE DI VERONA, UFFICIO MOBILITÀ E TRAFFICO)..... 2-246
FIGURA 2-158: VARIAZIONI DI TRAFFICO DEL GIORNO 8 FEBBRAIO 2008 IN CORRISPONDENZA DEI VARCHI DI ACCESSO ALLA CITTÀ RISPETTO ALLE ALTRE DOMENICHE DELL'ANNO (COMUNE DI VERONA, UFFICIO MOBILITÀ E TRAFFICO). 2-246
FIGURA 2-159: ANDAMENTO DIURNO E STAGIONALE DELL'ALTEZZA DI RIMESCOLAMENTO A VERONA..... 2-249
FIGURA 2-160: ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DI PM_{10} NELL'ANNO 2005 TRA LE STAZIONI DI B.GO MILANO E MILANO JUVARA. 2-252
FIGURA 2-161: ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DI PM_{10} NELL'ANNO 2006 TRA LE STAZIONI DI B.GO MILANO E MILANO JUVARA. 2-252

FIGURA 2-162: ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DI PM_{10} NELL'ANNO 2007 TRA LE STAZIONI DI B.GO MILANO E MILANO VERZIERE. 2-253
FIGURA 2-163: ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DI PM_{10} NELL'ANNO 2008 TRA LE STAZIONI DI B.GO MILANO E MILANO VERZIERE. 2-253
FIGURA 2-164: ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DI PM_{10} NELL'ANNO 2009 TRA LE STAZIONI DI B.GO MILANO E MILANO VERZIERE. 2-253
FIGURA 2-165: ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DI PM_{10} NEI MESI DI GENNAIO E FEBBRAIO DEL 2010 TRA LE STAZIONI DI B.GO MILANO E MILANO VERZIERE 2-254
FIGURA 2-166: ANALISI DELLA CONCENTRAZIONE DI PM_{10} IN UN CASO ACUTO DI INQUINAMENTO SU BACINO PADANO-ADRIATICO DA MODELLO NINFA (ARPA-ER). 2-254
FIGURA 2-167: SCHEMA CONCETTUALE DI CONTRIBUTI ALLA CONCENTRAZIONE DI PM_{10} IN DIVERSI PUNTI DI MONITORAGGIO. 2-255
FIGURA 2-168: SETTIMANA TIPO DI CONCENTRAZIONE DI PM_{10} CALCOLATA A E B.GO MILANO E CASON NEL 2009. 2-255
FIGURA 2-169: ANDAMENTO DELL'ALTEZZA DI MESCOLAMENTO H_{MIX}, DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA DI PM_{10} E DELLA CONCENTRAZIONE ORARIA DI NO_2 MISURATE NELLA STAZIONE DI VERONA CASON NEL PERIODO COMPRESO TRA IL 18.01.2008 E IL 07.02.2008. 2-257
FIGURA 2-170: ANDAMENTO DELL'ALTEZZA DI MESCOLAMENTO H_{MIX}, DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA GIORNALIERA DI PM_{10} E DELLA CONCENTRAZIONE ORARIA DI NO_2 MISURATE NELLA STAZIONE DI VERONA CASON NEL PERIODO COMPRESO TRA IL 08.02.2008 E IL 28.02.2008. 2-258
FIGURA 2-171: MORTALITÀ TOTALE PER GRUPPI DI CAUSE – PROVINCIA DI VERONA – ANNO 2006. 2-269
FIGURA 2-172: MORTALITÀ TOTALE PER GRUPPI DI CAUSE. FREQUENZA RELATIVA ULSS 20 ANNO 2007. 2-270

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 2-1: ELENCO DELLE STAZIONI METEOROLOGICHE DELLA RETE DI TELERILEVAMENTO GESTITA DA ARPAV – CMT UTILIZZATA PER IL PRESENTE STUDIO. 2-24
TABELLA 2-2: ELENCO DELLE STAZIONI METEOROLOGICHE ARPAV PRESE IN ESAME, INTERVALLO TEMPORALE DI DATI ANALIZZATO E CARATTERISTICHE GEOGRAFICHE. 2-25
TABELLA 2-3: ELENCO DELLE STAZIONI METEOROLOGICHE ARPAV PRESE IN ESAME E DEI PARAMETRI ANALIZZATI PER CIASCUNA STAZIONE. 2-25
TABELLA 2-4: ELENCO DELLE STAZIONI DI QUALITÀ DELL'ARIA ARPAV DI CUI SONO STATI ANALIZZATI I DATI METEOROLOGICI. 2-26
TABELLA 2-5: DETERMINAZIONE DELLA CLASSE DI STABILITÀ DI PASQUILL NELLE ORE DIURNE. 2-28
TABELLA 2-6: DETERMINAZIONE DELLA CLASSE DI STABILITÀ DI PASQUILL NELLE ORE NOTTURNE. 2-28
TABELLA 2-7: DETERMINAZIONE DELLA CLASSE DI STABILITÀ DI PASQUILL NELLE ORE NOTTURNE: SCHEMA BASATO SULLE CAMPAGNE DI MISURA DEL PROGETTO ALPNAP. 2-28
TABELLA 2-8: PERCENTUALE DI DATI VALIDI PER CIASCUN PARAMETRO METEOROLOGICO, RELATIVO AL QUINQUENNIO 2004-2008, NELLE STAZIONI ESAMINATE. 2-29
TABELLA 2-9: VALORI MEDI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI MISURATI NELLA STAZIONE DI BARDOLINO. 2-32
TABELLA 2-10: VALORI MEDI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI MISURATI NELLA STAZIONE DI BOSCO CHIESANUOVA. 2-34
TABELLA 2-11: VALORI MEDI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI MISURATI NELLA STAZIONE DI BUTTAPIETRA. 2-37
TABELLA 2-12: VALORI MEDI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI MISURATI NELLA STAZIONE DI CASTELNUOVO DEL GARDA. 2-39
TABELLA 2-13: VALORI MEDI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI MISURATI NELLA STAZIONE DI GREZZANA. 2-42
TABELLA 2-14: VALORI MEDI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI MISURATI NELLA STAZIONE DI ILLASI. 2-44
TABELLA 2-15: VALORI MEDI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI MISURATI NELLA STAZIONE DI MARANO DI VALPOLICELLA. 2-47
TABELLA 2-16: VALORI MEDI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI MISURATI NELLA STAZIONE DI SAN PIETRO IN CARIANO. 2-47
TABELLA 2-17: VALORI MEDI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI MISURATI NELLA STAZIONE DI VALEGGIO SUL MINCIO. 2-50
TABELLA 2-18: VALORI MEDI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI MISURATI NELLA STAZIONE DI VILLAFRANCA VERONESE. 2-52
TABELLA 2-19: VALORI MEDI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-CASON. 2-54
TABELLA 2-20: VALORI MEDI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-VIA DOMINUTTI. 2-57
TABELLA 2-21: ELENCO DELLE PERCENTUALI DI GIORNI DEL QUINQUENNIO 2004-2008 APPARTENENTI AI QUATTRO SCENARI METEOROLOGICI INDIVIDUATI PER TUTTE LE STAZIONI. 2-71
TABELLA 2-22: NUMERO DI IMPRESE REGISTRATE ALLA CAMERA DI COMMERCIO DI VERONA NEGLI ANNI 2007 E 2009, SUDDIVISE PER SETTORE. 2-86
TABELLA 2-23: IMPRESE DEL SETTORE MANIFATTURIERO REGISTRATE ALLA CAMERA DI COMMERCIO DI VERONA. 2-87

TABELLA 2-24: LUNGHEZZA TOTALE DELLE STRADE ESISTENTI E IN PROGETTO (KM) NEL TERRITORIO DEI 18 COMUNI ADERENTI AL PIANO. AREA TOTALE DEGLI INSEDIAMENTI PRODUTTIVI E DELLE AREE TURISTICHE ESISTENTI E IN PROGETTO (KM^2) NEL TERRITORIO DEI 18 COMUNI ADERENTI AL PIANO. 2-90
TABELLA 2-25: VARIAZIONE DELLA POPOLAZIONE TRA IL 2008 E IL 2009 NEI DIVERSI COMUNI (DATO ISTAT).... 2-93
TABELLA 2-26: FATTORI DI EMISSIONE MEDI DA TRAFFICO IN LOMBARDIA NEL 2005 PER TIPO DI VEICOLO E TIPO STRADA - DATI FINALI (PARTE I). 2-99
TABELLA 2-27: FATTORI DI EMISSIONE MEDI DA TRAFFICO IN LOMBARDIA NEL 2005 PER TIPO DI VEICOLO E TIPO STRADA - DATI FINALI (PARTE II)..... 2-100
TABELLA 2-28: EMISSIONI TOTALI ANNUE DA TRAFFICO LINEARE SUL TERRITORIO DI CIASCUN COMUNE - PARTE I. 2-103
TABELLA 2-29: EMISSIONI TOTALI ANNUE DA TRAFFICO LINEARE SUL TERRITORIO DI CIASCUN COMUNE - PARTE II. 2-104
TABELLA 2-30: ESTENSIONE DELLA RETE EXTRAURBANA E AUTOSTRADALE NEI COMUNI IN OGGETTO. 2-106
TABELLA 2-31: CHILOMETRI PERCORSI LUNGO STRADE EXTRAURBANE E AUTOSTRADE NELL'AREA IN ESAME.2-107
TABELLA 2-32: NUMERO DI IMPRESE PER CIASCUN COMUNE DI CUI SI HANNO A DISPOSIZIONE DEI DATI DI EMISSIONE O PRODUZIONE. 2-111
TABELLA 2-33: EMISSIONI TOTALI ANNUE, ESPRESSE IN T/ANNO, DOVUTE ALLE SORGENTI PUNTUALI. 2-114
TABELLA 2-34: EMISSIONI TOTALI ANNUE DERIVANTI DALLA DISCARICA DI PESCANTINA. 2-117
TABELLA 2-35: IMPATTO DEI PRINCIPALI ATTRATTORI DI TRAFFICO CONSIDERATI. 2-119
TABELLA 2-36: DATI DEI MOVIMENTI AEREI ALL'AEROPORTO VALERIO CATULLO NELL'ANNO 2007 E RELATIVE EMISSIONI. 2-121
TABELLA 2-37: RIPARTIZIONE DELLE EMISSIONI DI CO E NO_x DOVUTE ALLA PRESENZA DELL'AEROPORTO. ... 2-122
TABELLA 2-38: STIME PER IL CONSUMO MEDIO DI GAS METANO PRO CAPITE. 2-124
TABELLA 2-39: FATTORI DI EMISSIONI UTILIZZATI DA INEMAR PER LE CALDAIE A METANO CON POTENZA INFERIORE AI 50 MW. 2-124
TABELLA 2-40: EMISSIONI TOTALI ANNUE DI BIOSSIDO DI ZOLFO (SO_2), BIOSSIDO DI AZOTO (NO_2), COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (COV) E METANO (CH_4), ESPRESSE IN T/ANNO E DOVUTE AGLI IMPIANTI CIVILI DI RISCALDAMENTO A METANO. 2-125
TABELLA 2-41: EMISSIONI TOTALI ANNUE DI MONOSSIDO DI CARBONIO (CO), ANIDRIDE CARBONICA (CO_2), PROTOSSIDO DI AZOTO (N_2O) E POLVERI TOTALI SOSPESE (PTS), ESPRESSE IN T/ANNO E DOVUTE AGLI IMPIANTI CIVILI DI RISCALDAMENTO A METANO. 2-125
TABELLA 2-42: FATTORI DI EMISSIONI UTILIZZATI DA INEMAR PER LE CALDAIE A GPL CON POTENZA INFERIORE AI 50 MW. 2-126
TABELLA 2-43: FATTORI DI EMISSIONI UTILIZZATI DA INEMAR PER LE CALDAIE A METANO CON POTENZA INFERIORE AI 50 MW. 2-126
TABELLA 2-44: EMISSIONI TOTALI ANNUE DI BIOSSIDO DI AZOTO (NO_2), COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (COV) E METANO (CH_4), ESPRESSE IN T/ANNO E DOVUTE AGLI IMPIANTI CIVILI DI RISCALDAMENTO A GPL. 2-127
TABELLA 2-45: EMISSIONI TOTALI ANNUE DI MONOSSIDO DI CARBONIO (CO), ANIDRIDE CARBONICA (CO_2), PROTOSSIDO DI AZOTO (N_2O) E POLVERI TOTALI SOSPESE (PTS), ESPRESSE IN T/ANNO E DOVUTE AGLI IMPIANTI CIVILI DI RISCALDAMENTO A GPL. 2-127
TABELLA 2-46: EMISSIONI TOTALI ANNUE DI BIOSSIDO DI ZOLFO (SO_2), BIOSSIDO DI AZOTO (NO_2), COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (COV) E METANO (CH_4), ESPRESSE IN T/ANNO E DOVUTE AGLI IMPIANTI CIVILI DI RISCALDAMENTO A GASOLIO. 2-128

TABELLA 2-47: EMISSIONI TOTALI ANNUE DI MONOSSIDO DI CARBONIO (CO), ANIDRIDE CARBONICA (CO_2), PROTOSSIDO DI AZOTO (N_2O) E POLVERI TOTALI SOSPESE (PTS), ESPRESSE IN T/ANNO E DOVUTE AGLI IMPIANTI CIVILI DI RISCALDAMENTO A GASOLIO. 2-129
TABELLA 2-48: EMISSIONI TOTALI ANNUE DI BIOSSIDO DI ZOLFO (SO_2), BIOSSIDO DI AZOTO (NO_2), COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (COV) E METANO (CH_4), ESPRESSE IN T/ANNO E DOVUTE MACROSETTORE DEL RISCALDAMENTO DOMESTICO. 2-129
TABELLA 2-49: EMISSIONI TOTALI ANNUE DI MONOSSIDO DI CARBONIO (CO), ANIDRIDE CARBONICA (CO_2), PROTOSSIDO DI AZOTO (N_2O) E POLVERI TOTALI SOSPESE (PTS), ESPRESSE IN T/ANNO E DOVUTE ALL'INTERO SETTORE DEL MACROSETTORE DEL RISCALDAMENTO DOMESTICO. 2-130
TABELLA 2-50: CONFRONTO DEI RISULTATI PER IL SETTORE DEL RISCALDAMENTO DOMESTICO CON I DATI DELL'INVENTARIO ISPRA DISAGGREGATO SU BASE COMUNALE..... 2-131
TABELLA 2-51: FATTORI DI EMISSIONI UTILIZZATI DA INEMAR PER LE COLTIVAZIONI CON FERTILIZZANTI. .. 2-132
TABELLA 2-52: FATTORI DI EMISSIONI UTILIZZATI DA INEMAR PER LE COLTIVAZIONI SENZA FERTILIZZANTI.2-132
TABELLA 2-53: EMISSIONI TOTALI ANNUE DI OSSIDI DI AZOTO (NO_x), PROTOSSIDO DI AZOTO (N_2O) E AMMONIACA (NH_3), ESPRESSE IN T/ANNO DOVUTE AL SETTORE DELL'AGRICOLTURA..... 2-133
TABELLA 2-54: CONSISTENZA DEGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI – PARTE I..... 2-134
TABELLA 2-55: CONSISTENZA DEGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI – PARTE II..... 2-134
TABELLA 2-56: FATTORI DI EMISSIONE DI INEMAR PER GLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI. 2-135
TABELLA 2-57: EMISSIONE DI METANO (CH_4) DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO - PARTE I..... 2-135
TABELLA 2-58: EMISSIONE DI METANO (CH_4) DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO - PARTE II. 2-136
TABELLA 2-59: EMISSIONE DI AMMONIACA (NH_3) DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO - PARTE I. 2-136
TABELLA 2-60: EMISSIONE DI AMMONIACA (NH_3) DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO - PARTE II..... 2-137
TABELLA 2-61: EMISSIONE DI PROTOSSIDO DI AZOTO (N_2O) DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO - PARTE I..... 2-138
TABELLA 2-62: EMISSIONE DI PROTOSSIDO DI AZOTO (N_2O) DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO - PARTE II. 2-138
TABELLA 2-63: EMISSIONE DI COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (COV) DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO..... 2-139
TABELLA 2-64: EMISSIONE DI PM_{10} DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO – PARTE I..... 2-139
TABELLA 2-65: EMISSIONE DI PM_{10} DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO – PARTE II. 2-140
TABELLA 2-66: EMISSIONE DI $PM_{2.5}$ DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO – PARTE I..... 2-140
TABELLA 2-67: EMISSIONE DI $PM_{2.5}$ DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO – PARTE II. 2-141
TABELLA 2-68: EMISSIONE DI POLVERI TOTALI SOSPESE (PTS) DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO – PARTE I. 2-142
TABELLA 2-69: EMISSIONE DI POLVERI TOTALI SOSPESE (PTS) DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER LE DIVERSE SPECIE ANIMALI ESPRESSE IN T/ANNO – PARTE II..... 2-142
TABELLA 2-70: EMISSIONE DERIVANTI DAGLI ALLEVAMENTI ZOOTECNICI PER CIASCUN COMUNE, ESPRESSE IN T/ANNO..... 2-143

TABELLA 2-71: EMISSIONE TOTALI ANNUE DERIVANTI DAL MACROSETTORE 10, ESPRESSE IN T/ANNO. 2-143
TABELLA 2-72: EMISSIONE TOTALI ANNUE DERIVANTI DAL MACROSETTORE 10, ESPRESSE IN T/ANNO: DATO DELL'INVENTARIO ISPRA DISAGGREGATO. 2-144
TABELLA 2-73: CLASSIFICAZIONE DEI MACROSETTORI SNAP E AGGREGAZIONE UTILIZZATA. 2-146
TABELLA 2-74: EMISSIONI DI SO_2, ESPRESSE IN T/ANNO, RIPARTITE NEI MACRO-COMPARTI INDIVIDUATI. 2-147
TABELLA 2-75: EMISSIONE PERCENTUALE DELLE EMISSIONI DI SO_2 NEI MACRO-COMPARTI INDIVIDUATI. 2-147
TABELLA 2-76: EMISSIONI DI NO_x, ESPRESSE IN T/ANNO, RIPARTITE NEI MACRO-COMPARTI INDIVIDUATI. 2-148
TABELLA 2-77: EMISSIONE PERCENTUALE DELLE EMISSIONI DI NO_x NEI MACRO-COMPARTI INDIVIDUATI. 2-148
TABELLA 2-78: EMISSIONI DI CO, ESPRESSE IN T/ANNO, RIPARTITE NEI MACRO-COMPARTI INDIVIDUATI. 2-149
TABELLA 2-79: EMISSIONE PERCENTUALE DELLE EMISSIONI DI CO NEI MACRO-COMPARTI INDIVIDUATI. 2-149
TABELLA 2-80: EMISSIONI DI CH_4, ESPRESSE IN T/ANNO, RIPARTITE NEI MACRO-COMPARTI INDIVIDUATI. 2-150
TABELLA 2-81: EMISSIONE PERCENTUALE DELLE EMISSIONI DI CH_4 NEI MACRO-COMPARTI INDIVIDUATI. 2-151
TABELLA 2-82: EMISSIONI DI NH_3, ESPRESSE IN T/ANNO, RIPARTITE NEI MACRO-COMPARTI INDIVIDUATI. 2-151
TABELLA 2-83: EMISSIONE PERCENTUALE DELLE EMISSIONI DI NH_3 NEI MACRO-COMPARTI INDIVIDUATI. 2-152
TABELLA 2-84: EMISSIONI DI PM_{10}, ESPRESSE IN T/ANNO, RIPARTITE NEI MACRO-COMPARTI INDIVIDUATI. 2-152
TABELLA 2-85: EMISSIONE PERCENTUALE DELLE EMISSIONI DI PM_{10} NEI MACRO-COMPARTI INDIVIDUATI. 2-153
TABELLA 2-86: EMISSIONI TOTALI AUTORIZZATE: IMPIANTO PRODUTTIVO MONDADORI PRINTING S.P.A. 2-164
TABELLA 2-87: FATTORI DI EMISSIONE UTILIZZATI NELLA SIMULAZIONE. 2-170
TABELLA 2-88: VALORE MEDIO ANNUO, MASSIMO E MINIMO ORARIO DI NO_x NEI PUNTI INDICATI IN FIGURA 2-106, IN CORRISPONDENZA DELL'INCROCIO PIÙ TRAFFICATO. 2-171
TABELLA 2-89: VALORE MEDIO ANNUO, MASSIMO E MINIMO GIORNALIERO DI PM_{10} NEI PUNTI INDICATI IN FIGURA 2-106 IN CORRISPONDENZA DELL'INCROCIO PIÙ TRAFFICATO. 2-172
TABELLA 2-90: DATI UTILIZZATI PER LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO A LIVELLO LOCALE, A SCALA INTERMEDIA E A GRANDE SCALA (HEIMANN D. ET AL., 2007). 2-177
TABELLA 2-91: DATI UTILIZZATI PER LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO A LIVELLO LOCALE, A SCALA INTERMEDIA E A GRANDE SCALA (HEIMANN D. ET AL., 2007). 2-178
TABELLA 2-92: ELENCO DELLE STAZIONI DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA ARPAV ANALIZZATE. .. 2-191
TABELLA 2-93: ELENCO DELLE STAZIONI DI QUALITÀ DELL'ARIA ARPAV PRESE IN ESAME E DEI PARAMETRI ANALIZZATI PER CIASCUNA STAZIONE. 2-192
TABELLA 2-94: PERCENTUALE DI DATI DI QUALITÀ DELL'ARIA VALIDI NEL QUINQUENNIO 2004-2008 (PARTE I). . 2-193
TABELLA 2-95: PERCENTUALE DI DATI DI QUALITÀ DELL'ARIA VALIDI NEL QUINQUENNIO 2004-2008 (PARTE II). 2-194
TABELLA 2-96: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI BOSCO CHIESANUOVA. 2-195
TABELLA 2-97: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI BOSCO CHIESANUOVA. 2-195
TABELLA 2-98: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI BOVOLONE. 2-195
TABELLA 2-99: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI BOVOLONE. 2-196
TABELLA 2-100: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI LEGNAGO. 2-196
TABELLA 2-101: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI LEGNAGO. 2-196

TABELLA 2-102: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI SAN BONIFACIO. 2-197
TABELLA 2-103: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI SAN BONIFACIO. 2-197
TABELLA 2-104: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI SAN MARTINO B.A. 2-197
TABELLA 2-105: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI SAN MARTINO B.A. 2-197
TABELLA 2-106: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VILLAFRANCA DI VERONA. 2-198
TABELLA 2-107: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VILLAFRANCA DI VERONA. 2-198
TABELLA 2-108: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-CASON. 2-198
TABELLA 2-109: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-CASON. 2-199
TABELLA 2-110: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-CORSO MILANO. 2-199
TABELLA 2-111: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-CORSO MILANO. 2-199
TABELLA 2-112: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-PIAZZA BERNARDI. 2-200
TABELLA 2-113: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-CORSO MILANO. 2-200
TABELLA 2-114: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-SAN GIACOMO. 2-200
TABELLA 2-115: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-SAN GIACOMO. 2-200
TABELLA 2-116: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-ZAI. 2-201
TABELLA 2-117: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-ZAI. 2-201
TABELLA 2-118: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-TORRICELLE. 2-201
TABELLA 2-119: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-TORRICELLE. 2-202
TABELLA 2-120: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI CA' DEL BUE. 2-202
TABELLA 2-121: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI VERONA-TORRICELLE. 2-202
TABELLA 2-122 - VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI MATOZZE. 2-203
TABELLA 2-123: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI MATOZZE. 2-203
TABELLA 2-124: VALORI MEDI DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI SAN GIOVANNI LUPATOTO. 2-203

TABELLA 2-125: COEFFICIENTI DI CORRELAZIONE TRA PARAMETRI DI QUALITÀ DELL'ARIA MISURATI NELLA STAZIONE DI SAN GIOVANNI LUPATOTO. 2-204
TABELLA 2-126: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL BIOSSIDO DI ZOLFO PER L'ANNO 2004. 2-204
TABELLA 2-127: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL BIOSSIDO DI ZOLFO PER L'ANNO 2005. 2-205
TABELLA 2-128: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL BIOSSIDO DI ZOLFO PER L'ANNO 2006. 2-206
TABELLA 2-129: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL BIOSSIDO DI ZOLFO PER L'ANNO 2007. 2-206
TABELLA 2-130: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL BIOSSIDO DI ZOLFO PER L'ANNO 2008. 2-207
TABELLA 2-131: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL BIOSSIDO DI AZOTO PER L'ANNO 2004. 2-209
TABELLA 2-132: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL BIOSSIDO DI AZOTO PER L'ANNO 2005. 2-210
TABELLA 2-133: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL BIOSSIDO DI AZOTO PER L'ANNO 2006. 2-210
TABELLA 2-134: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL BIOSSIDO DI AZOTO PER L'ANNO 2007. 2-211
TABELLA 2-135: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL BIOSSIDO DI AZOTO PER L'ANNO 2008. 2-211
TABELLA 2-136: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL PM_{10} PER L'ANNO 2004. 2-213
TABELLA 2-137: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL PM_{10} PER L'ANNO 2005. 2-213
TABELLA 2-138: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL PM_{10} PER L'ANNO 2006. 2-214
TABELLA 2-139: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL PM_{10} PER L'ANNO 2007. 2-214
TABELLA 2-140: SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE (D.M. 60/2002) PER IL PM_{10} PER L'ANNO 2008. 2-214
TABELLA 2-141: EPISODI ACUTI SELEZIONATI. 2-225
TABELLA 2-142: VALORI MEDI ANNUI $PM_{2.5}$ – VERONA CASON. 2-229
TABELLA 2-143: VALORI LIMITE PER L'OZONO (DA D.LGS. 183/2004). 2-229
TABELLA 2-144: LIMITI DI SUPERAMENTO PER L'OZONO. 2-230
TABELLA 2-145: ELENCO DELLE CAMPAGNE DI MISURA EFFETTUATE CON MEZZI MOBILI NEL QUINQUENNIO 2004-2008 E VERIFICATESI IN CONCOMITANZA DI EPISODI ACUTI DI INQUINAMENTO. 2-231
TABELLA 2-146: MEDIA DELLE CONCENTRAZIONI DI NO_2 MISURATE NELLE CAMPAGNE MOBILI E NELLE CENTRALINE FISSE E PERCENTUALE DI DATI VALIDI. 2-233
TABELLA 2-147: MEDIA DELLE CONCENTRAZIONI DI PM_{10} MISURATE NELLE CAMPAGNE MOBILI E NELLE CENTRALINE FISSE E PERCENTUALE DI DATI VALIDI. 2-234
TABELLA 2-148: PERIODI ACUTI DI INQUINAMENTO DA PM_{10} DA FINE 2002 AD INIZIO 2010. 2-250
TABELLA 2-149: PERIODI ACUTI DI INQUINAMENTO DA PM_{10} DA FINE 2002 AD INIZIO 2010. 2-250
TABELLA 2-150: CORRELAZIONE TRA LE CONCENTRAZIONI MISURATE A BORGO MILANO (VR) E JUVARA, VERZIERE (MI). 2-252

2 ANALISI DELLA SITUAZIONE ATTUALE

2.1 CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO

Gli elementi fondamentali del territorio e dell'ambiente della Provincia di Verona sono reperibili in varie fonti di letteratura, a partire dalla ben nota monografia comprensiva di Sormani-Moretti (1904). Informazioni più aggiornate si trovano in alcune pubblicazioni, come i rapporti sullo stato dell'Ambiente pubblicati annualmente da ARPAV. Di seguito si richiameranno i fattori meteo-climatologici che più direttamente incidono sui processi di diffusione, dispersione e trasformazione degli inquinanti in atmosfera.
Il clima della Provincia di Verona, pur rientrando nella tipologia continentale dell'area mediterranea, presenta proprie peculiarità, trovandosi in una zona di transizione tra la costa adriatica e la catena alpina, che separa questo territorio dall'area continentale centro-europea.
Ad una analisi più di dettaglio, il territorio della provincia di Verona può esser suddiviso in più zone che, per la loro morfologia, presentano caratteristiche climatiche distinte:

- zone di bassa pianura (le aree più meridionali del territorio provinciale);
- zone di alta pianura;
- zone di alta montagna (Monte Baldo e Lessinia);
- zone vallive, che possono a loro volta presentare caratteri diversi a seconda che si tratti di valli profonde (Val d'Adige) o valli più basse (come Valle di Fumane, Valpantena, Val d'Illasi, Val d'Alpone);
- zone lacustri (aree costiere del lago di Garda).

L'area di pertineneza del presente Piano è un sottoinsieme del territorio provinciale e include, come si vedrà al paragrafo seguente, solo alcune delle tipologie di zone sopra descritte.

2.1.1 Caratteristiche morfologiche (paragrafo a cura di ARPA Veneto)

L'area presa in esame per il presente studio include sostanzialmente due delle tipologie sopra indicate, ossia zone pianeggianti e zone collinari. Queste ultime comprendono parte dell'Alta Valpolicella e parte delle zone pedemontane delle prealpi veronesi prospicienti la pianura. L'unica zona costiera è costituita da una modesta porzione del Comune di Castelnuovo del Garda e non vi sono elementi sufficienti a giustificarne un'analisi distinta.

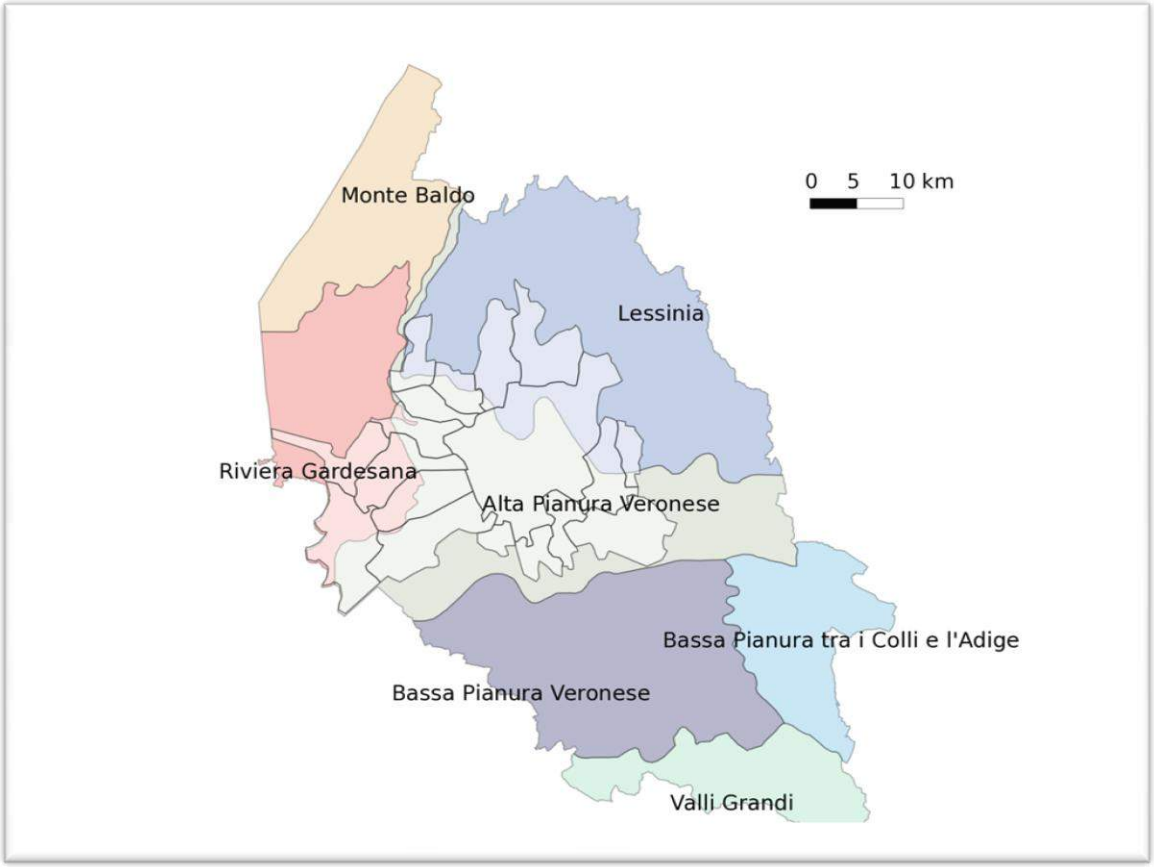


Figura 2-1: Ambiti territoriali della provincia di Verona (tratta dal PTCP, Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale): in evidenza i omuni interessati dal presente studio.

Nelle zone pianeggianti si realizzano condizioni climatiche caratteristiche del clima continentale con inverni rigidi ed estati calde ed afose. L'elemento determinante è la scarsa circolazione aerea tipica del clima padano, con frequente ristagno delle masse d'aria specialmente nel periodo invernale. Nel campo termico si realizzano forti escursioni termiche giornaliere, molto accentuate in estate con valori fino a 20°C. In inverno, l'escursione termica giornaliera può ridursi anche a valori prossimi a 1°C, come conseguenza delle inversioni termiche e della presenza di formazioni nebbiose che interessano prevalentemente le zone pianeggianti rispetto a quelle collinari.

L'umidità relativa presenta valori frequentemente elevati durante la stagione che va dal tardo autunno fino all'inizio della primavera; ciò è conseguente sia del maggior transito dei sistemi perturbati e sia, in condizioni anticicloniche, dei processi di saturazione e successiva condensazione del vapore acqueo presente nei bassi strati. Questi ultimi determinano la frequente formazione di foschie o di nebbie. L'andamento anemometrico evidenzia due direzioni principali di provenienza del vento: la prima e più significativa compresa tra ENE e SE e la seconda direzione tra W e WNW. I venti sono deboli e vi è una predominanza della calma di vento. La temperatura non è governata solo dalla normale diminuzione con la quota. Infatti a questa si associa anche il fenomeno dell'inversione termica, per cui l'aria più fredda,

e quindi più pesante, tende a raccogliersi nei fondovalle e negli avvallamenti, specialmente durante l'inverno.

2.1.2 Caratterizzazione meteo-climatologica per la qualità dell'aria

La determinazione dell'inquinamento atmosferico – cioè della distribuzione, nello spazio e nel tempo, della concentrazione di sostanze inquinanti in atmosfera che possano determinare un danno potenziale per la salute umana e per quella dell'ecosistema in generale – è il risultato dell'interazione di due fattori fondamentali:

- la quantità di inquinanti effettivamente emessi in atmosfera;
- la loro ridistribuzione a seguito di fenomeni di dispersione, trasformazione o accumulo determinati da fattori meteorologici.

Il presente inquadramento meteo-climatologico ha lo scopo di mettere in luce come tali fattori si presentano nel caso in esame e quali criticità possono derivare dalle specifiche caratteristiche meteo-climatologiche dell'area in esame. Esso consiste in una analisi statistica di serie temporali di osservazioni meteorologiche locali, in grado di evidenziare le caratteristiche della zona dal punto di vista della ventosità, della radiazione solare, della stabilità atmosferica, ed in generale delle caratteristiche dispersive dell'atmosfera.
Lo scopo è quello di riuscire a caratterizzare in maniera più dettagliata le peculiarità del territorio dal punto di vista meteorologico, con l'intento finale di pervenire a una definizione il più accurata possibile di un indice di criticità meteorologica.
Tale caratterizzazione prevede due aspetti:

1. Una valutazione complessiva delle caratteristiche meteo-climatologiche del territorio e delle sue parti sulla base delle caratteristiche geomorfologiche e dell'analisi comparata dei risultati delle elaborazioni di dati da misure di parametri meteo-climatologici.
2. La creazione di una base di dati che costituisca un supporto alla successiva simulazione, mediante modelli numerici, di processi di dispersione degli inquinanti al fine di valutare le concentrazioni che si determinano nelle varie situazioni.

L'analisi dei parametri meteorologici, come l'intensità e la direzione del vento o l'intensità di precipitazione, è fondamentale per poter valutare la capacità dell'atmosfera di disperdere gli inquinanti. Inoltre consente di stabilire se esistono direzioni preferenziali per il vento dovute alla morfologia e all'orografia del terreno, che possano determinare dispersione preferenziale in una determinata direzione. L'analisi della temperatura dell'aria, invece, consente di poter fare una stima delle reazioni chimiche che avvengono in atmosfera e che sono alla base della formazione degli inquinanti secondari. Inoltre essa consente di valutare la struttura termica verticale, determinante per l'altezza dello strato di atmosfera nel quale gli inquinanti si ridistribuiscono. Il punto di partenza del lavoro è rappresentato dai dati registrati nelle stazioni meteorologiche automatiche presenti nei territori indicati e facenti capo alla rete di misura del Centro Meteorologico di Teolo (ARPAV). L'elaborazione delle informazioni fornite dalle

stazioni ha permesso di individuare gli scenari meteorologici più ricorrenti e di costruire i cicli diurni dei parametri presi in considerazione, arrivando in tal modo a identificare le caratteristiche meteoclimatiche peculiari delle zone oggetto di analisi.
Inoltre, la costituzione di una base di dati completa e rappresentativa delle variabili meteorologiche è la premessa indispensabile per la ricostruzione di campi tridimensionali di tali variabili (ed in particolare di campi di vento e di temperatura) che costituiscono il dato di ingresso necessario, unitamente alle informazioni sulle emissioni (inventario delle emissioni), per la simulazione mediante modelli matematici numerici, dei processi di trasporto degli inquinanti nelle diverse condizioni meteorologiche e climatologiche. Questo è l'unico modo per poter definire degli scenari non solo meteorologici, ma anche di trasporto degli inquinati e quindi delle concentrazioni al suolo attese nelle diverse situazioni. Incrociando questi dati con la distribuzione della densità di popolazione sul territorio è possibile infine conseguire su basi oggettive una valutazione rigorosa e quantitativa dell'esposizione della popolazione a rischi per la salute.

2.1.2.1 La rete di monitoraggio meteorologico ARPAV

L'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV), tramite il Centro Meteorologico di Teolo, gestisce una rete di telerilevamento dei parametri meteorologici costituita da un sistema di circa duecento stazioni automatiche ubicate sull'intero territorio regionale. Le stazioni sono collegate via radio alla centrale di acquisizione, alla quale trasmettono in tempo reale i dati misurati.

2.1.2.2 Basi di dati utilizzate

Tra tutte le stazioni meteorologiche ubicate all'interno del territorio della Provincia di Verona, si sono selezionate quelle situate all'interno dell'area di risanamento, nonché alcune collocate all'esterno, ma limitrofe (Bardolino, Marano di Valpolicella, Illasi e Bosco Chiesanuova) in quanto utili a meglio caratterizzare l'area in esame. In particolare a Bosco Chiesanuova è ubicata (come si vedrà più avanti) anche una stazione di qualità dell'aria, l'unica del territorio provinciale ad essere definita da ARPAV come "rurale di background", cioè adottata come riferimento per la stima delle concentrazioni di fondo nelle valutazioni sull'inquinamento atmosferico. La mappa delle stazioni meteorologiche utilizzate è rappresentata in Figura 2-2.

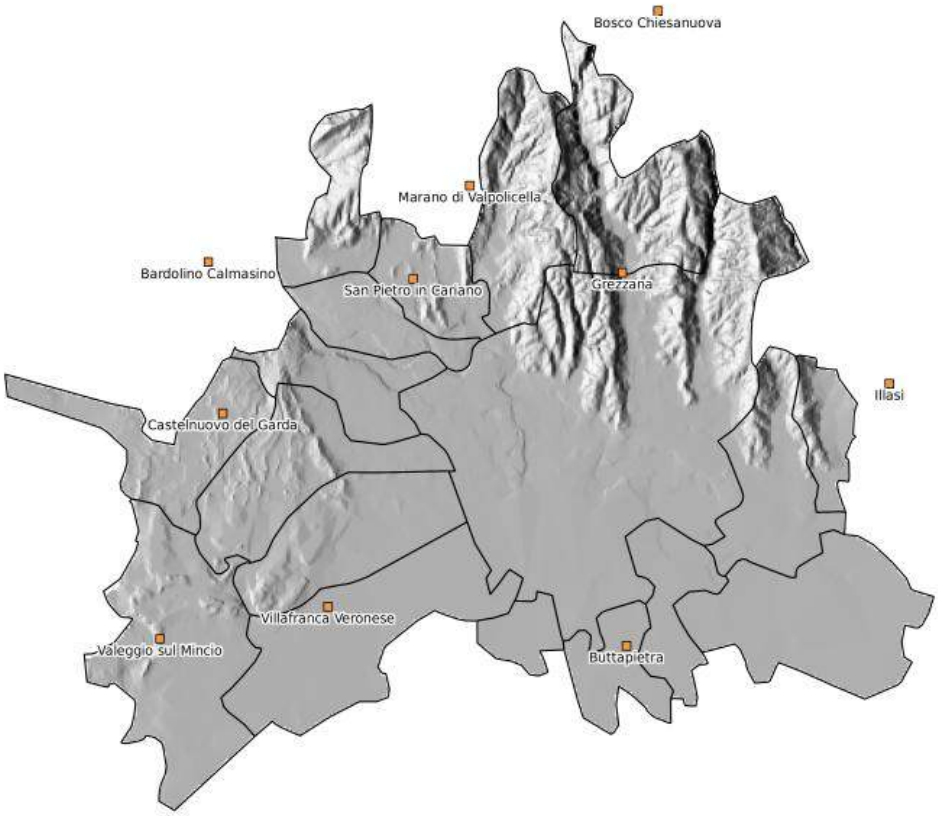


Figura 2-2: Mappa delle stazioni di monitoraggio meteorologico di ARPAV.

Tabella 2-1: Elenco delle stazioni meteorologiche della rete di telerilevamento gestita da ARPAV – CMT utilizzata per il presente studio.

Stazione	**Data di inizio della serie di dati**
Bardolino Calmasino	1991
Buttapietra	1991
Castelnuovo del Garda	1991
Grezzana	1992
Illasi	1991
Marano di Valpolicella	1991
San Pietro in Cariano	1991
Valeggio sul Mincio	2001
Villafranca di Verona	1990
Bosco Chiesanuova	1999

Per l'analisi delle caratteristiche meteorologiche e climatologiche della zona in esame, si sono selezionati e analizzati i dati relativi al quinquennio 2004-2008. Questa scelta riflette la valutazione che un intervallo temporale pari a cinque anni interi sia da un lato sufficientemente esteso da ridurre effetti, che potrebbero alterare la significatività dell'analisi statistica (come ad esempio la presenza di eventuali lacune della base di dati), dall'altro

sufficientemente aggiornato da riflettere la situazione meteo-climatologica recente per un più diretto confronto con l'analisi dei dati di qualità dell'aria sullo stesso periodo (come si vedrà più avanti).

Tabella 2-2: Elenco delle stazioni meteorologiche ARPAV prese in esame, intervallo temporale di dati analizzato e caratteristiche geografiche.

Stazione	**Periodo dati**	**Quota [m]**	**Coordinata E UTM [m]**	**Coordinata N UTM [m]**
Bardolino Calmasino	2004-2008	165	637900.8	5042053.4
Bosco Chiesanuova	2004-2008	1050	658942.3	5053779.9
Buttapietra	2004-2008	39	657474.1	5024128.7
Castelnuovo del Garda	2004-2008	120	638578.7	5034985.3
Grezzana	2004-2008	156	657278.3	5041560.2
llasi	2004-2008	146	669773.9	5036369.3
Marano di Valpolicella	2004-2008	296	650139.5	5045625.2
San Pietro in Cariano	2004-2008	130	647485.5	5041265.4
Valeggio sul Mincio	2004-2008	115	635631.7	5024460
Villafranca di Verona	2004-2008	66	643500.5	5025956.8

Per ciascuna stazione si sono analizzati i valori medi orari relativi alle grandezze meteorologiche prescritte dalla WMO (World Meteorological Organization) come parametri standard. Le stesse sono riassunte in Tabella 2-3.

Tabella 2-3: Elenco delle stazioni meteorologiche ARPAV prese in esame e dei parametri analizzati per ciascuna stazione.

Stazione	Direzione e velocità del vento			Radiazione solare	Temperatura a 2 m	Umidità relativa	Precipitazione
	2 m	5 m	10 m				
Bardolino Calmasino			x	x	x	x	x
Bosco Chiesanuova		x		x	x	x	x
Buttapietra	x			x	x	x	x
Castelnuovo del Garda	x			x	x	x	x
Grezzana	x			x	x	x	x
Illasi	x			x	x	x	x
Marano di Valpolicella	x			x	x	x	x
San Pietro in Cariano				x	x	x	x
Valeggio sul Mincio		x		x	x	x	x
Villafranca di Verona	x			x	x	x	x

Come si può notare i parametri misurati non sono gli stessi per le diverse stazioni. Le differenze maggiori si riscontrano nelle misure della velocità e della direzione del vento, che

sono effettuate in alcune stazioni ad una quota pari a 2 m dal suolo, in altre a 10 m (questa è la quota raccomandata dagli standard del WMO) e in altre a 5 m. Di questo si dovrà tenere conto nell'analisi e nel confronto dei dati di velocità del vento nelle diverse stazioni.
Osservando la localizzazione delle stazioni esistenti, si può notare come non sia presente alcuna stazione meteorologica all'interno del territorio del Comune di Verona, ad eccezione di una stazione installata in località Chievo solo nel 2009. Per questa non è dunque disponibile un numero statisticamente significativo di dati. Per compensare questa carenza, sono stati utilizzati anche i dati meteorologici raccolti presso la stazione di misura della qualità dell'aria di Verona Cason e presso la stazione meteorologica installata sopra l'edificio che ospita la sede del Dipartimento Provinciale di Verona dell'ARPAV in via Dominutti (Basso Acquar).

Tabella 2-4: Elenco delle stazioni di qualità dell'aria ARPAV di cui sono stati analizzati i dati meteorologici.

Stazione	Periodo dati	Quota s.l.m. [m]	Coordinata E UTM [m]	Coordinata N UTM [m]
Verona - Cason	2004-2008	91	649428.9	5035994.5
Verona – via Dominutti	2004-2008	57	655871.1	5032293.3

Anche per queste stazioni si sono analizzati i dati di velocità e direzione del vento, temperatura, radiazione solare, umidità relativa e precipitazione.

2.1.2.3 Analisi dei dati

La base di dati meteorologici a disposizione è stata analizzata statisticamente e si sono calcolati i parametri statistici normalmente utilizzati come indici di posizione, quali la media aritmetica e la mediana e indici di dispersione come ad esempio lo scarto quadratico medio. I primi forniscono un'espressione sintetica del fenomeno osservato, i secondi una misura della variabilità e della dispersione dei dati rispetto al valore medio. Inoltre si sono analizzati i valori massimi e minimi delle serie temporali per avere informazioni sull'intervallo di variazione della grandezza misurata.
Nel caso della direzione del vento, si è calcolato il valore medio con il metodo "weighted vector", che consiste nello scomporre dapprima il vettore velocità nelle due componenti, quindi nel calcolare la media aritmetica di ciascuna componente e infine la direzione del vettore medio risultante.
Questi indicatori statistici sono riassunti in tabelle e riportati in grafici denominati *boxplot*. In questo tipo di grafico si rappresenta con una barra colorata il range esistente tra il quartile inferiore e quello superiore, con una linea orizzontale nera il valore della mediana, con un punto blu il valore della media aritmetica e con linee tratteggiate che si allungano dai bordi della barra il minimo e il massimo della serie storica.
Le stesse quantità statistiche sono state calcolate per ogni singolo anno allo scopo di mettere in luce possibili differenze tra le diverse annate. Inoltre si sono calcolati eventuali cicli

stagionali, tipici ad esempio di grandezze fisiche come la temperatura e la radiazione solare, e mensili per ottenere informazioni ad esempio sui mesi più piovosi o quelli più ventosi. I cicli settimanali sono stati evidenziati per accertarsi della correttezza dei dati, dal momento che non ci si aspetta alcuna correlazione con il giorno della settimana da parte dei dati meteorologici. Alcune grandezze meteorologiche, come ad esempio temperatura e radiazione solare, mostrano un ciclo giornaliero molto netto, essendo caratterizzate da valori maggiori durante le ore centrali della giornata, mentre l'andamento è opposto per quanto riguarda l'umidità relativa.

Si sono quindi ricercate le correlazioni tra le diverse grandezze misurate in ciascuna stazione allo scopo di individuare possibili legami tra i diversi parametri meteorologici. La stessa cosa è stata fatta analizzando il comportamento della stessa grandezza meteorologica in diverse stazioni per mettere in luce le omogeneità o le disuniformità dal punto di vista climatologico tra le varie zone del territorio provinciale esaminato.

Una rappresentazione grafica e schematica dei valori di intensità e direzione del vento in una determinata stazione è costituita dalla rosa dei venti. Per l'intensità del vento sono state utilizzate sette differenti classi inclusa la cosiddetta "calma di vento", classe caratterizzata da velocità molto basse per cui non risulta possibile misurare una direzione di provenienza; per la direzione invece sono state utilizzate sedici classi, ciascuna pari a un settore circolare di ampiezza pari a 22.5° (ossia 1/16 di angolo giro). In quasi tutte le stazioni analizzate, specialmente in quelle ubicate in pianura, il vento è risultato essere di intensità abbastanza modesta; per questa ragione si è deciso di adottare come soglia di definizione della calma di vento un valore relativamente basso e pari a 0.1 m/s, in modo da evitare che una percentuale di dati molto elevata ricada all'interno di questa classe.

La stabilità atmosferica è un parametro importante per il calcolo della dispersione degli inquinanti in atmosfera. Essa viene solitamente valutata facendo riferimento alla definizione di classi di stabilità di Pasquill, che sono indicatori qualitativi dell'intensità della turbolenza atmosferica. Il calcolo della stabilità atmosferica dipende dall'intensità del vento e dalla radiazione solare. Convenzionalmente la classificazione fa riferimento alle prime 6 lettere dell'alfabeto, con il seguente significato: A, B instabile; C, D neutra; E, F stabile. Per instabile si intende turbolenza sviluppata e di conseguenza atmosfera ben miscelata. Al contrario per atmosfera stabile si intende una massa d'aria stratificata in cui i moti verticali sono molto limitati. L'algoritmo utilizzato per il calcolo delle classi di Pasquill nelle ore diurne si basa sui valori di radiazione solare e velocità del vento ed è riportato in Tabella 2-5 (si veda ad esempio Sozzi et al., 2002). Per le ore notturne, gli algoritmi comunemente utilizzati fanno riferimento alla radiazione solare netta (Tabella 2-6, Sozzi et al., 2002) o alla copertura nuvolosa. Non avendo a disposizione nessuno di questi dati, si è utilizzato un algoritmo ricavato nel corso delle campagne di misura del progetto europeo ALPNAP (www.alpnap.org), adattato alle nostre latitudini, e riportato in Tabella 2-7.

Tabella 2-5: Determinazione della classe di stabilità di Pasquill nelle ore diurne.

Vento [m/s]	Radiazione solare globale [W/m^2]					
	>700	700-540	540-400	400-270	270-140	<140
<2	A	A	B	B	C	D
2-3	A	B	B	B	C	D
3-4	B	B	B	C	C	D
4-5	B	B	C	C	D	D
5-6	C	C	C	C	D	D
>6	C	C	D	D	D	D

Tabella 2-6: Determinazione della classe di stabilità di Pasquill nelle ore notturne.

Vento [m/s]	Radiazione solare netta [W/m^2]		
	>-20	-20 -40	< -40
<2	D	F	F
2-3	D	E	F
3-5	D	D	E
5-6	D	D	D
>6	D	D	D

Tabella 2-7: Determinazione della classe di stabilità di Pasquill nelle ore notturne: schema basato sulle campagne di misura del progetto ALPNAP.

Vento [m/s]	Mese dell'anno [W/m^2]	
	Gennaio-Marzo e Settembre-Dicembre	Aprile-Agosto
<1	DF	E
1-3	DE	D
>3	D	D

Anche per le classi di stabilità si è prodotta una rosa, che graficamente mette in evidenza quali direzioni di vento si riscontrino prevalentemente in concomitanza con quali condizioni di stabilità atmosferica e quindi più o meno favorevoli al ristagno degli inquinanti.

In generale la qualità dei dati delle stazioni meteorologiche analizzate risulta molto buona, con percentuali di dati validi molto alte. I dati meteorologici provenienti dalle stazioni di qualità dell'aria sono risultati in generali di qualità inferiore e con una percentuale di dati mancanti decisamente maggiore.

Tabella 2-8: Percentuale di dati validi per ciascun parametro meteorologico, relativo al quinquennio 2004-2008, nelle stazioni esaminate.

Stazione	Direzione	Velocità	Precipitazione	Radiazione solare	Temperatura	Umidità relativa
Bardolino Calmasino	98.3%	99.0%	99.3%	99.5%	98.5%	99.1%
Bosco Chiesanuova	97.1%	99.2%	98.7%	98.9%	99.6%	97.6%
Buttapietra	93.6%	98.7%	99.1%	99.4%	99.3%	99.4%
Castelnuovo del Garda	95.2%	100.0%	99.4%	99.9%	100.0%	100.0%
Grezzana	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Illasi	98.8%	99.6%	99.8%	99.9%	99.9%	99.6%
Marano di Valpolicella	97.0%	99.8%	100.0%	99.9%	99.9%	99.9%
San Pietro in Cariano			99.5%	99.8%	99.9%	99.4%
Valeggio sul Mincio	93.8%	98.4%	99.2%	99.2%	100.0%	100.0%
Villafranca di Verona	95.4%	99.3%	99.8%	100.0%	99.7%	99.3%
Verona- Cason	98.7%	95.3%	98.4%	98.7%	98.2%	84.3%
Verona- via Dominutti	75.4%	86.9%	92.2%	92.1%	92.1%	92.1%

2.1.2.3.1 Stazione di Bardolino

La stazione meteorologica è ubicata a circa 10 km di distanza dalla sponda sud-orientale del lago di Garda, sulla sommità di una collinetta isolata. Si tratta di una stazione abbastanza ventosa, caratterizzata dalla prevalenza di venti da N-NE in tutte le stagioni, come si può osservare dalla rosa dei venti riportata in Figura 2-3. La direzione NNE è quella dell'asse principale del lago e della pendenza locale del terreno nel sito della stazione.

L'andamento della velocità e della direzione del vento durante il giorno e durante l'anno è evidenziato nei boxplot riportati in Figura 2-4 e Figura 2-5. Si osserva che la velocità media assume valori maggiori nelle ore notturne e mattutine con direzione prevalente NNE.

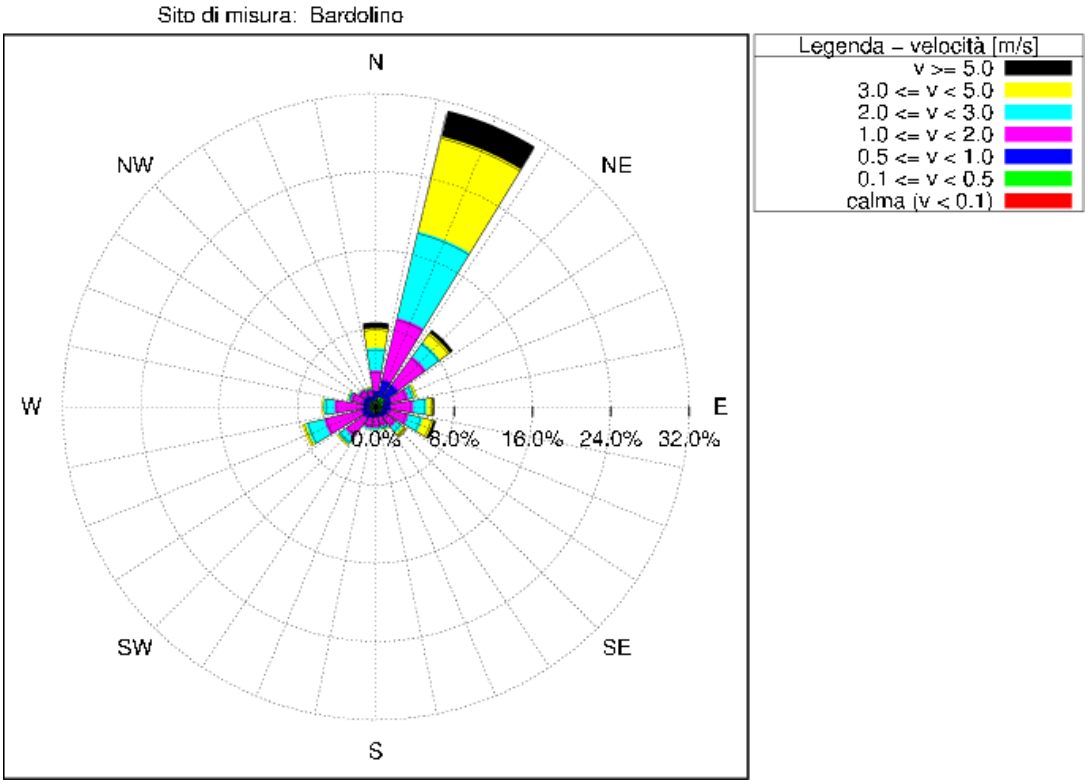


Figura 2-3: Rosa dei venti per la stazione di Bardolino, relativa all'intero periodo 2004-2008.

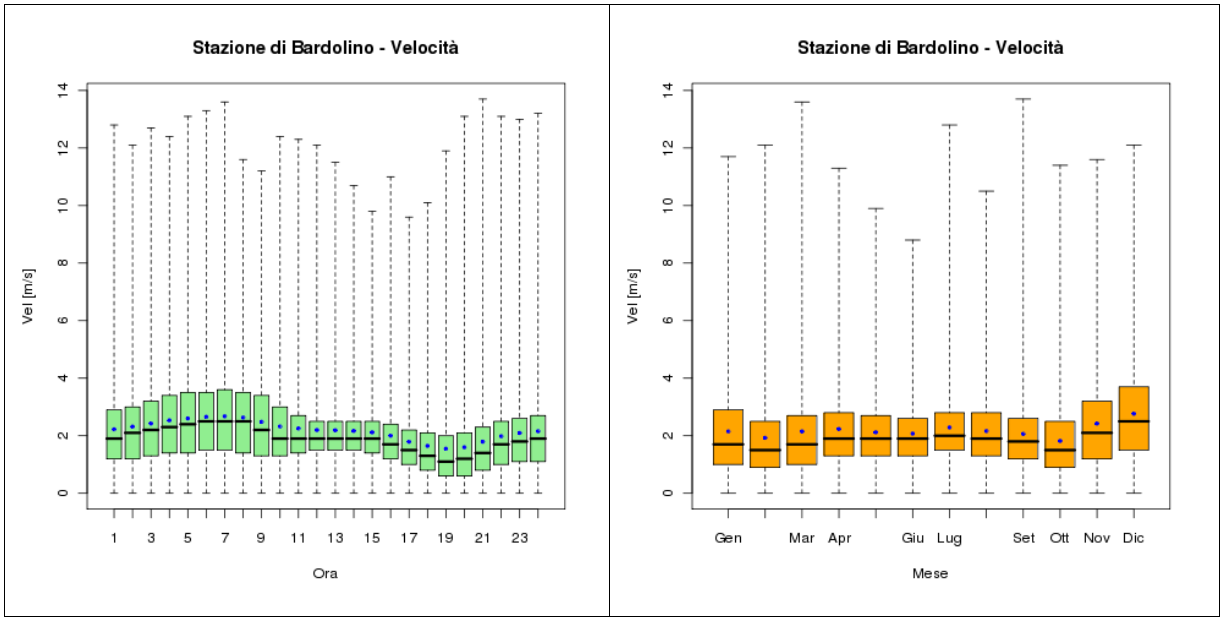


Figura 2-4: Boxplot dell'intensità del vento in funzione dell'ora del giorno e del mese dell'anno per la stazione di Bardolino, relativa all'intero periodo 2004-2008.

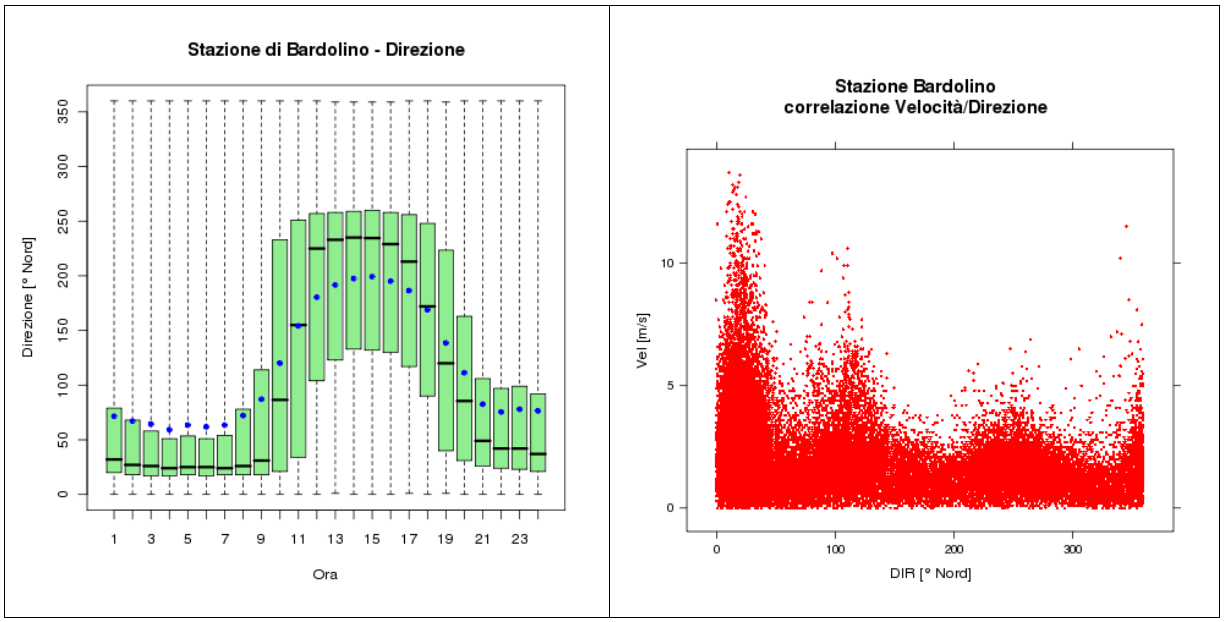


Figura 2-5: Boxplot della direzione del vento in funzione dell'ora del giorno e correlazione tra velocità e direzione per la stazione di Bardolino, relativi all'intero periodo 2004-2008.

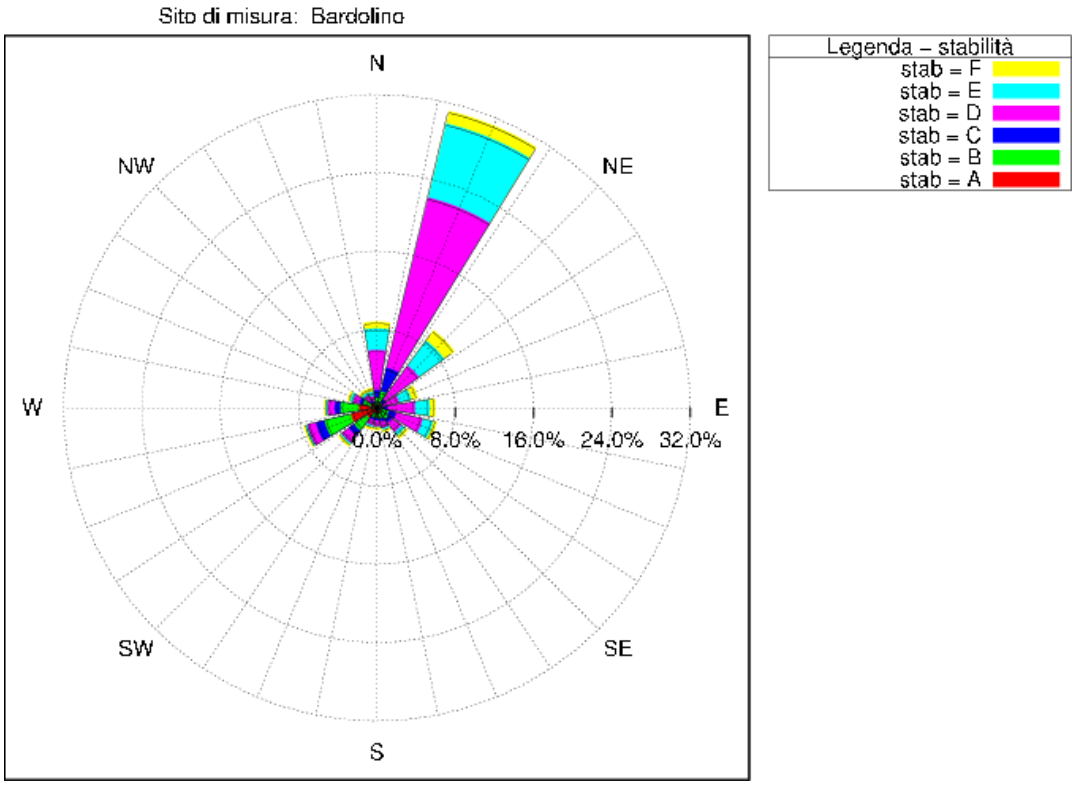


Figura 2-6: Rosa della stabilità per la stazione di Bardolino, relativa all'intero periodo 2004-2008.

A questi venti dominanti da NNE è associata prevalentemente la classe di stabilità D. Durante le ore centrali della giornata invece si registrano brezze di lago provenienti da SWW associate alle classi instabili.

Per quanto riguarda gli altri parametri meteorologici, le principali caratteristiche medie sono riassunte in Tabella 2-9.

Tabella 2-9: Valori medi dei principali parametri meteorologici misurati nella stazione di Bardolino.

Grandezza	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**TOTALE**
Velocità [m/s]	2.0	2.0	2.1	2.4	2.4	2.2
Temperatura [°C]	13.7	12.9	13.6	14.6	14	13.8
Radiazione [W/m2]	145.5	150.7	150.5	156.8	153.7	151.4
Pioggia [mm/anno]	929	873	704	738	1035	856
Umidità relativa [%]	67.86	66.76	64.92	63.71	69.22	66.49

2.1.2.3.2 Stazione di Bosco Chiesanuova

La stazione è, tra tutte quelle del territorio provinciale, quella ubicata alla quota maggiore, pari a 1050 m. Essa assume quindi caratteristiche tipicamente montane, con venti prevalenti in direzione Nord-Sud. In particolare nelle ore diurne si registrano venti di intensità maggiore provenienti da Sud associati alle classi instabili e neutre, mentre nelle ore notturne la direzione prevalente di provenienza è il Nord in condizioni di stratificazione maggiormente stabili.

Le rose dei venti e della stabilità per l'intero periodo 2004-2008 sono riportate in Figura 2-7 e Figura 2-10.

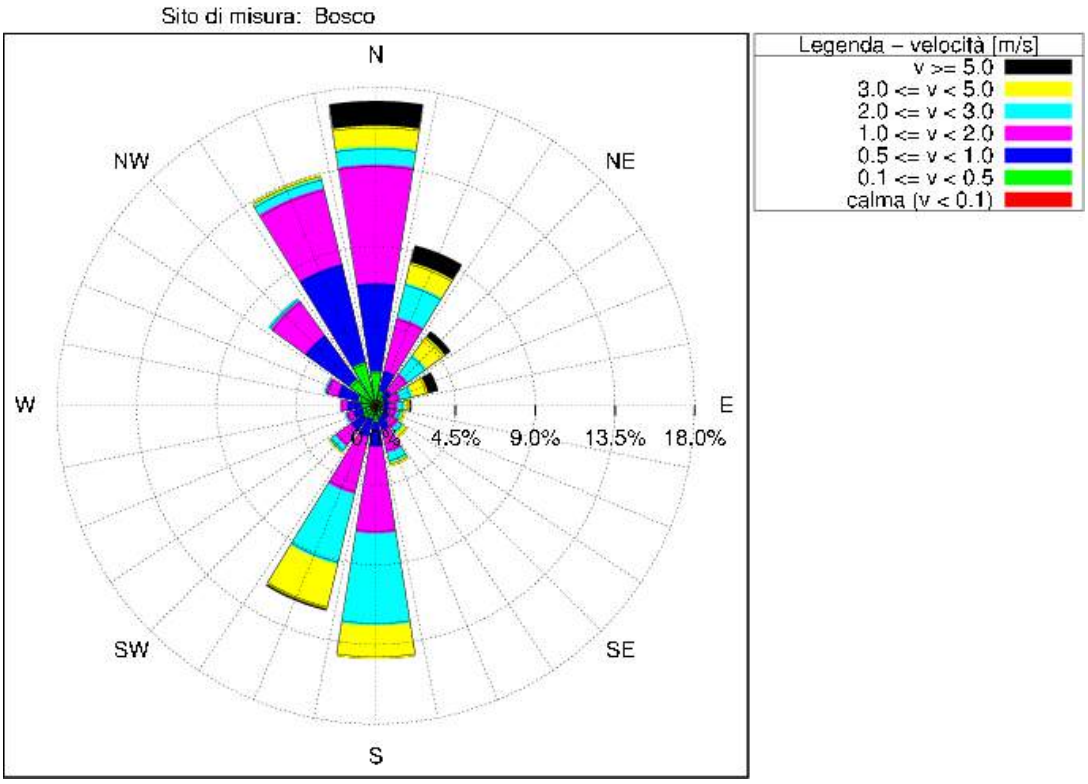


Figura 2-7: Rosa dei venti per la stazione di Bosco Chiesanuova, relativa all'intero periodo 2004-2008.

La ciclicità diurna e stagionale della velocità e direzione del vento sono evidenziate dai boxplot riportati in Figura 2-8 e Figura 2-9.

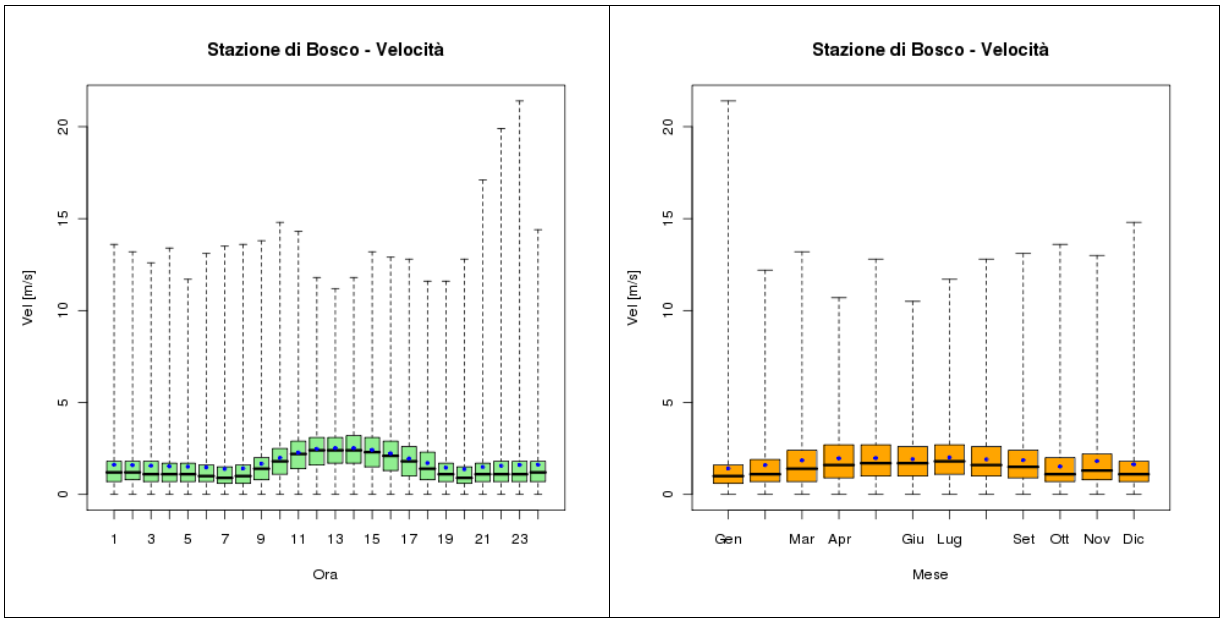


Figura 2-8: Boxplot dell'intensità del vento in funzione dell'ora del giorno e del mese dell'anno per la stazione di Bosco Chiesanuova, relativa all'intero periodo 2004-2008.

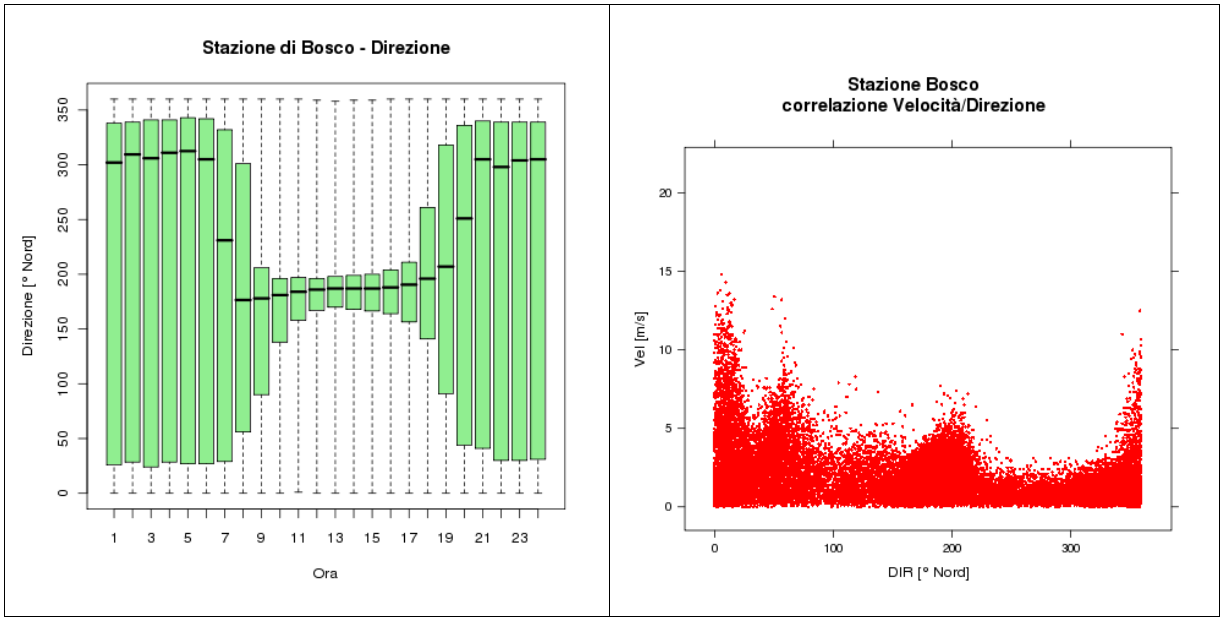


Figura 2-9: Boxplot della direzione del vento in funzione dell'ora del giorno e del mese dell'anno per la stazione di Bosco Chiesanuova, relativi all'intero periodo 2004-2008.

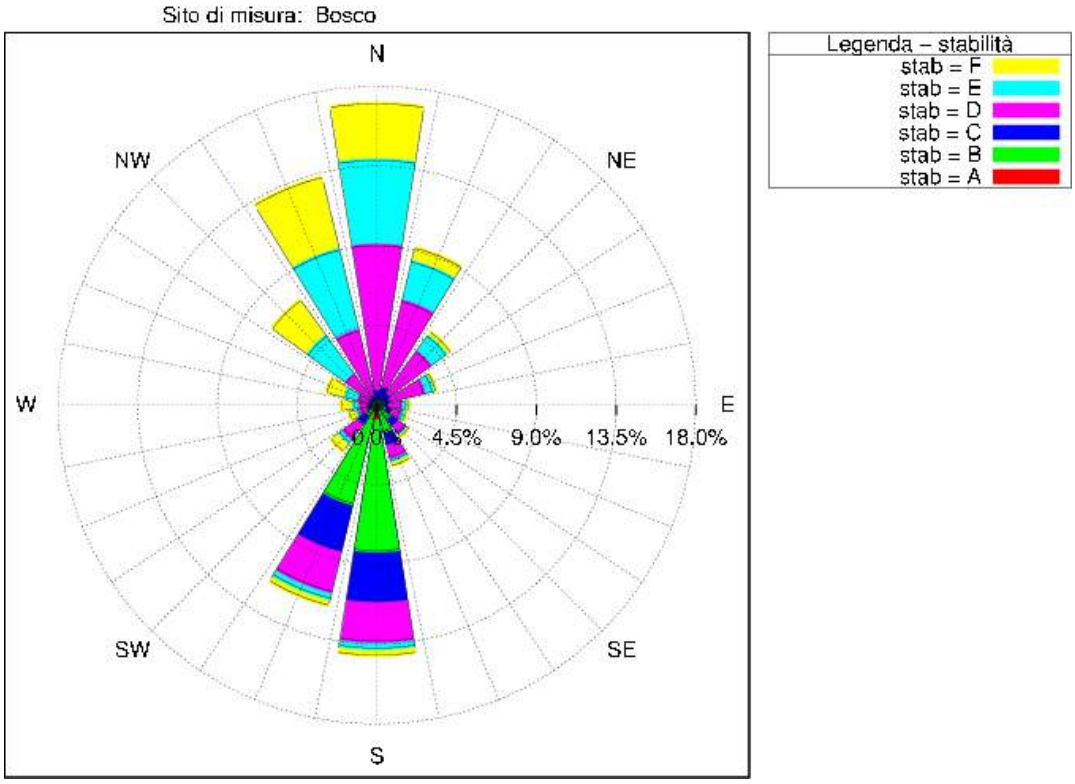


Figura 2-10: Rosa della stabilità per la stazione di Bosco Chiesanuova, relativa all'intero periodo 2004-2008.

Tabella 2-10: Valori medi dei principali parametri meteorologici misurati nella stazione di Bosco Chiesanuova.

Grandezza	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**TOTALE**
Velocità [m/s]	1.58	1.60	1.63	2.06	2.09	1.79
Temperatura [°C]	8.82	8.10	9.11	9.49	9.32	8.97
Radiazione [W/m2]	126.73	130.20	129.89	153.80	132.15	134.55
Pioggia [mm/anno]	1156	1124	996	1077	1349	1141
Umidità relativa [%]	71.42	69.49	68.95	66.33	71.21	69.48

2.1.2.3.3 Stazione di Buttapietra

La stazione di Buttapietra si trova sul territorio del Comune di Buttapietra, a sud del Comune di Verona, nell'alta pianura veronese. È caratterizzata da intensità del vento piuttosto modeste, con direzione prevalente E-O che è tipica della bassa pianura padana. Le intensità maggiori si registrano nelle ore diurne e nella stagione primaverile. Le classi di stabilità più diffuse sono quelle stabili.

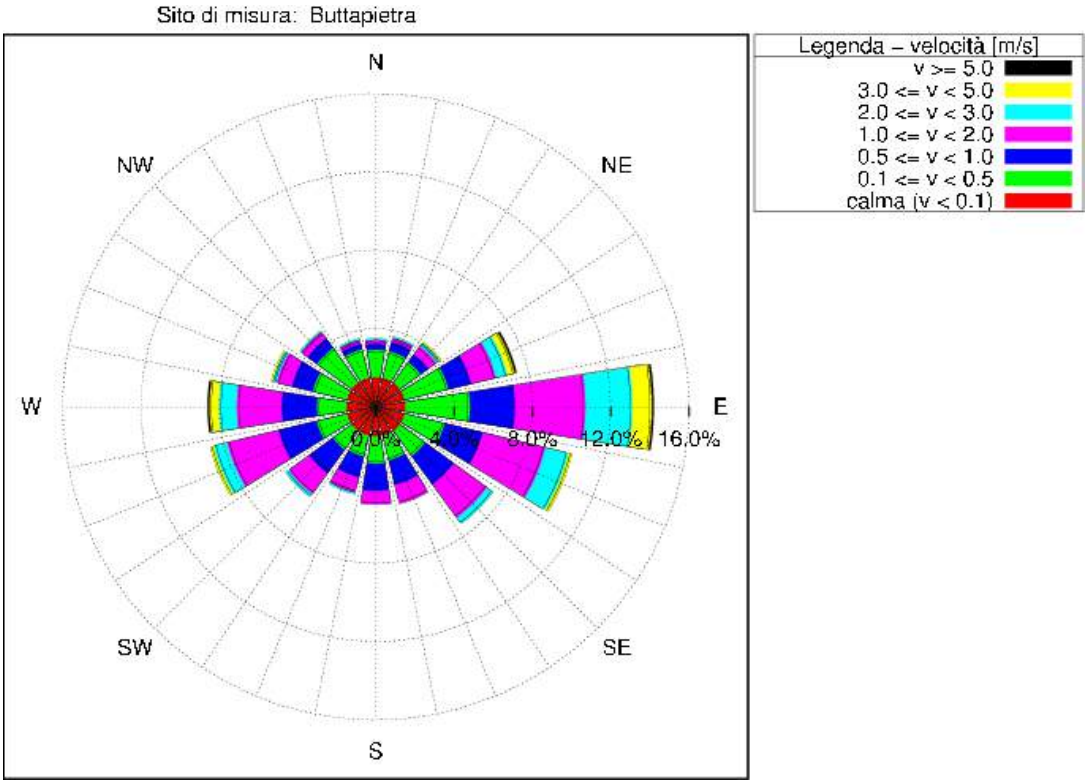


Figura 2-11: Rosa dei venti per la stazione di Buttapietra, relativa all'intero periodo 2004-2008.

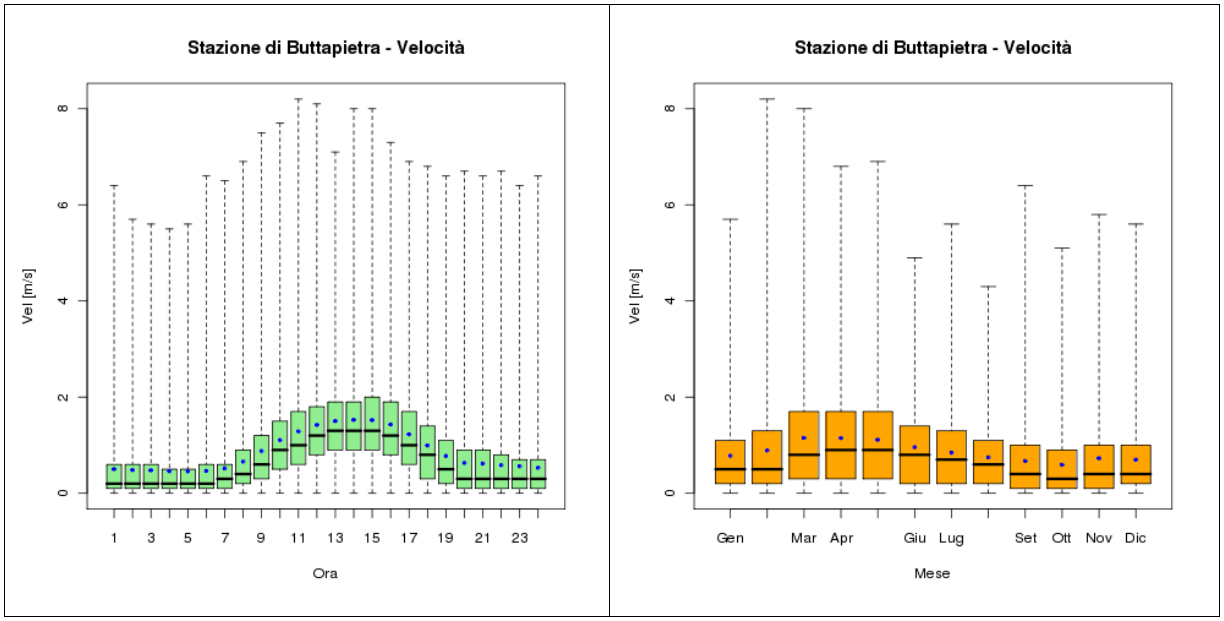


Figura 2-12: Boxplot della velocità del vento in funzione dell'ora del giorno e del mese dell'anno per la stazione di Buttapietra, relativa all'intero periodo 2004-2008.

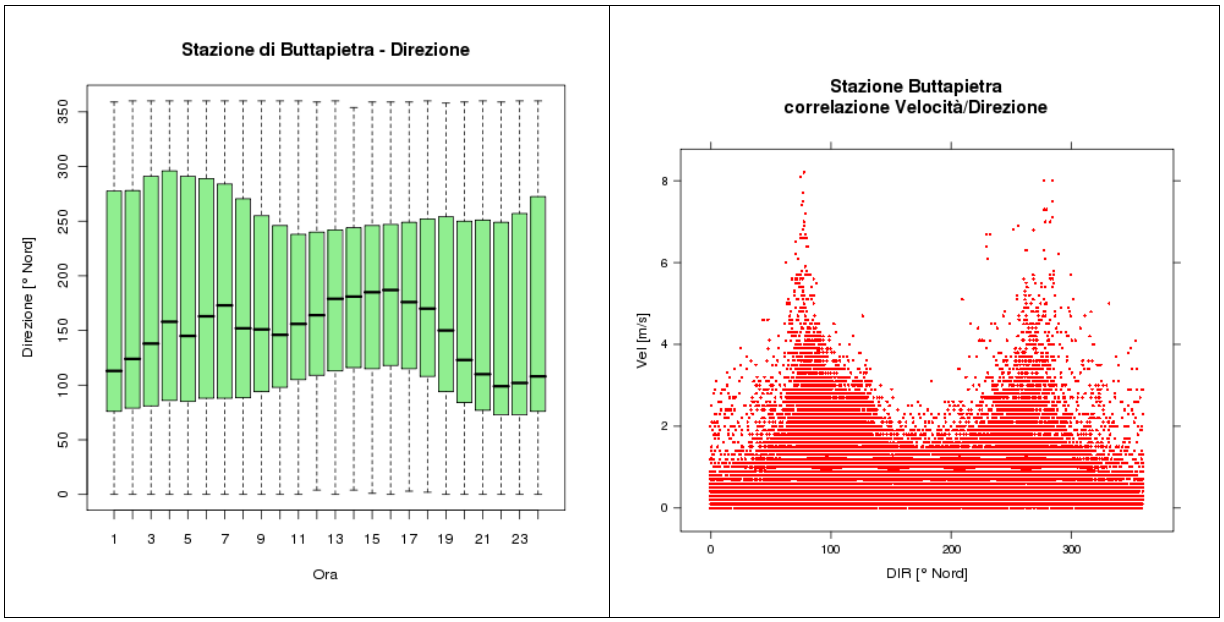


Figura 2-13: Boxplot della direzione del vento in funzione dell'ora del giorno e correlazione tra velocità e direzione per la stazione di Buttapietra, relativi all'intero periodo 2004-2008.

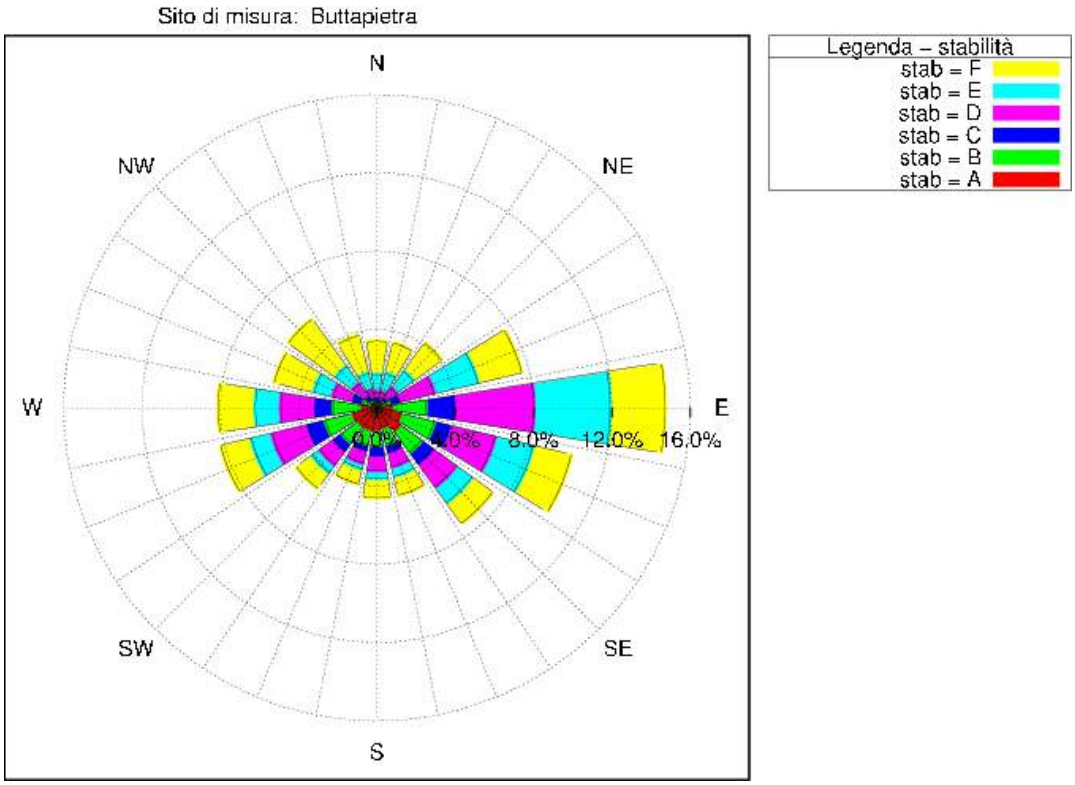


Figura 2-14: Rosa della stabilità per la stazione di Buttapietra, relativa all'intero periodo 2004-2008.

Tabella 2-11: Valori medi dei principali parametri meteorologici misurati nella stazione di Buttapietra.

Grandezza	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**TOTALE**
Velocità [m/s]	0.95	0.83	0.77	0.91	0.84	0.86
Temperatura [°C]	13.05	12.69	13.42	13.77	13.93	13.37
Radiazione [W/m^2]	157.86	161.66	162.93	158.42	151.12	158.40
Pioggia [mm/anno]	954	912	621	538	859	777
Umidità relativa [%]	76.77	74.31	74.16	74.18	76.94	75.27

2.1.2.3.4 Stazione di Castelnuovo del Garda

La stazione di Castelnuovo del Garda è ubicata a 120 m sul livello del mare, in una zona leggermente collinare. Le intensità dei venti misurate sono in generale molto basse, con valori maggiori nelle ore centrali della giornata e nella stagione primaverile. Non è possibile definire in modo netto una direzione del vento prevalente. Le classi stabili risultano dominanti.

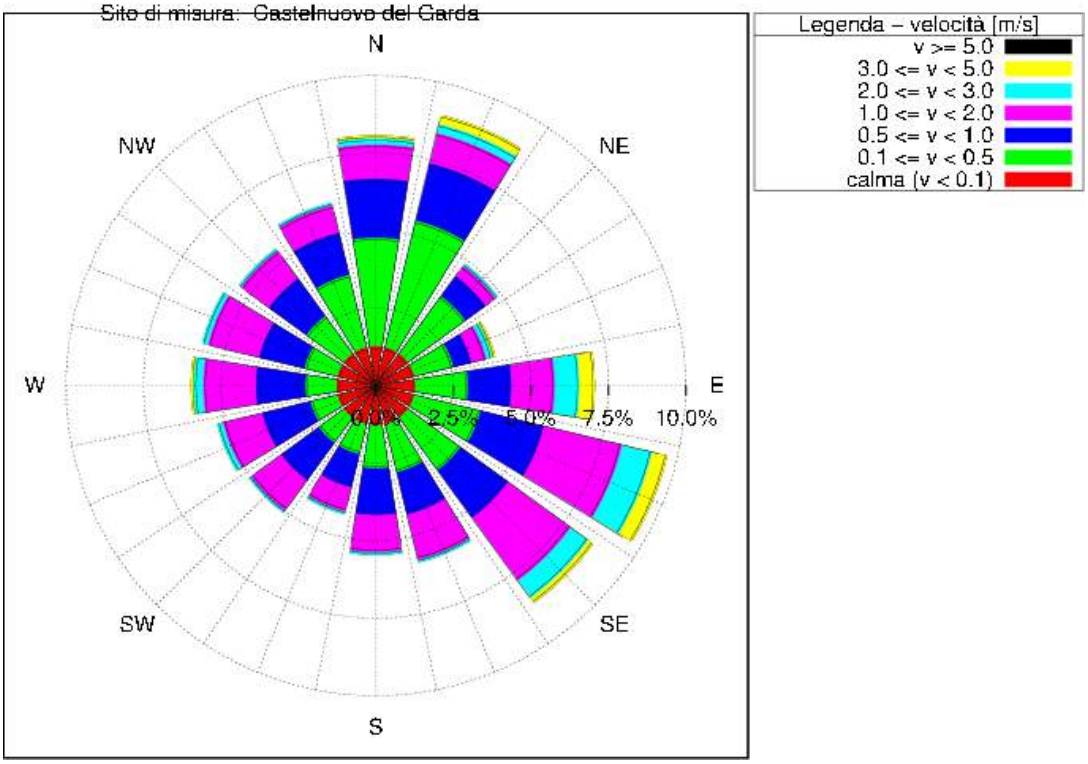


Figura 2-15: Rosa dei venti per la stazione di Castelnuovo del Garda, relativa all'intero periodo 2004-2008.

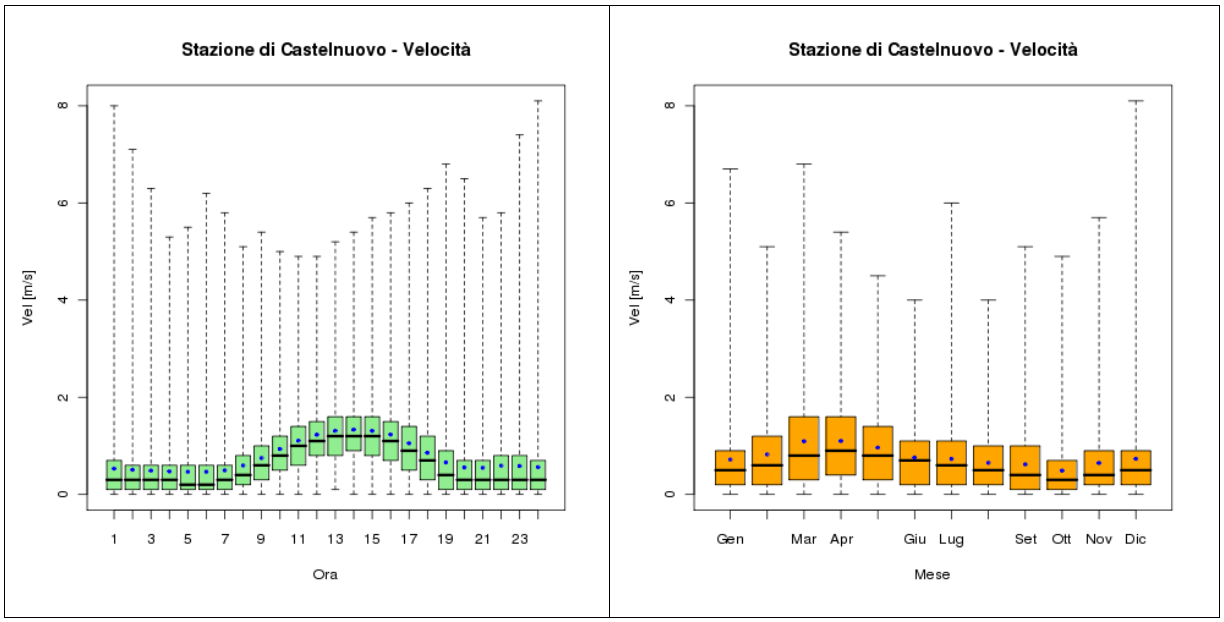


Figura 2-16: Boxplot della velocità del vento in funzione dell'ora del giorno e del mese dell'anno per la stazione di Castelnuovo del Garda, relativa all'intero periodo 2004-2008.

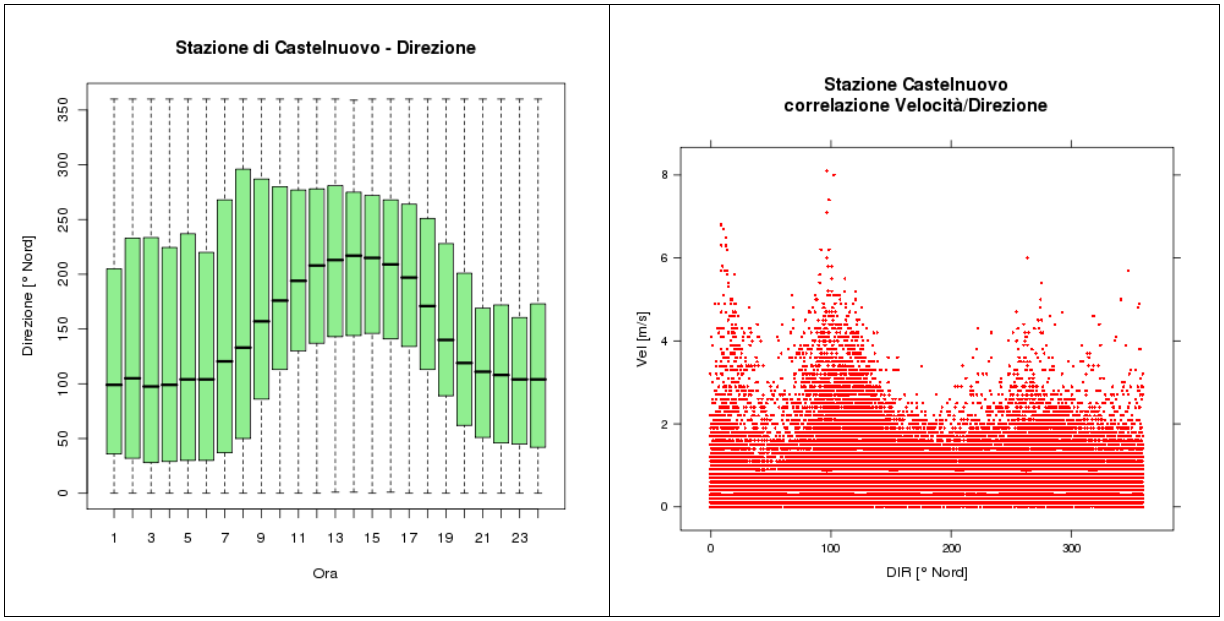


Figura 2-17: Boxplot della direzione del vento in funzione dell'ora del giorno e correlazione tra velocità e direzione per la stazione di Castelnuovo del Garda, relativi all'intero periodo 2004-2008.

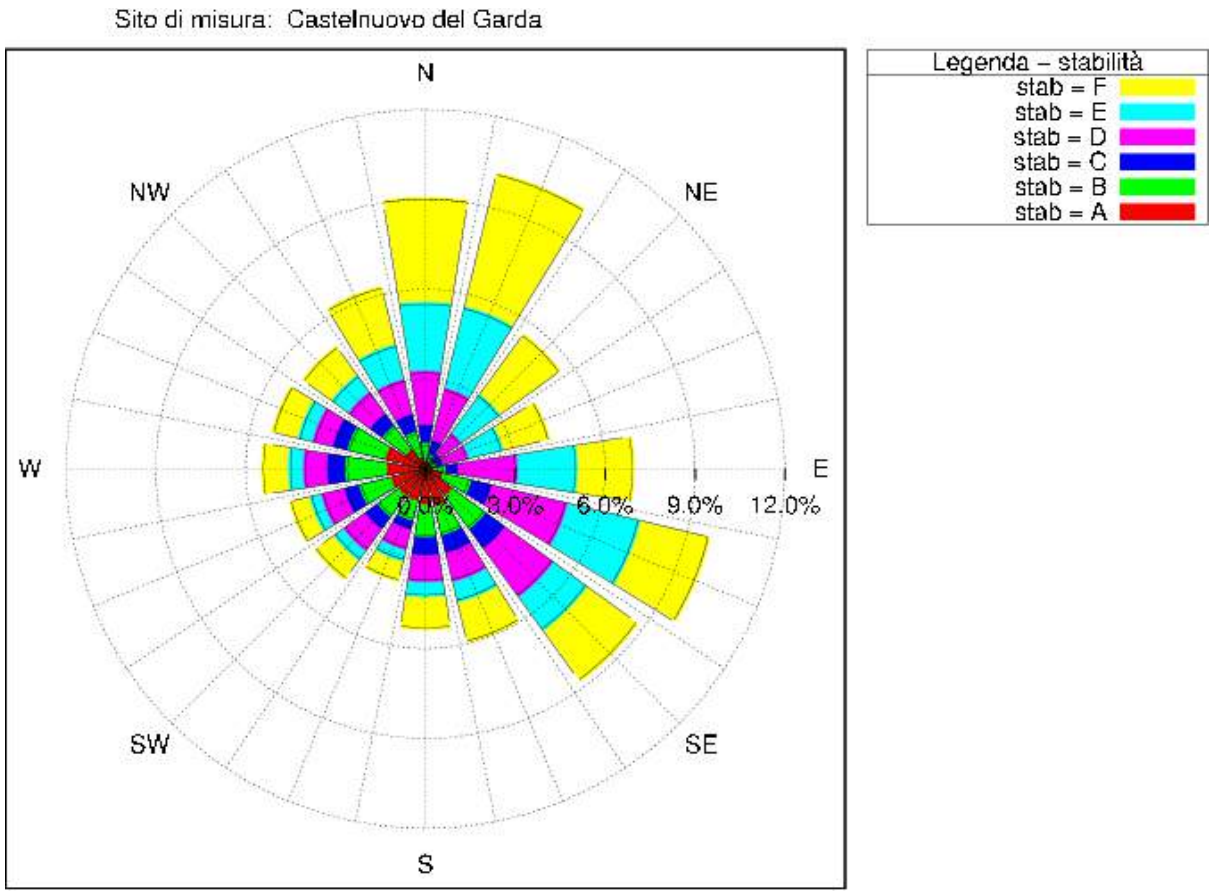


Figura 2-18: Rosa della stabilità per la stazione di Castelnuovo del Garda, relativa all'intero periodo 2004-2008.

Tabella 2-12: Valori medi dei principali parametri meteorologici misurati nella stazione di Castelnuovo del Garda.

Grandezza	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**TOTALE**
Velocità [m/s]	0.77	0.73	0.67	0.82	0.90	0.78
Temperatura [°C]	13.00	12.47	13.10	13.65	13.47	13.14
Radiazione [W/m2]	163.28	168.41	170.26	161.19	147.97	162.22
Pioggia [mm/anno]	1043	957	708	745	1035	898
Umidità relativa [%]	77.26	71.12	71.66	71.60	76.12	73.55

2.1.2.3.5 Stazione di Grezzana

La stazione è situata a nord-est di Verona, nel fondovalle della Valpantena. Il vento delle ore diurne risulta essere di maggior intensità (seppure complessivamente inferiore a 2 m/s) e proveniente da S-SE; ad esso sono associate prevalentemente condizioni atmosferiche di instabilità. Nelle ore serali e notturne i venti risultano provenienti prevalentemente da NO e sono maggiormente stabili.

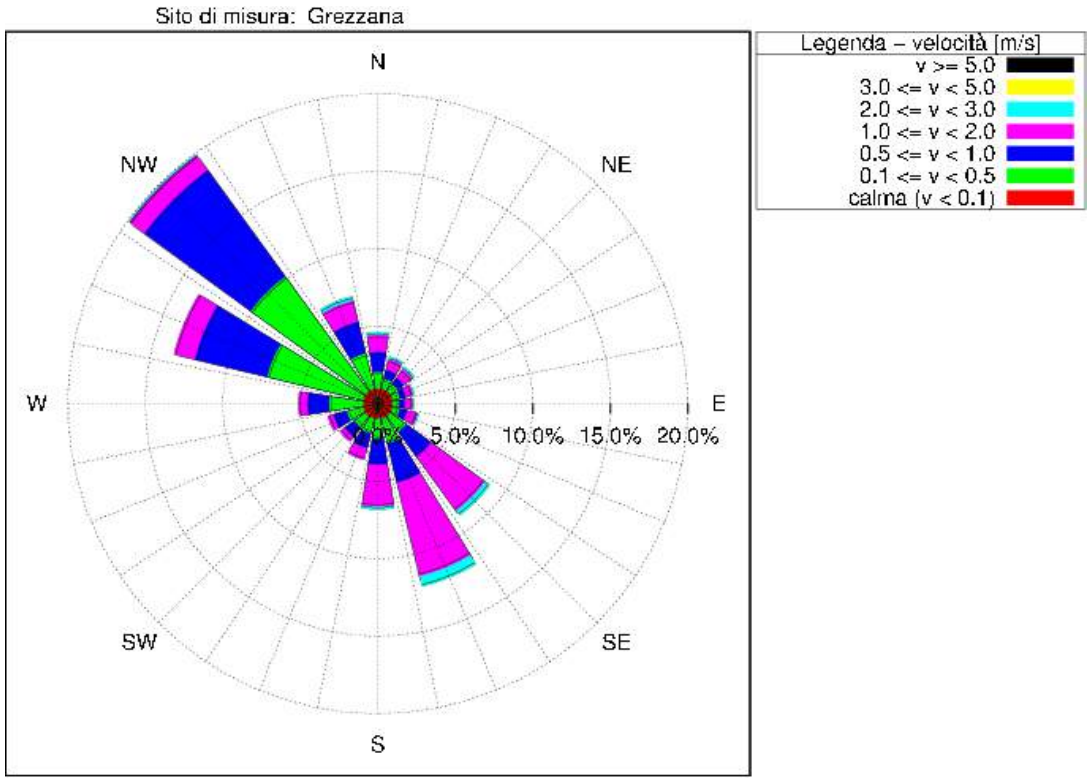


Figura 2-19: Rosa dei venti per la stazione di Grezzana, relativa all'intero periodo 2004-2008.

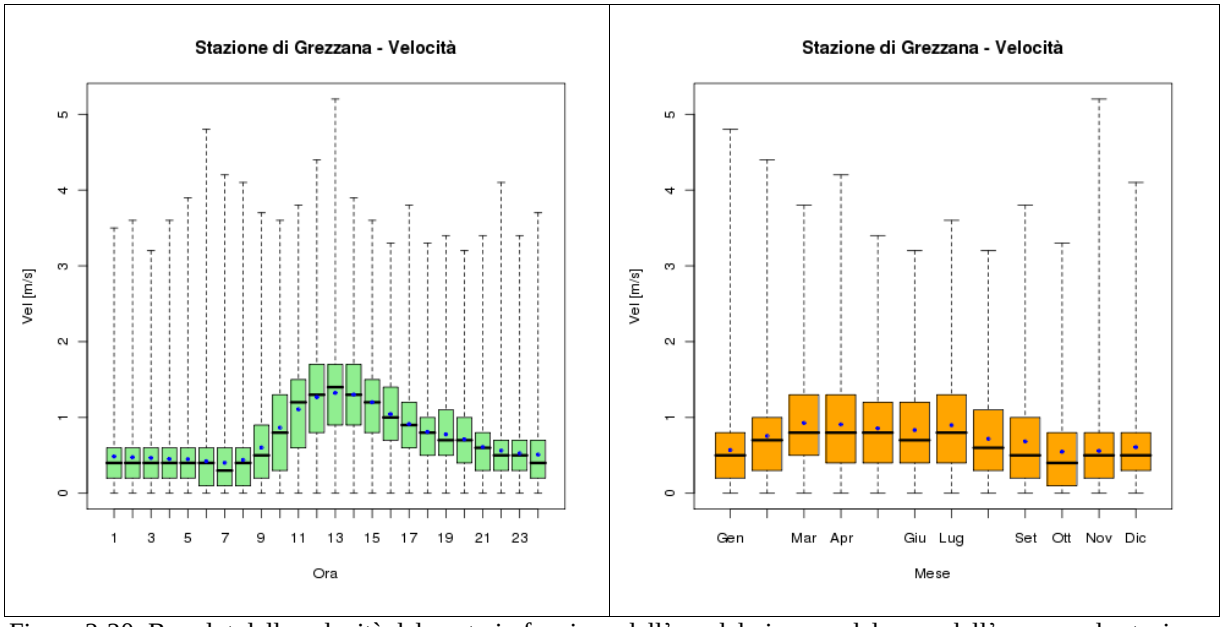


Figura 2-20: Boxplot della velocità del vento in funzione dell'ora del giorno e del mese dell'anno per la stazione di Grezzana, relativa all'intero periodo 2004-2008.

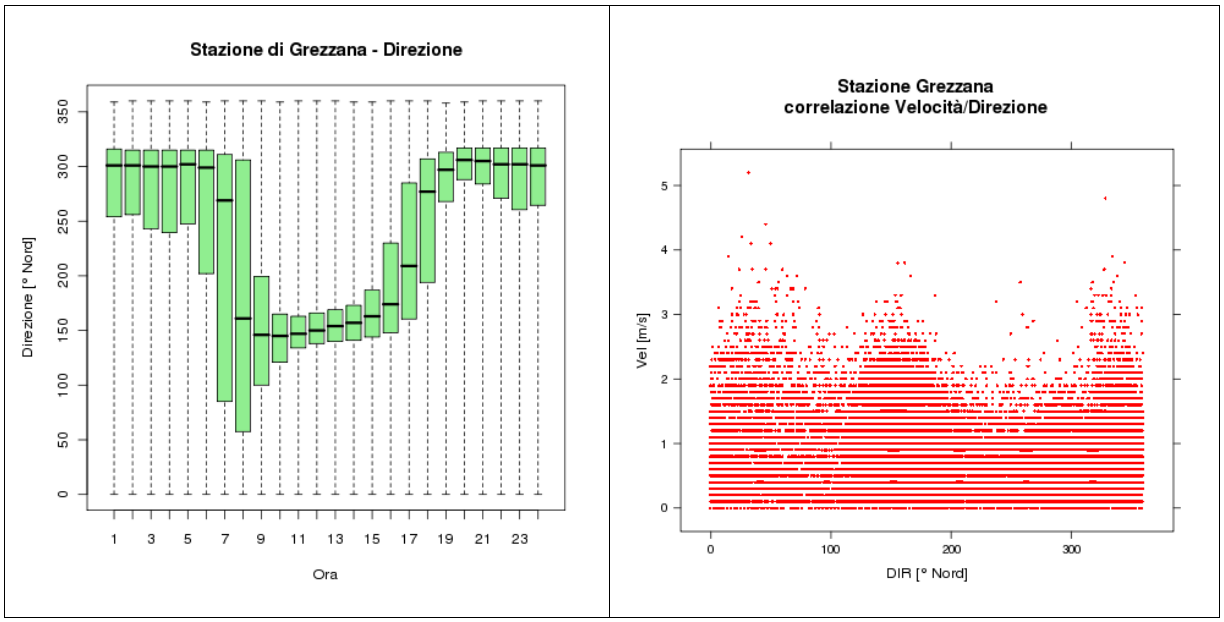


Figura 2-21: Boxplot della direzione del vento in funzione dell'ora del giorno e del mese dell'anno per la stazione di Grezzana, relativi all'intero periodo 2004-2008.

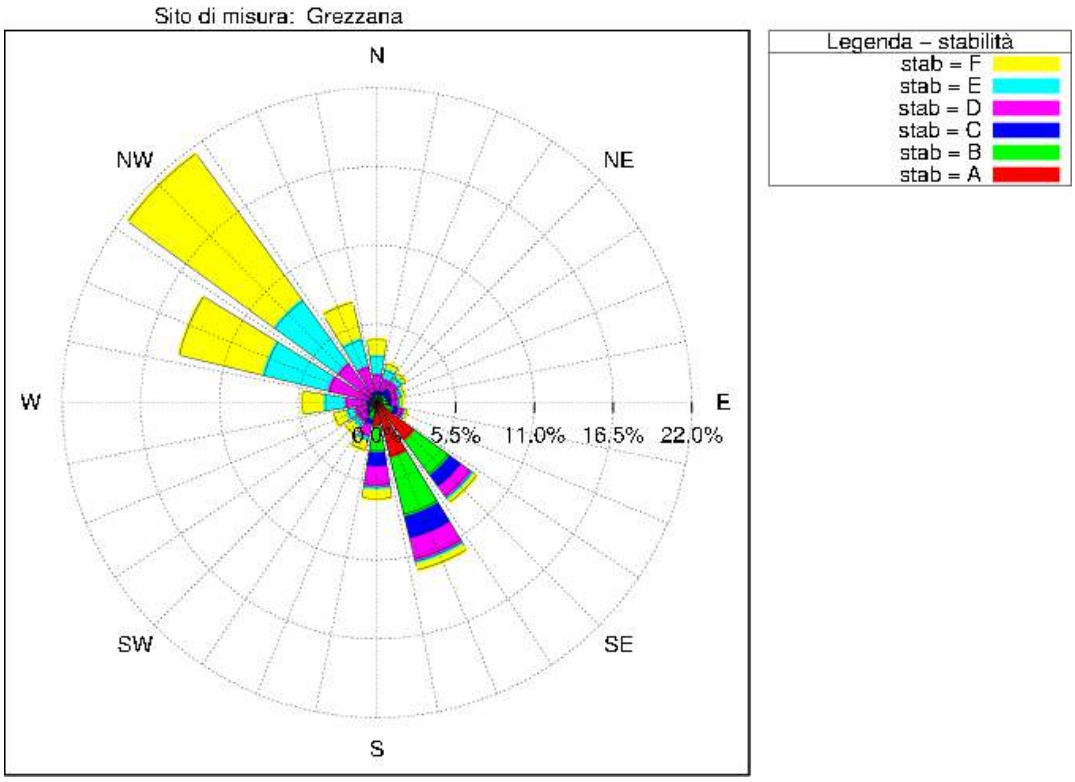


Figura 2-22: Rosa della stabilità per la stazione di Grezzana, relativa all'intero periodo 2004-2008.

Tabella 2-13: Valori medi dei principali parametri meteorologici misurati nella stazione di Grezzana.

Grandezza	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**TOTALE**
Velocità [m/s]	0.67	0.70	0.73	0.84	0.75	0.74
Temperatura [°C]	12.61	12.42	12.90	13.86	13.63	13.08
Radiazione [W/m^2]	153.37	160.40	154.93	152.45	141.93	152.62
Pioggia [mm/anno]	893	881	703	752	936	833
Umidità relativa [%]	71.38	70.35	67.47	67.79	72.55	69.91

2.1.2.3.6 Stazione di Illasi

La stazione è collocata all'interno della Val d'Illasi in un contesto collinare. La direzione di vento prevalente è quella Nord-Sud che caratterizza l'andamento geografico della valle, i venti più intensi tuttavia sono quelli provenienti da NE. Nelle ore centrali della giornata si osservano prevalentemente venti provenienti da Sud associati a instabilità atmosferica, mentre nel resto della giornata il Nord risulta essere la direzione di provenienza dominante a cui corrispondono condizioni di atmosfera mediamente neutra o stabile.

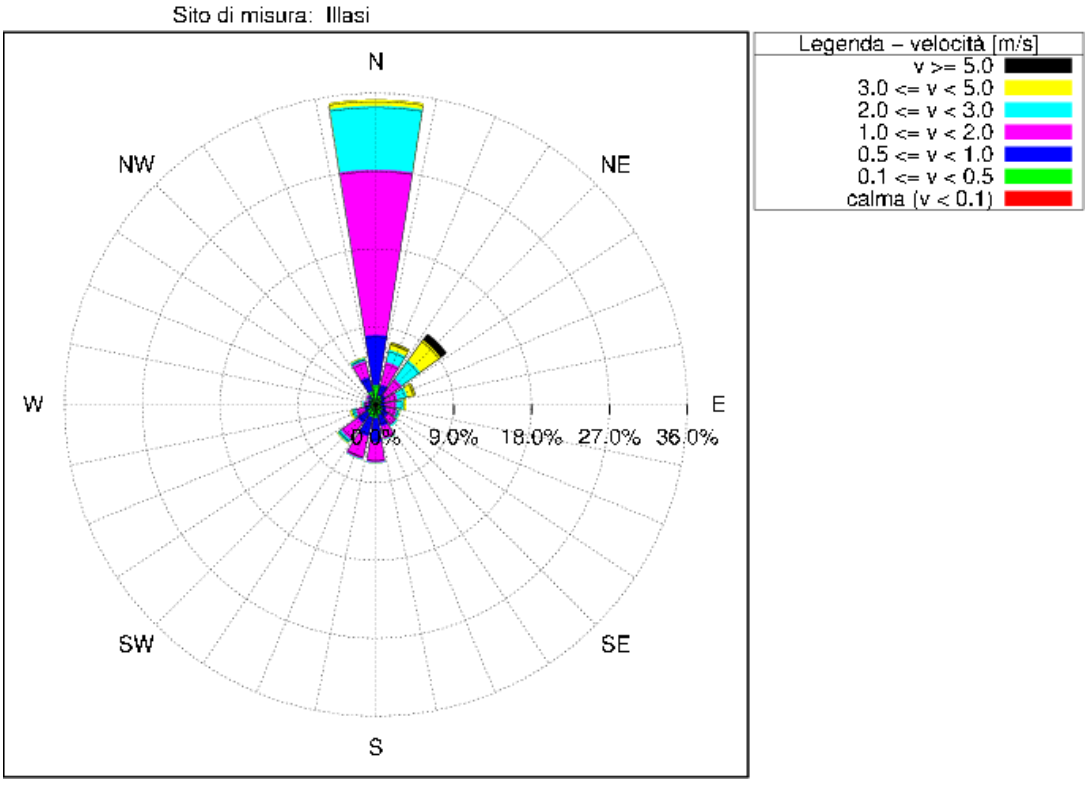


Figura 2-23: Rosa dei venti per la stazione di Illasi, relativa all'intero periodo 2004-2008.

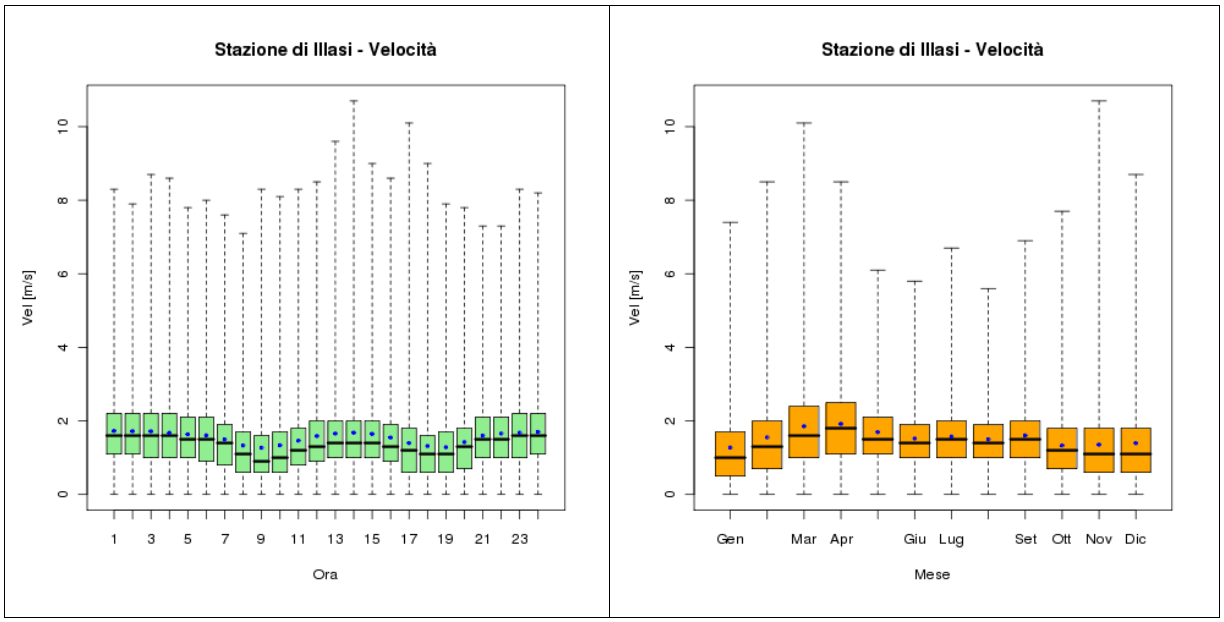


Figura 2-24: Boxplot della velocità del vento in funzione dell'ora del giorno e del mese dell'anno per la stazione di Illasi, relativa all'intero periodo 2004-2008.

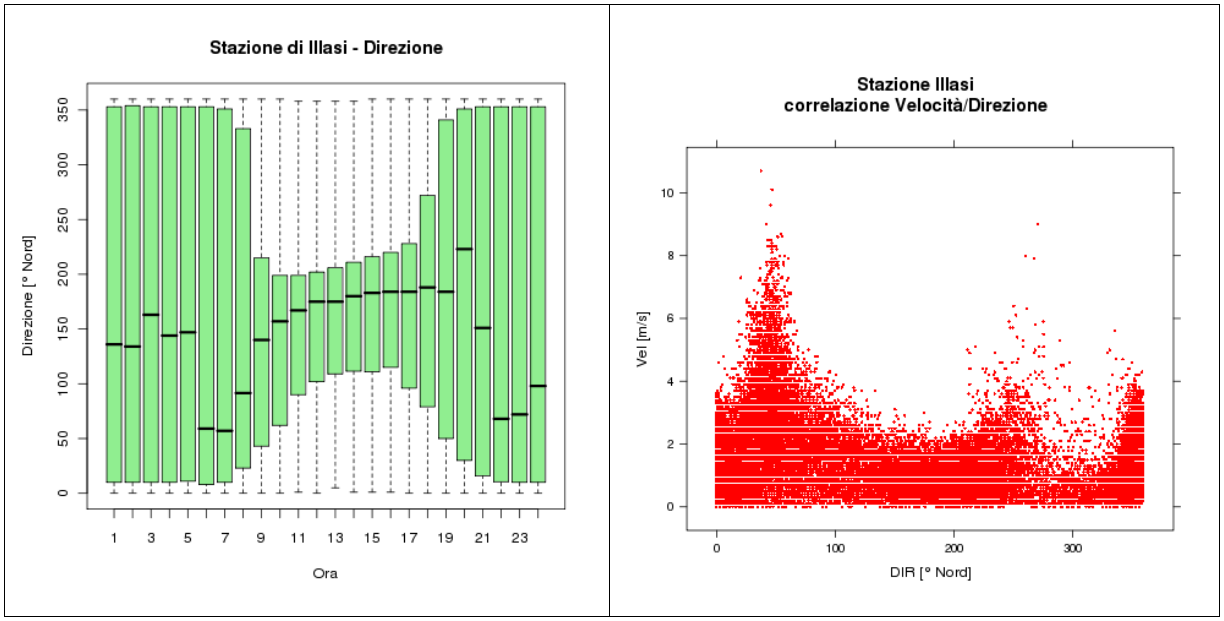


Figura 2-25: Boxplot della direzione del vento in funzione dell'ora del giorno e correlazione tra velocità e direzione per la stazione di Illasi, relativi all'intero periodo 2004-2008.

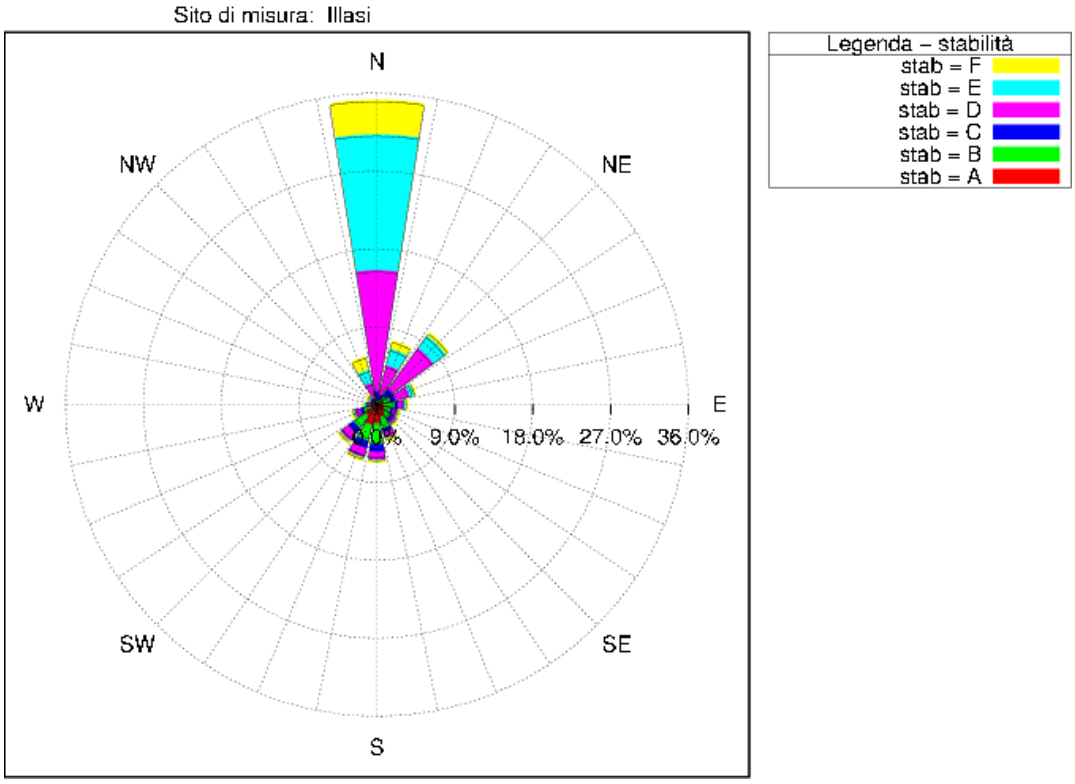


Figura 2-26 - Rosa della stabilità per la stazione di Illasi, relativa all'intero periodo 2004-2008.

Tabella 2-14: Valori medi dei principali parametri meteorologici misurati nella stazione di Illasi.

Grandezza	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**TOTALE**
Velocità [m/s]	1.35	1.24	1.49	1.77	1.89	1.55
Temperatura [°C]	12.79	12.62	13.52	14.17	13.81	13.38
Radiazione [W/m^2]	156.34	161.99	163.01	152.17	144.58	155.62
Pioggia [mm/anno]	1056	1107	838	582	1023	921
Umidità relativa [%]	70.70	67.43	66.22	64.47	69.93	67.75

2.1.2.3.7 Stazione di Marano di Valpolicella

La stazione è ubicata all'interno di una valle nel cuore della Valpolicella. La direzione prevalente dei venti è quella NE-SO che caratterizza anche l'andamento geografico della valle. Nelle ore centrali della giornata si osservano prevalentemente vendi da S-SO, associati a condizioni di instabilità atmosferica. Durante le altre ore della giornata si registrano venti meno intensi provenienti da NE con condizioni di atmosfera neutra e stabile. I venti più intensi sono quelli provenienti da Nord che si realizzano principalmente durante le ore notturne.

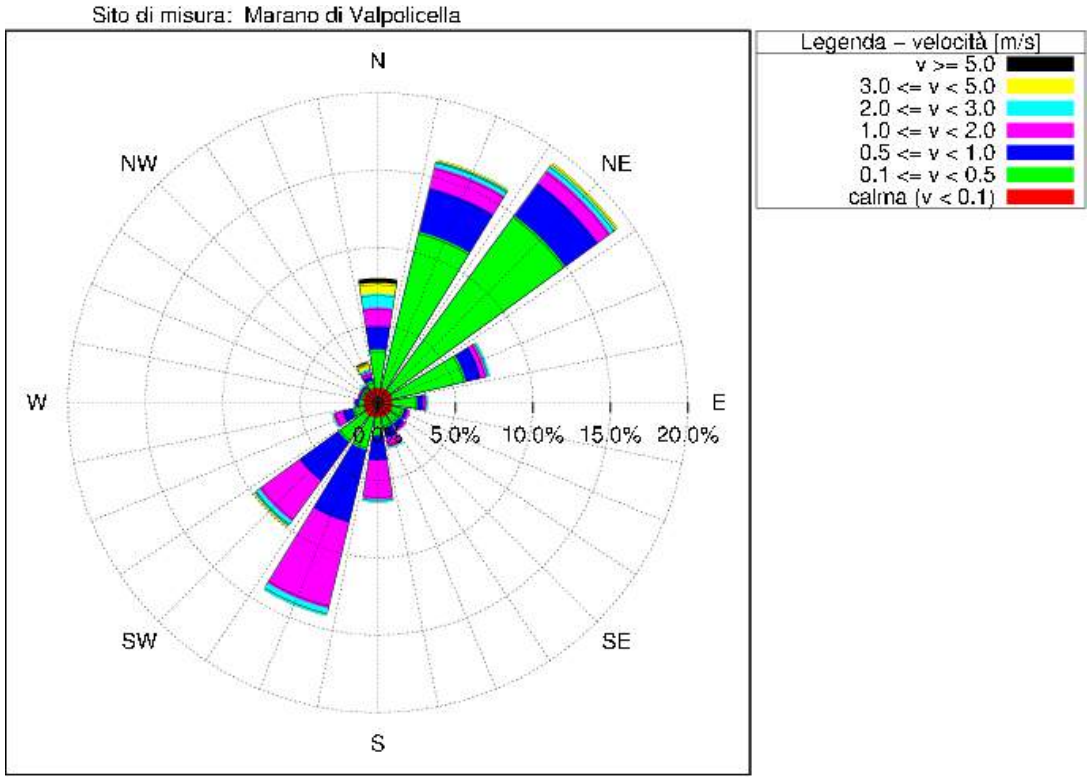


Figura 2-27: Rosa dei venti per la stazione di Marano di Valpolicella, relativa all'intero periodo 2004-2008.

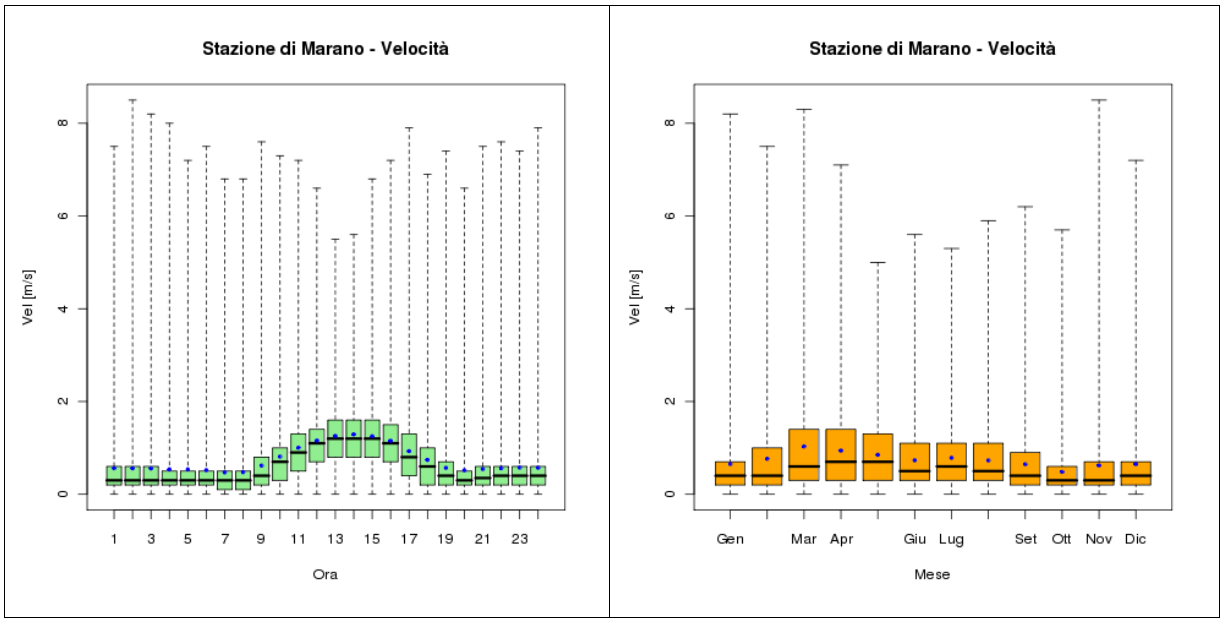


Figura 2-28: Boxplot della velocità del vento in funzione dell'ora del giorno e del mese dell'anno per la stazione di Marano di Valpolicella, relativa all'intero periodo 2004-2008.

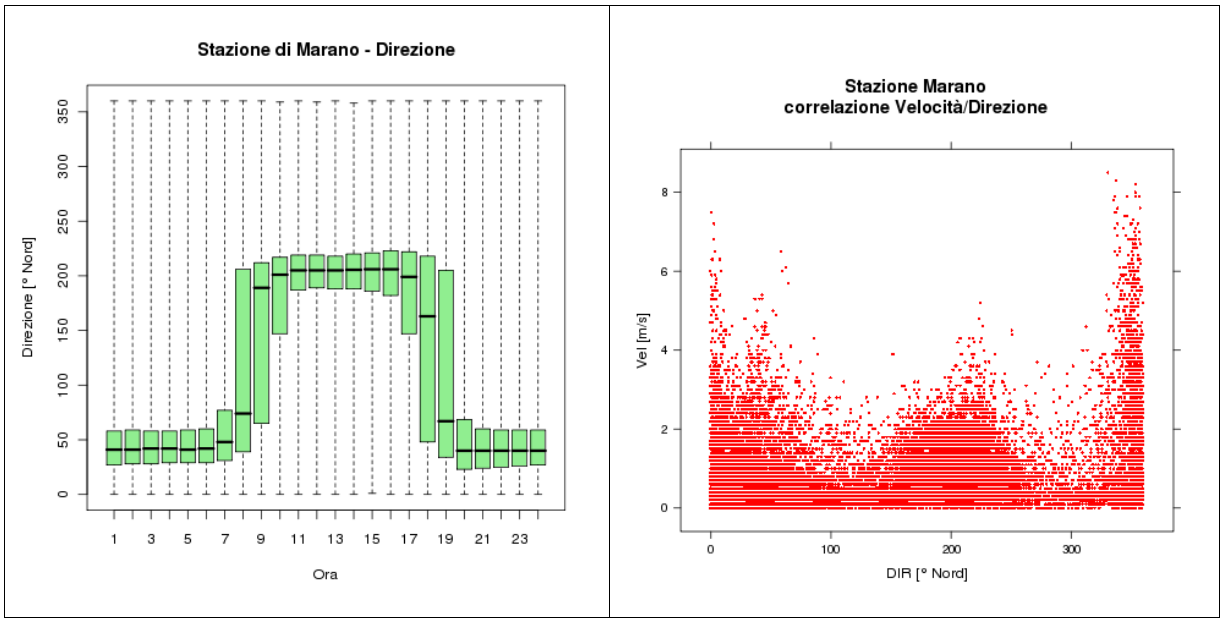


Figura 2-29: Boxplot della direzione del vento in funzione dell'ora del giorno e correlazione tra velocità e direzione del vento per la stazione di Marano di Valpolicella, relativi all'intero periodo 2004-2008.

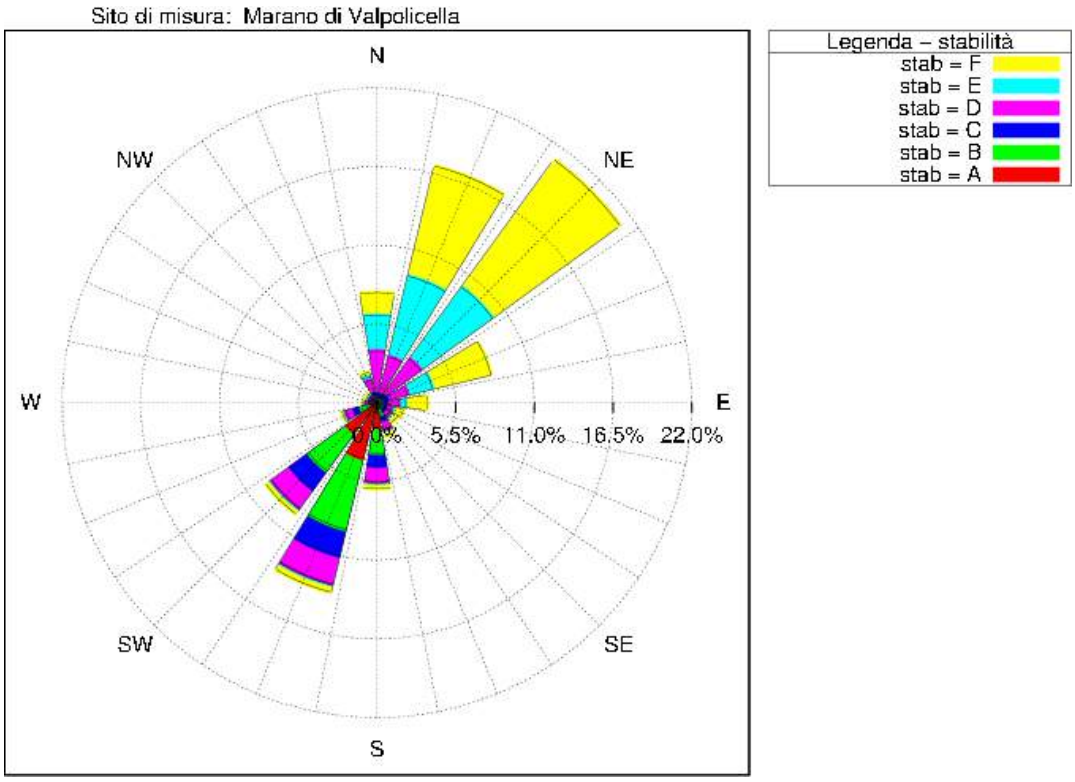


Figura 2-30: Rosa della stabilità per la stazione di Marano di Valpolicella, relativa all'intero periodo 2004-2008.

Tabella 2-15: Valori medi dei principali parametri meteorologici misurati nella stazione di Marano di Valpolicella.

Grandezza	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**TOTALE**
Velocità [m/s]	0.71	0.72	0.69	0.79	0.79	0.74
Temperatura [°C]	12.59	12.29	13.29	13.77	13.32	13.05
Radiazione [W/m^2]	147.00	153.39	153.94	150.99	142.87	149.64
Pioggia [mm/anno]	1101	873	774	815	1153	943
Umidità relativa [%]	65.73	66.78	65.97	63.99	69.21	66.34

2.1.2.3.8 Stazione di San Pietro in Cariano

La stazione di San Pietro in Cariano è situata a nord-ovest di Verona, nel territorio della Valpolicella, allo sbocco delle vallate di Fumane e di Marano, in una zona che, pur essendo prevalentemente pianeggiante, presenta alcuni rilievi collinari. In questa stazione non sono presenti sensori per la misura della velocità e direzione del vento, ma sono misurati solo gli altri parametri meteorologici i cui valori medi registrati sono riportati in Tabella 2-16.

Tabella 2-16: Valori medi dei principali parametri meteorologici misurati nella stazione di San Pietro in Cariano.

Grandezza	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**TOTALE**
Temperatura [°C]	13.07	12.45	13.39	13.95	13.68	13.31
Radiazione [W/m^2]	156.97	162.48	163.74	152.10	143.95	155.85
Pioggia [mm/anno]	877	833	663	638	893	781
Umidità relativa [%]	71.82	70.57	70.99	70.64	75.43	71.89

2.1.2.3.9 Stazione di Valeggio sul Mincio

La stazione di Valeggio sul Mincio, ubicata nel parco-giardino Sigurtà a sud-ovest rispetto a Verona, è caratterizzata da venti poco intensi; non è facilmente identificabile una direzione principale anche se risulta una leggera prevalenza dell'asse E-O.

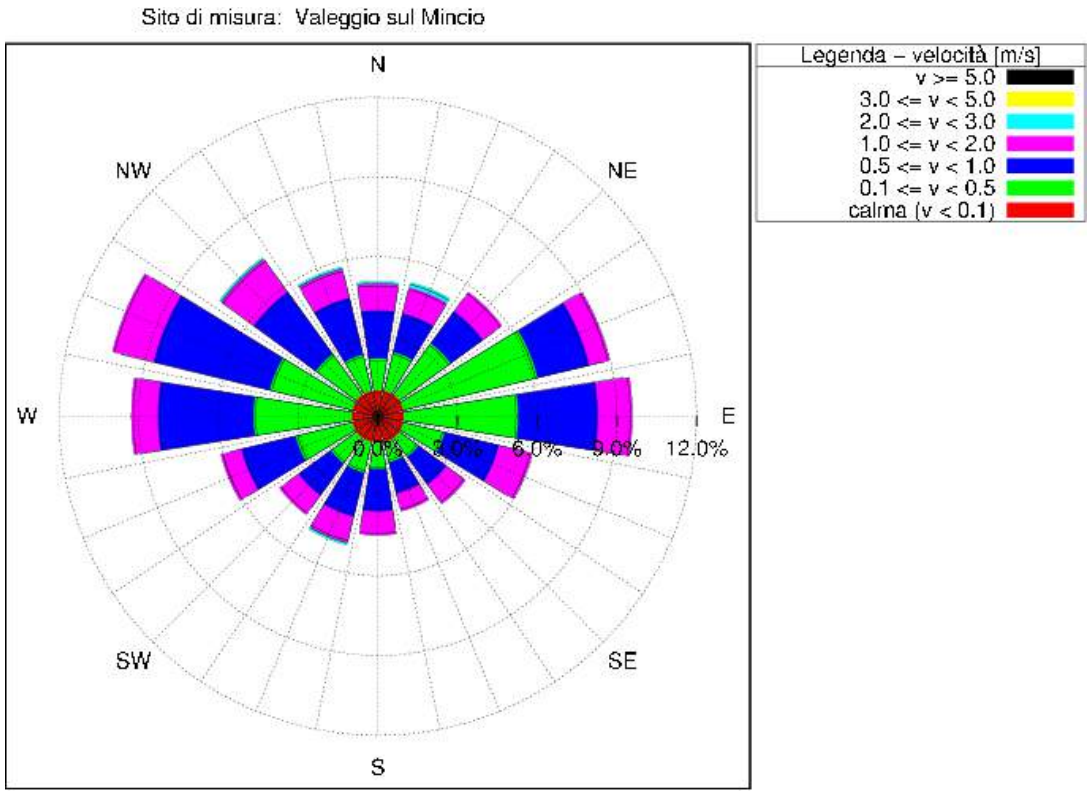


Figura 2-31: Rosa dei venti per la stazione di Valeggio sul Mincio, relativa all'intero periodo 2004-2008.

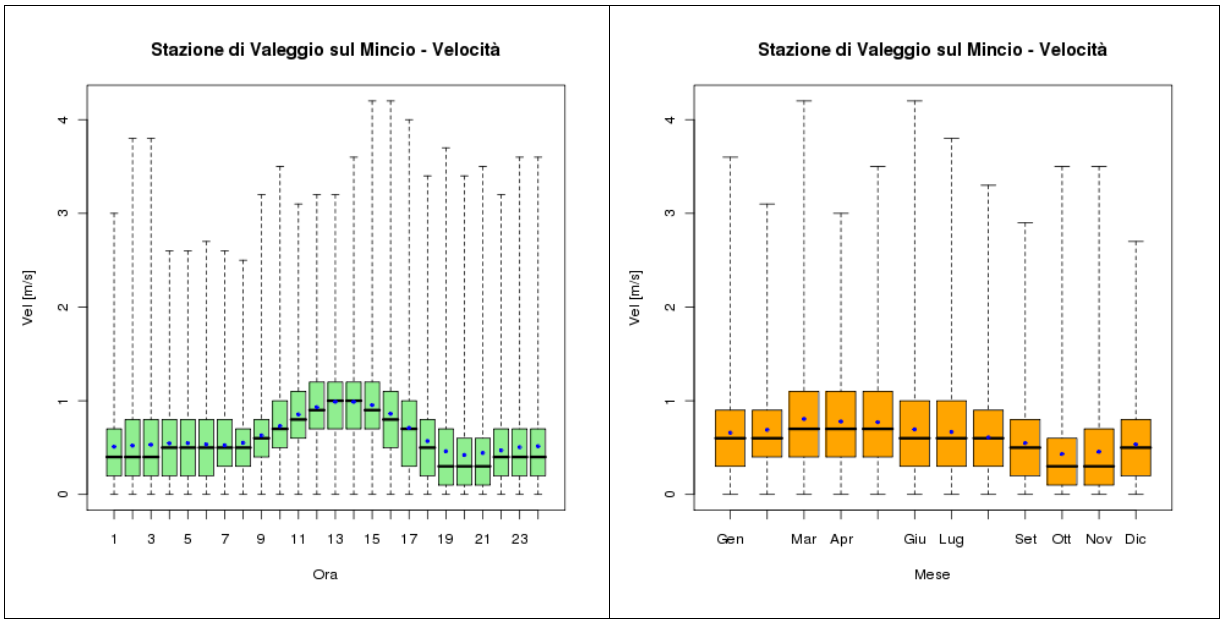


Figura 2-32: Boxplot della velocità del vento in funzione dell'ora del giorno e del mese dell'anno per la stazione di Valeggio sul Mincio, relativi all'intero periodo 2004-2008.

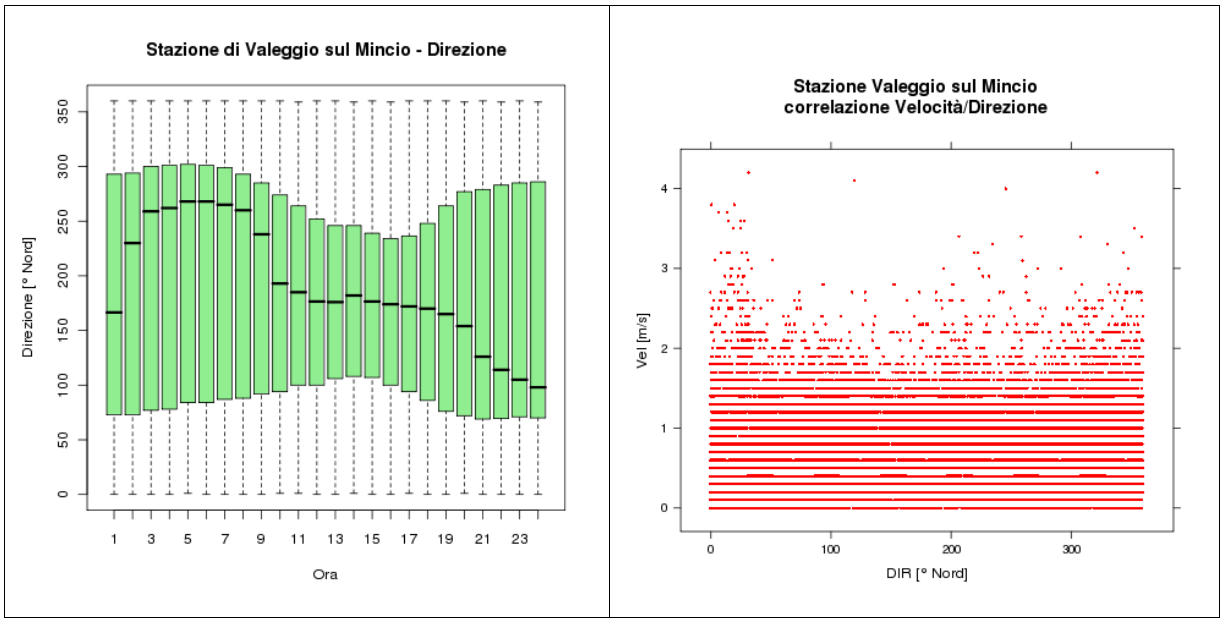


Figura 2-33: Boxplot della direzione del vento in funzione dell'ora del giorno e correlazione tra velocità e direzione per la stazione di Valeggio sul Mincio, relativi all'intero periodo 2004-2008.

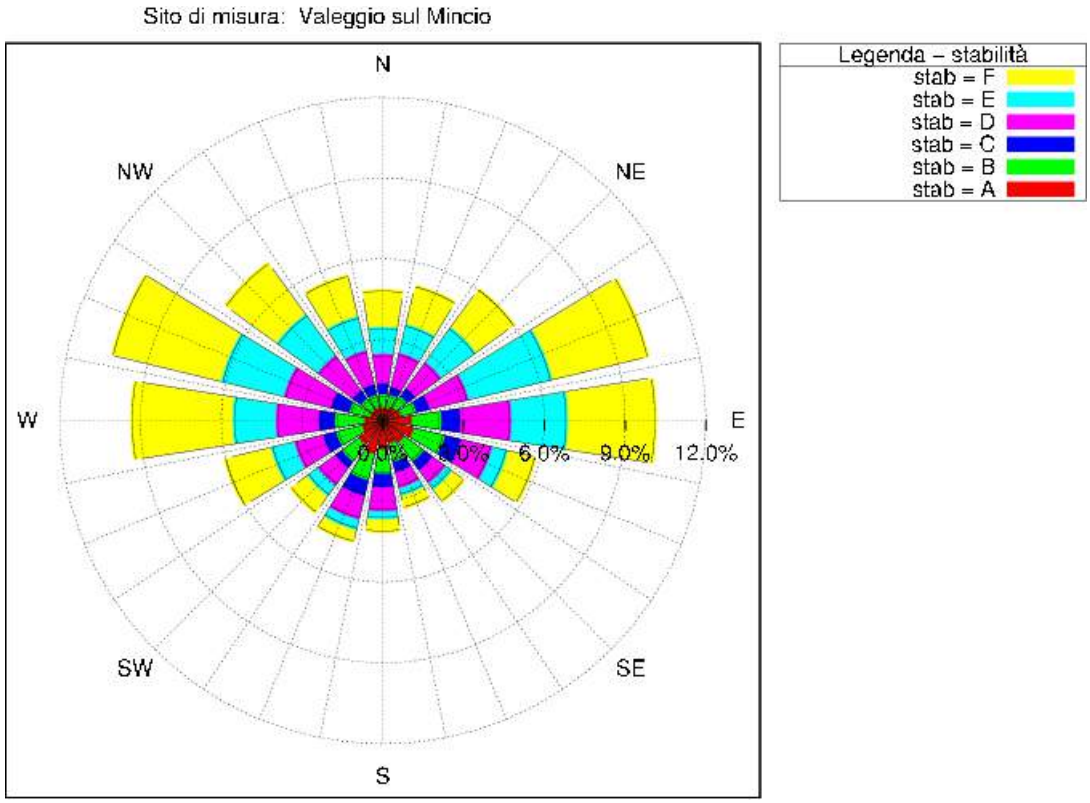


Figura 2-34: Rosa della stabilità per la stazione di Valeggio sul Mincio, relativa all'intero periodo 2004-2008.

Tabella 2-17: Valori medi dei principali parametri meteorologici misurati nella stazione di Valeggio sul Mincio.

Grandezza	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**TOTALE**
Velocità [m/s]	0.63	0.66	0.55	0.7	0.65	0.64
Temperatura [°C]	13.65	13.16	14	14.44	14.04	13.86
Radiazione [W/m^2]	162.88	166.13	168.46	156.42	145.92	159.96
Pioggia [mm/anno]	1051	1179	675	694	1042	928
Umidità relativa [%]	76.63	73.94	74.02	74.69	76.51	75.16

2.1.2.3.10 Stazione di Villafranca di Verona

La stazione di Villafranca si trova a sud-ovest di Verona nell'alta pianura veronese; essa è situata al di fuori del centro abitato, in una zona a destinazione agricola e ben esposta. I venti sono modesti e con una certa variabilità nella provenienza, con una prevalenza da N.

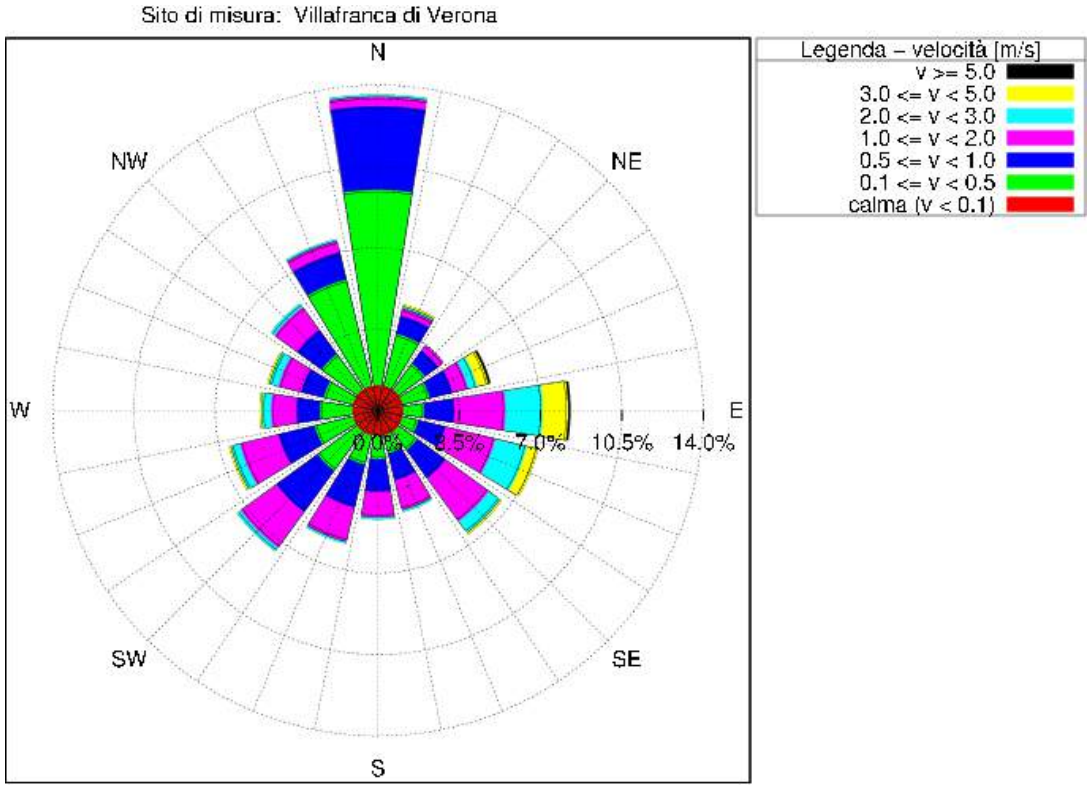


Figura 2-35: Rosa dei venti per la stazione di Villafranca Veronese, relativa all'intero periodo 2004-2008.

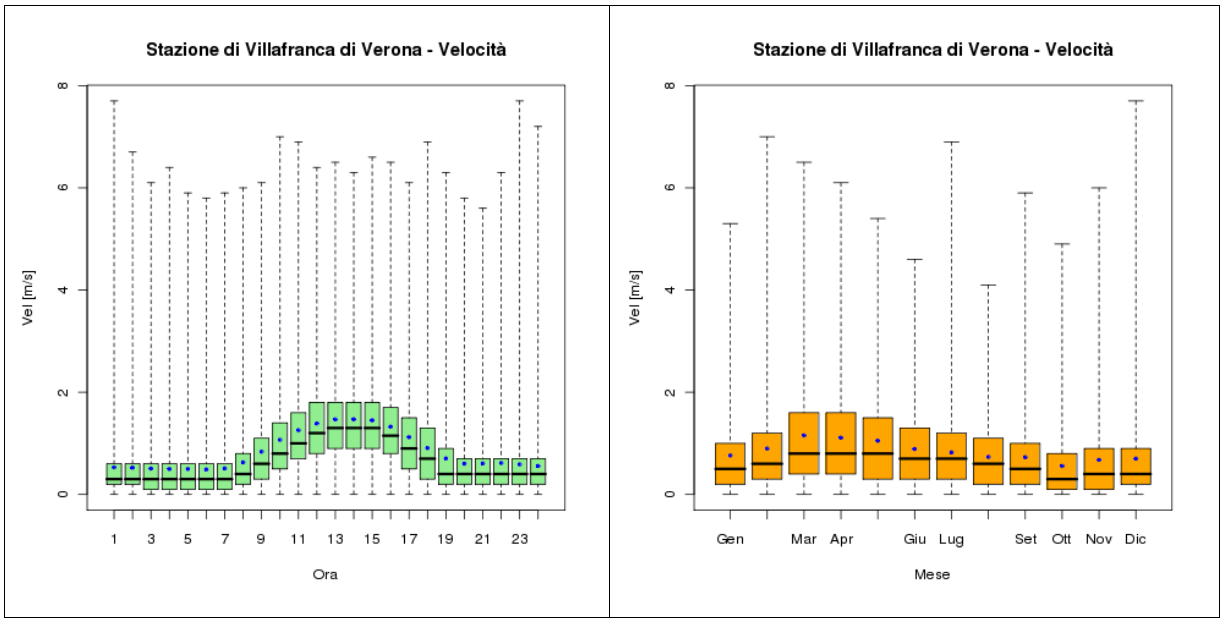


Figura 2-36: Boxplot della velocità del vento in funzione dell'ora del giorno e del mese dell'anno per la stazione di Villafranca di Verona, relativi all'intero periodo 2004-2008.

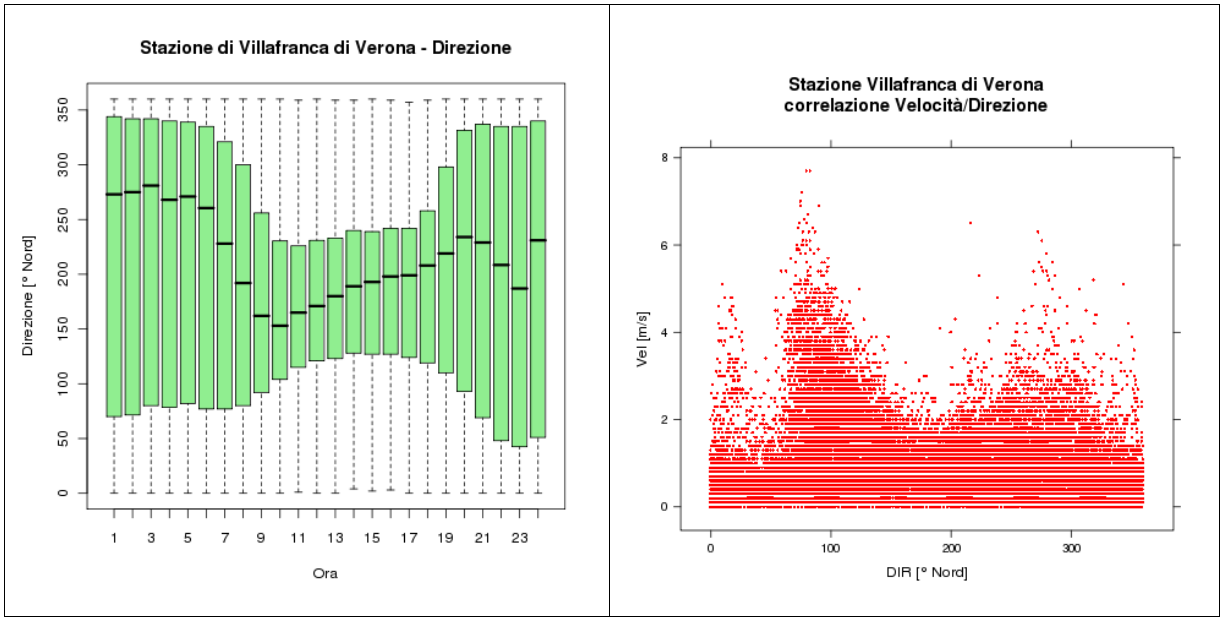


Figura 2-37: Boxplot della direzione del vento in funzione dell'ora del giorno e correlazione tra velocità e direzione per la stazione di Villafranca di Verona, relativi all'intero periodo 2004-2008.

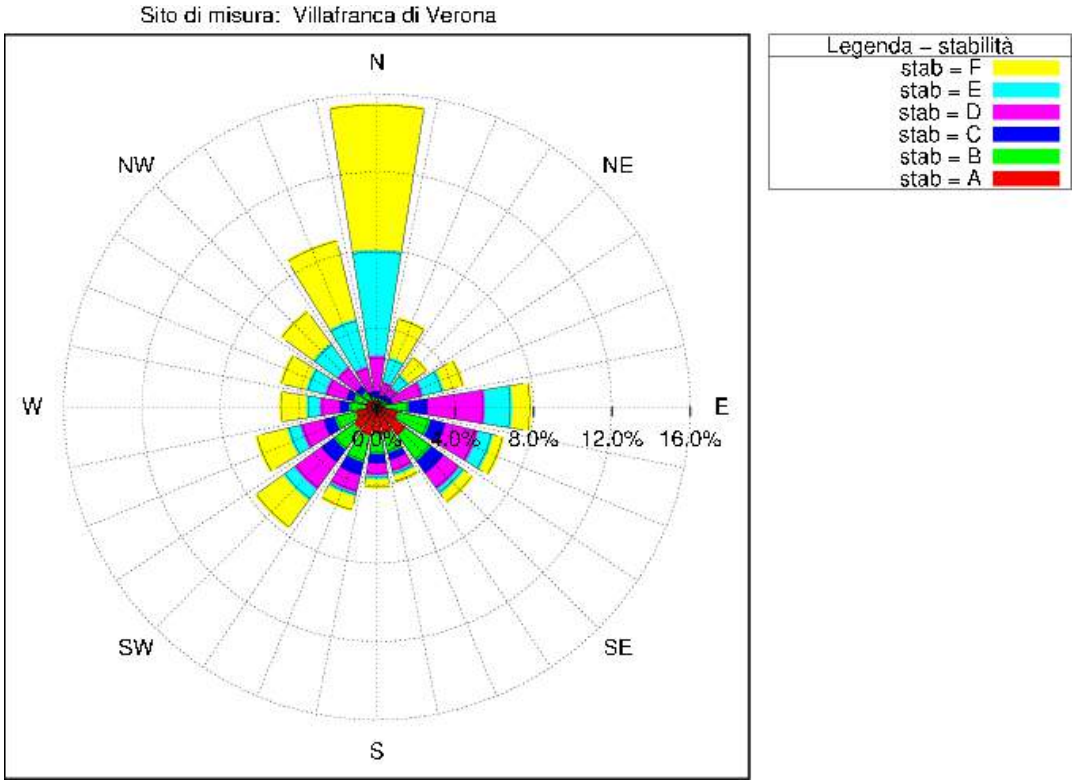


Figura 2-38: Rosa della stabilità per la stazione di Villafranca Veronese, relativa all'intero periodo 2004-2008.

Tabella 2-18: Valori medi dei principali parametri meteorologici misurati nella stazione di Villafranca Veronese.

Grandezza	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**TOTALE**
Velocità [m/s]	0.82	0.73	0.78	0.92	0.96	0.84
Temperatura [°C]	13.22	12.60	13.30	13.92	13.81	13.37
Radiazione [W/m^2]	165.55	169.14	171.21	161.97	152.34	164.04
Pioggia [mm/anno]	963	951	655	602	1041	842
Umidità relativa [%]	77.40	74.67	74.92	74.84	78.40	76.05

2.1.2.3.11 Stazione di Verona-Cason

La stazione di qualità dell'aria di Verona Cason (della stazione e relativa analisi dei dati misurati relativi alla qualità dell'aria si parlerà nel dettaglio nel § 2.2.3.7) rileva anche alcuni parametri meteorologici. I dati sono stati analizzati per cercare di avere una descrizione climatologica anche per la zona del Comune di Verona, che non contiene al suo interno stazioni meteorologiche della rete ufficiale di ARPAV. Nell'analisi sono stati considerati solo i dati relativi al triennio 2005-2007, perché si è valutato che la qualità del dato a disposizione per gli anni 2004 e 2008 non fosse sufficiente. La stazione è caratterizzata da venti più intensi nelle ore diurne e in primavera ed estate. Le direzioni associate ai venti più intensi sono N e NEE ed E. I venti più frequenti invece provengono da NO.

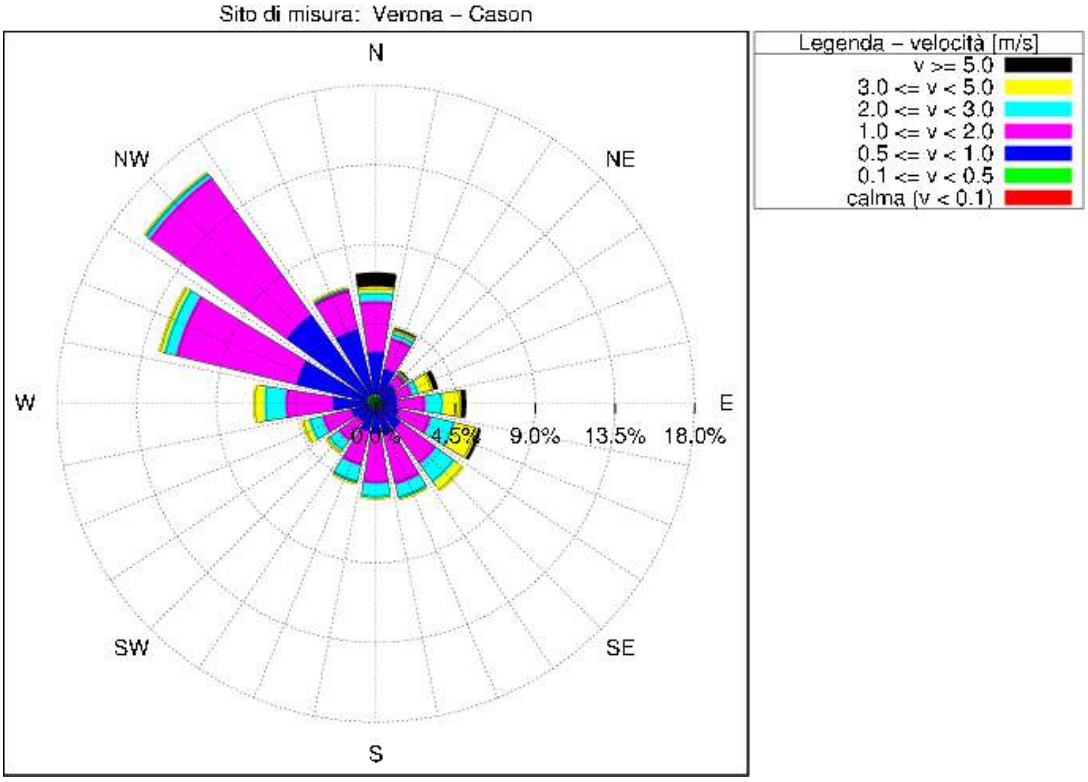


Figura 2-39: Rosa dei venti per la stazione di Verona-Cason, relativa al periodo 2005-2007.

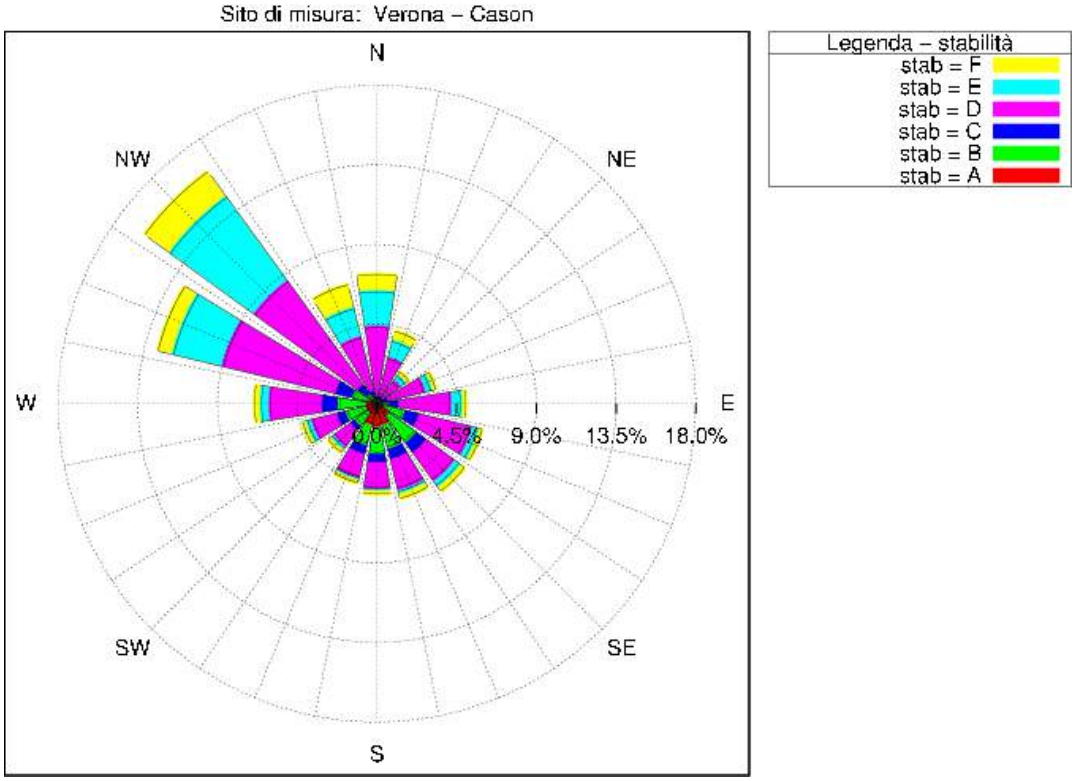


Figura 2-40: Rosa della stabilità per la stazione di Verona-Cason, relativa al periodo 2005-2007.

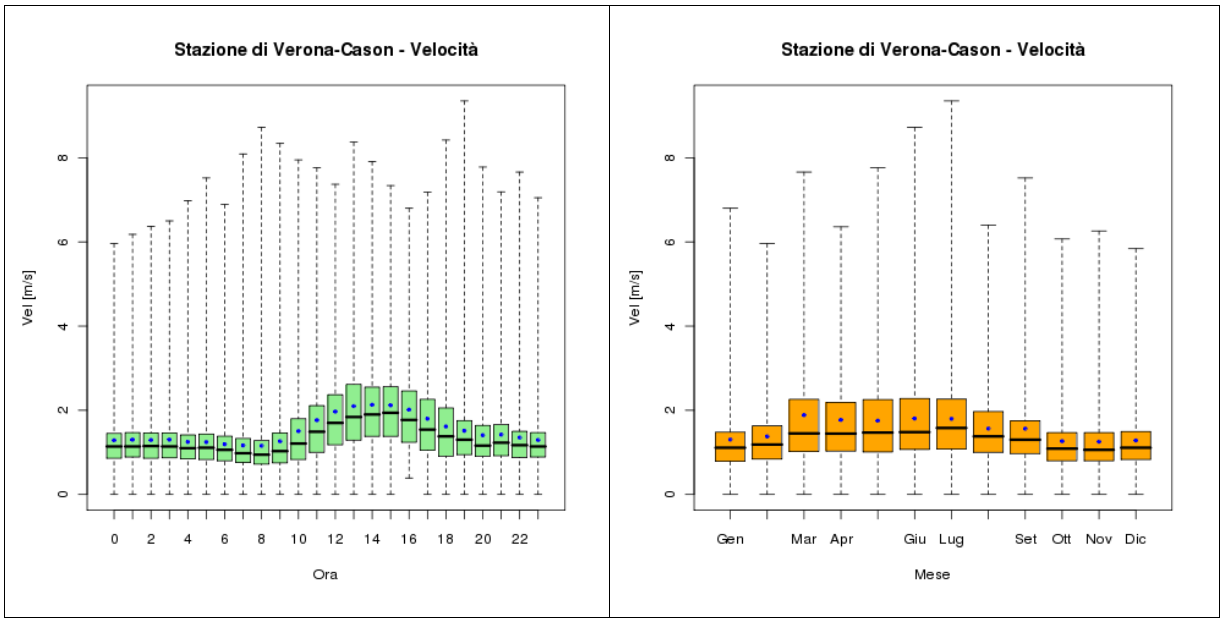


Figura 2-41: Boxplot della velocità del vento in funzione dell'ora del giorno e del mese dell'anno per la stazione di qualità dell'aria di Verona Cason, relativi al periodo 2005-2007.

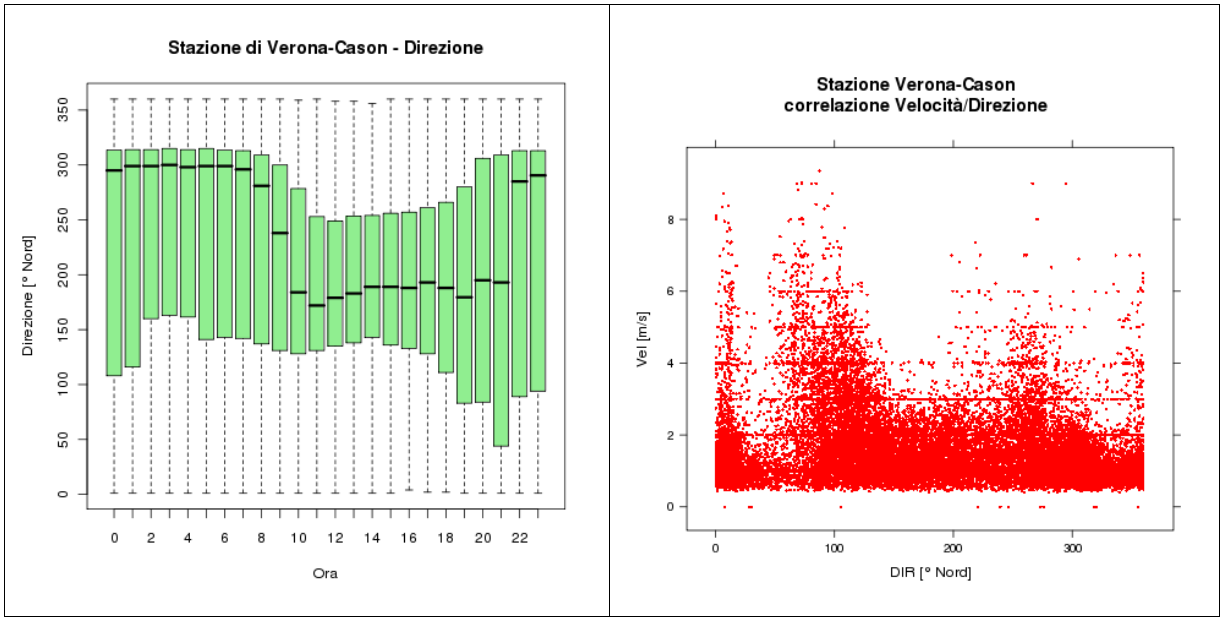


Figura 2-42: Boxplot della direzione del vento in funzione dell'ora del giorno e correlazione tra velocità e direzione per la stazione di qualità dell'aria di Verona Cason, relativi al periodo 2005-2007.

Tabella 2-19: Valori medi dei principali parametri meteorologici misurati nella stazione di Verona-Cason.

Grandezza	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**TOTALE**
Velocità [m/s]		1.27	1.55	1.55		1.46
Temperatura [°C]		8.45	13.39	14.35		12.06
Radiazione [W/m^2]		74.83	157.88	152.66		128.46
Pioggia [mm/anno]		251	530	429		403

2.1.2.3.12 Stazione di Verona-via Dominutti

La stazione di via Dominutti è ubicata sul tetto del palazzo sede del Dipartimento di Verona di ARPAV; in questa stazione risulta che la direzione dominante è quella Est-Ovest. I venti più intensi sono quelli provenienti da NE-E.

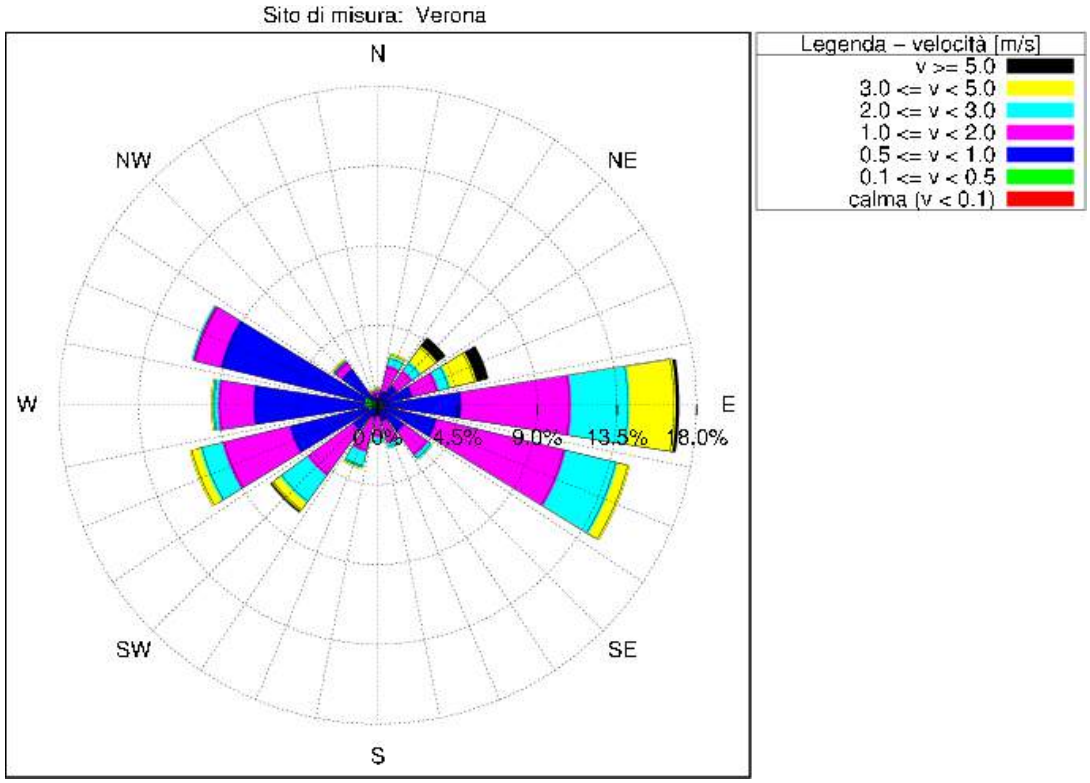


Figura 2-43: Rosa della stabilità per la stazione di Verona-via Dominutti, relativa al periodo 2005-2007.

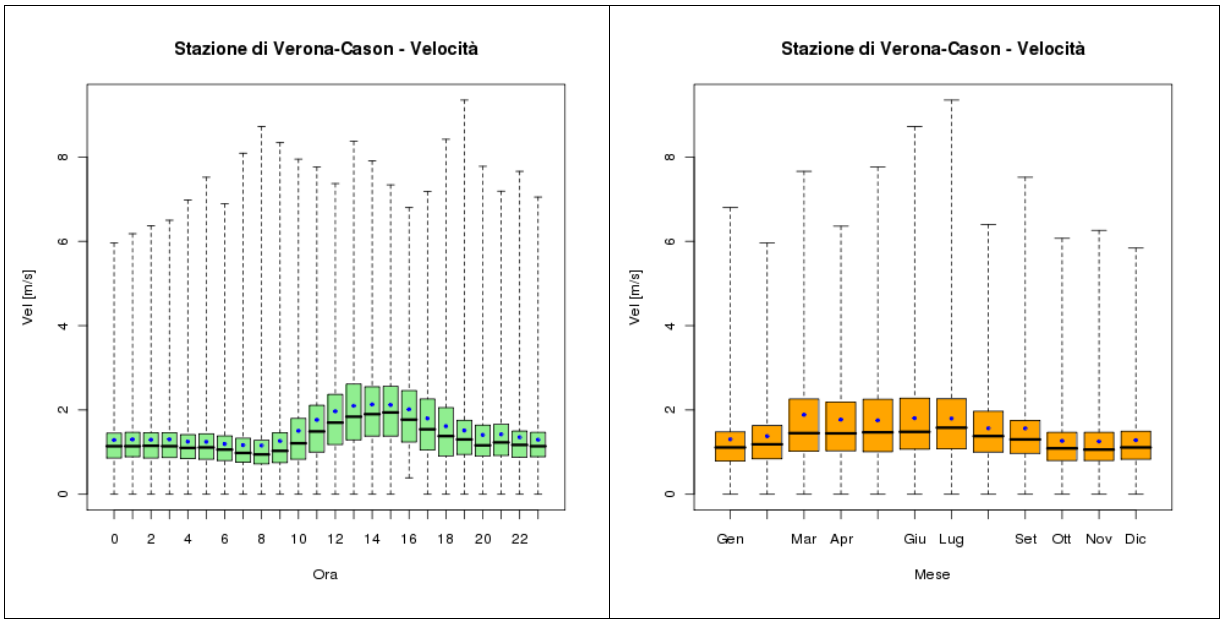


Figura 2-44: Boxplot della velocità del vento in funzione dell'ora del giorno e del mese dell'anno per la stazione di Verona via Dominutti, relativi al periodo 2004-2008.

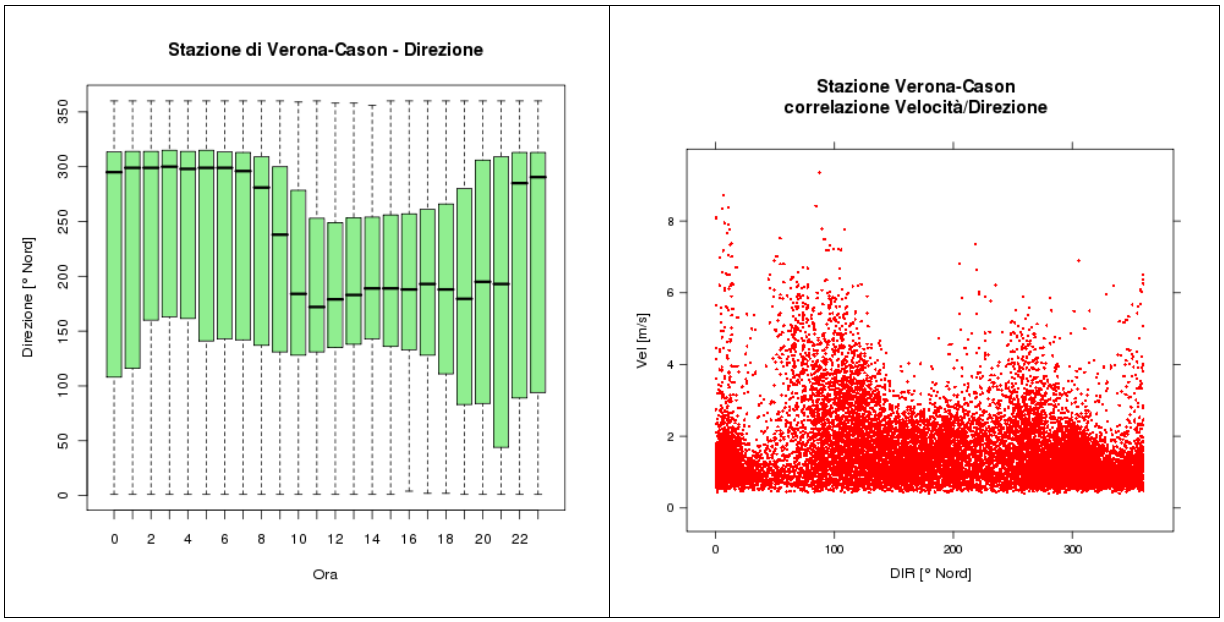


Figura 2-45: Boxplot della direzione del vento in funzione dell'ora del giorno e correlazione tra velocità e direzione per la stazione di Verona via Dominutti, relativi al periodo 2004-2008.

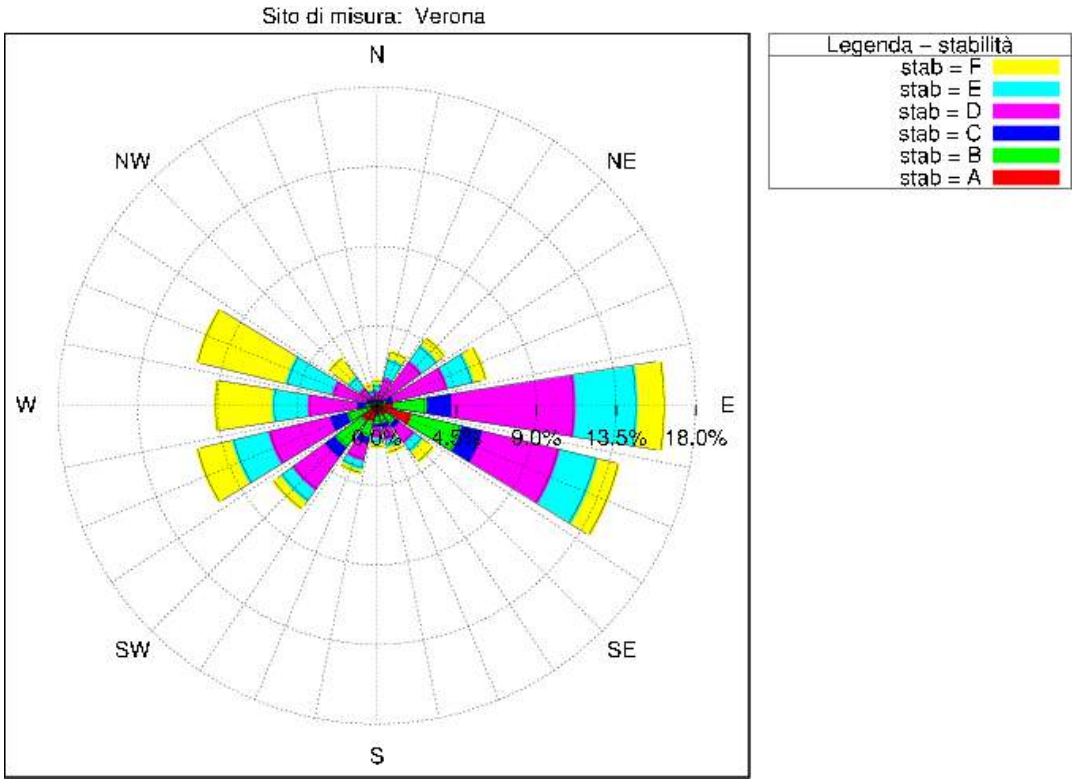


Figura 2-46: Rosa della stabilità per la stazione di Verona-via Dominutti, relativa al periodo 2005-2007.

Tabella 2-20: Valori medi dei principali parametri meteorologici misurati nella stazione di Verona-via Dominutti.

Grandezza	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**TOTALE**
Velocità [m/s]	1.33	1.4	1.39	1.42	1.49	1.41
Temperatura [°C]	18.8	14.62	16.13	16.61	16.27	16.48
Radiazione [W/m^2]	246.41	214.86	208.28	214.56	203.63	217.55
Pioggia [mm/anno]	358	614	534	433	713	531
Umidità relativa [%]	83.78	79.06	70.84	65.59	69.4	73.73

2.1.2.4 Mappe globali delle rose dei venti e della stabilità

Le rose dei venti e della stabilità sono state raggruppate in un'unica mappa per visualizzare in modo più immediato e comparativo le caratteristiche delle diverse stazioni in cui sono misurate l'intensità e la direzione del vento.

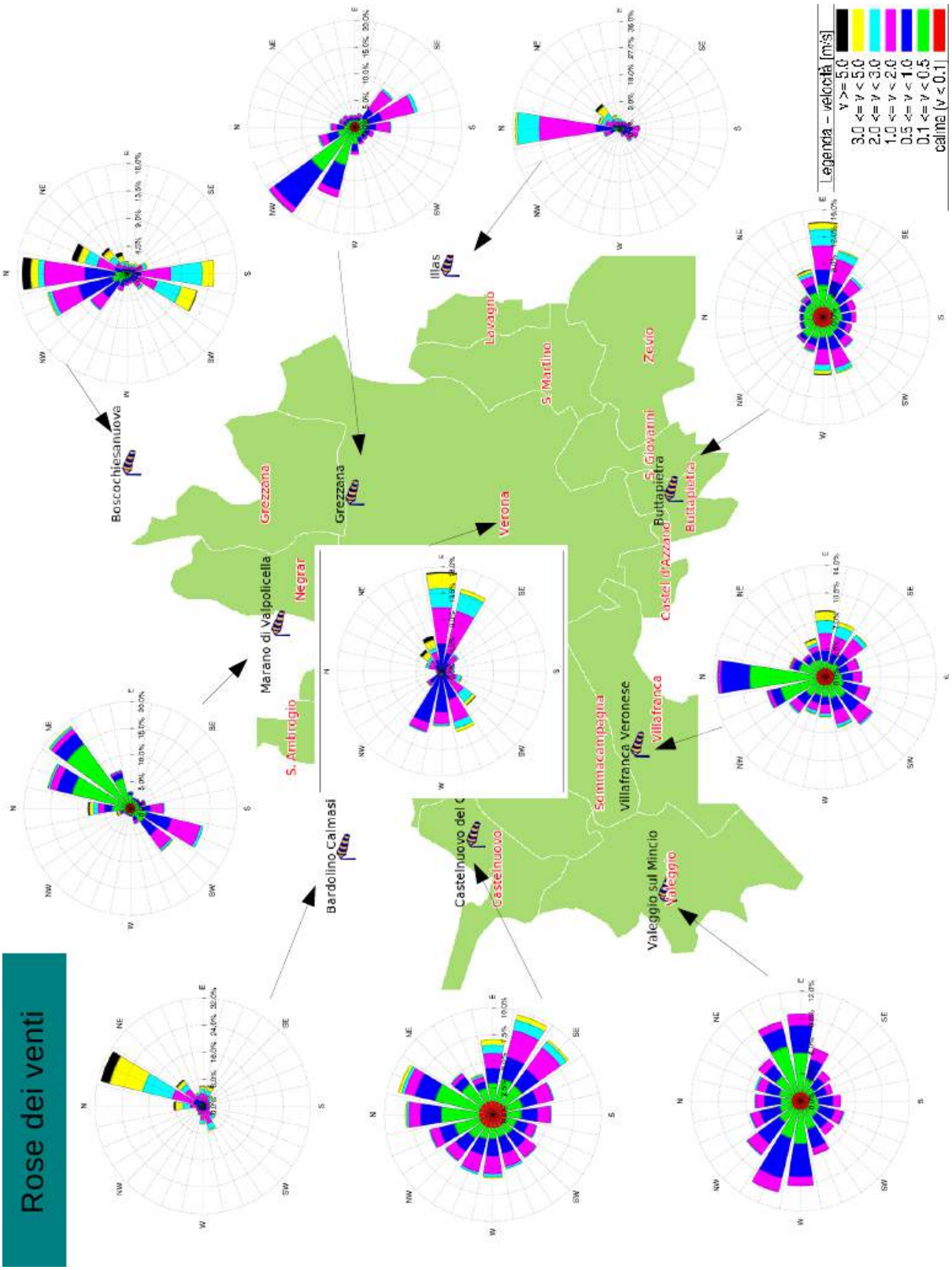


Figura 2-47: Rose dei venti elaborate.

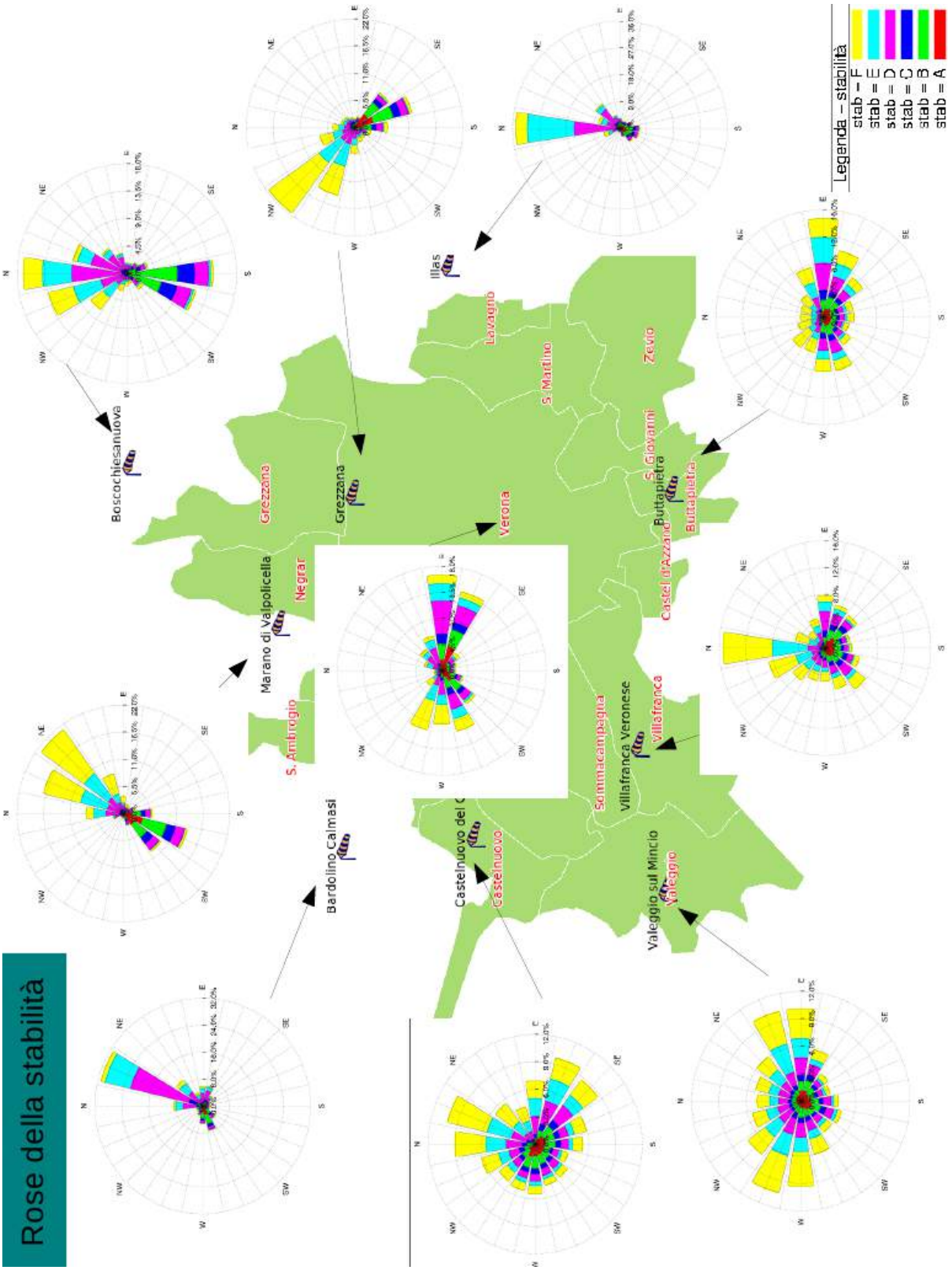


Figura 2-48: Rose della stabilità elaborate.

2.1.2.5 Cicli giornalieri, annuali e stagionali

Per ciascuna grandezza meteorologica analizzata, sono stati ricostruiti i cicli giornalieri e annuali; i cicli delle diverse stazioni sono stati confrontati tra di loro per mettere in luce differenze e analogie dei parametri meteoclimatici che caratterizzano il territorio in esame.

2.1.2.5.1 Velocità del vento

I cicli diurni di velocità del vento in ciascuna stazione sono stati calcolati dapprima tenendo conto della totalità dei dati, quindi isolando i dati relativi alle diverse stagioni.
Osservando i cicli calcolati sulla base dell'intero anno, si può notare come la maggior parte delle stazioni mostri valori più intensi della velocità del vento nelle ore centrali della giornata. La stazione che più si discosta da questo comportamento è Bardolino, in cui le velocità più elevate si verificano durante le prime ore del mattino. Inoltre in questa stazione, che risente dell'influsso del lago di Garda, i venti sono mediamente più intensi. Una maggiore ventosità si riscontra anche nella stazione di Bosco Chiesanuova, che è l'unica stazione di montagna ubicata ad una quota di circa 1000 m. La stazione di Illasi è caratterizzata invece da un ciclo diurno meno pronunciato e da valori abbastanza elevati durante l'intera giornata.
Le altre stazioni presentano valori di velocità del vento decisamente più bassi, specialmente nelle ore notturne dove si registrano velocità di circa 0.5 m/s. La stazione di Verona rappresenta un'eccezione, dovuta probabilmente al fatto che essendo posizionata sul tetto di un edificio risulta meglio esposta.

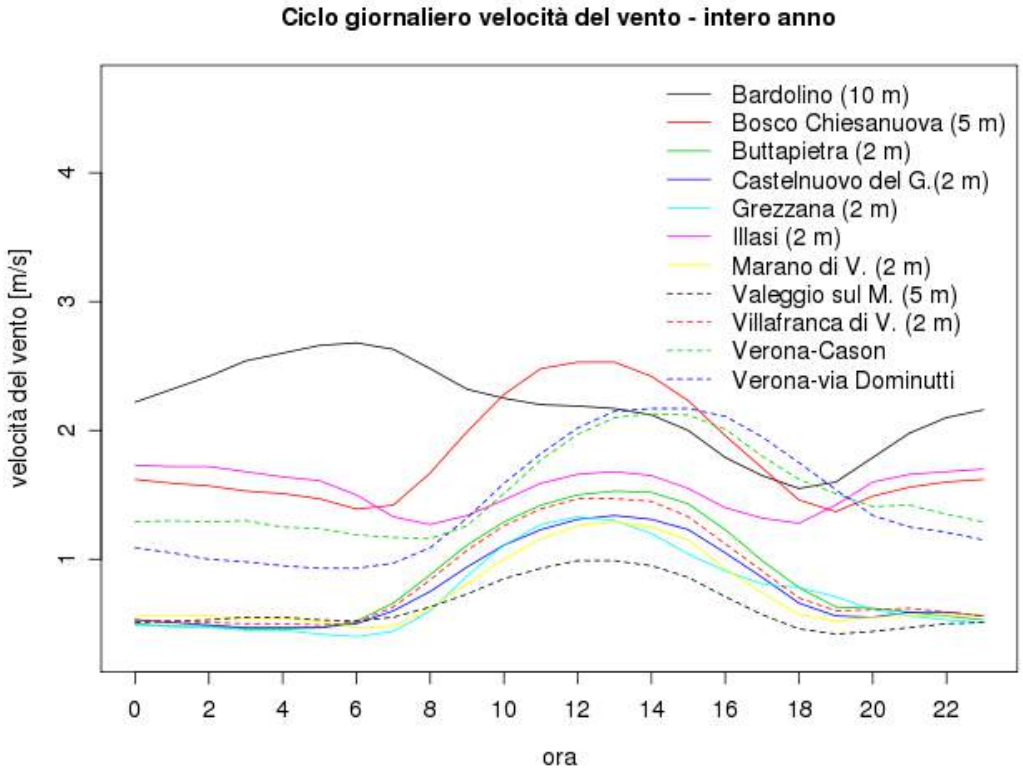


Figura 2-49: Confronto tra i cicli giornalieri della velocità del vento calcolati per le diverse stazioni relativi all'intero anno.

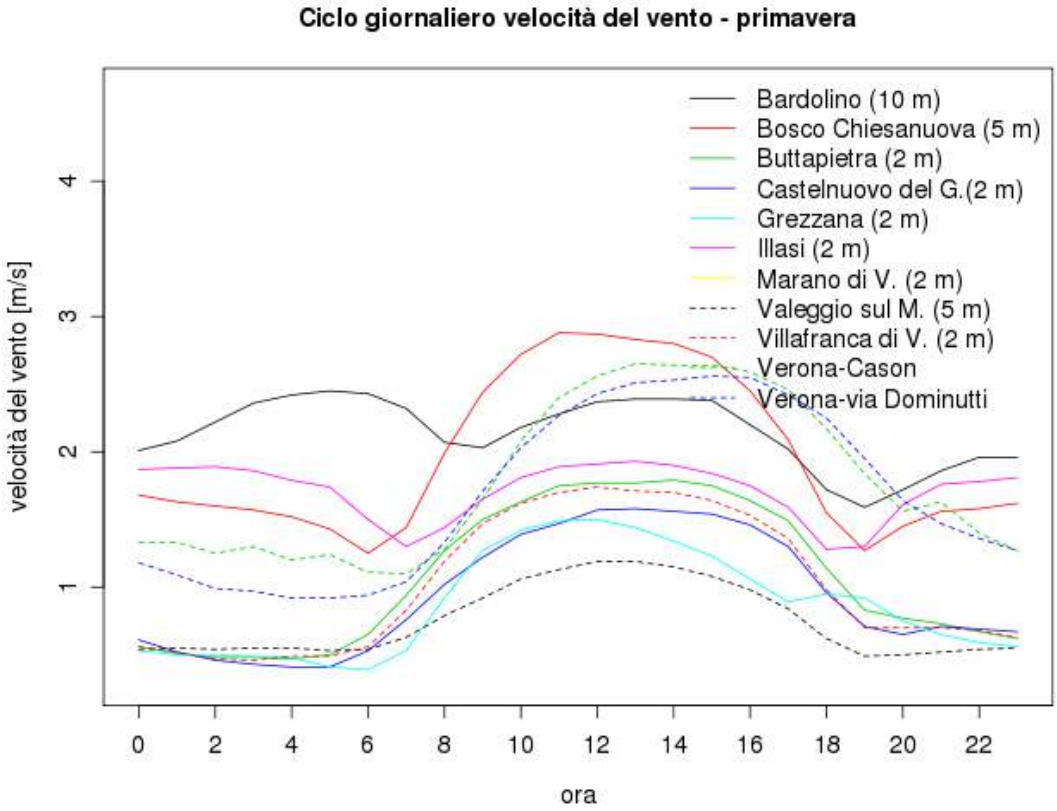


Figura 2-50: Confronto tra i cicli giornalieri della velocità del vento calcolati per le diverse stazioni relativi alla primavera.

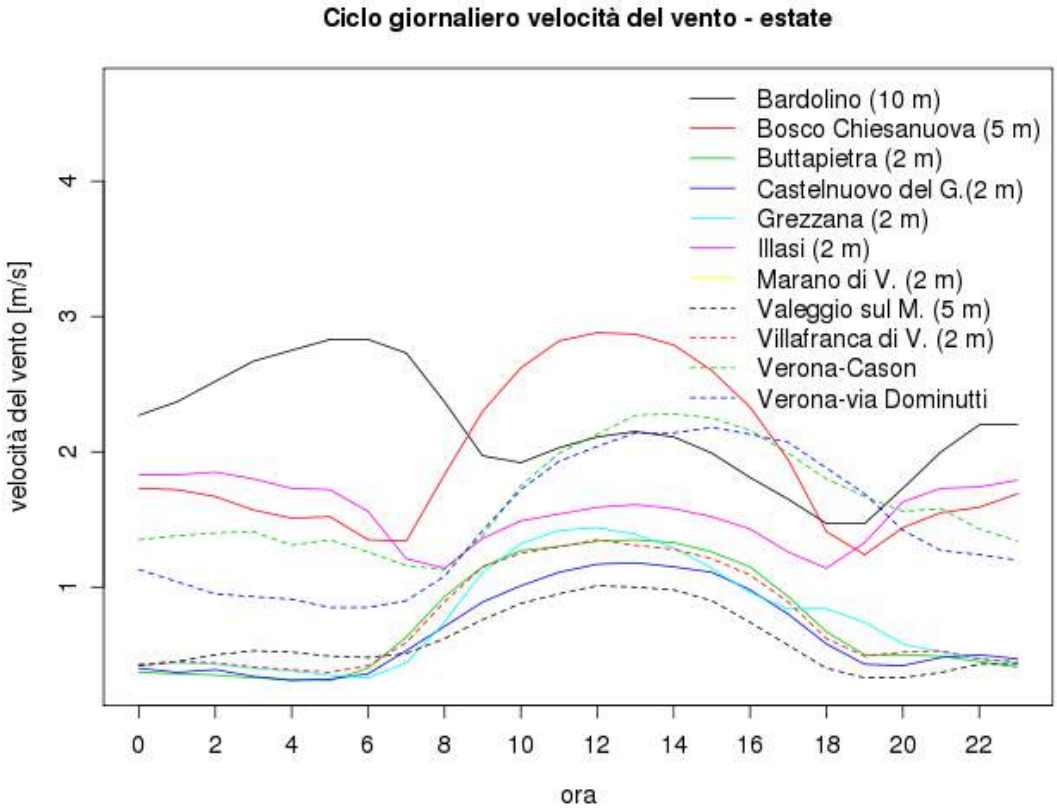


Figura 2-51: Confronto tra i cicli giornalieri della velocità del vento calcolati per le diverse stazioni relativi all'estate.

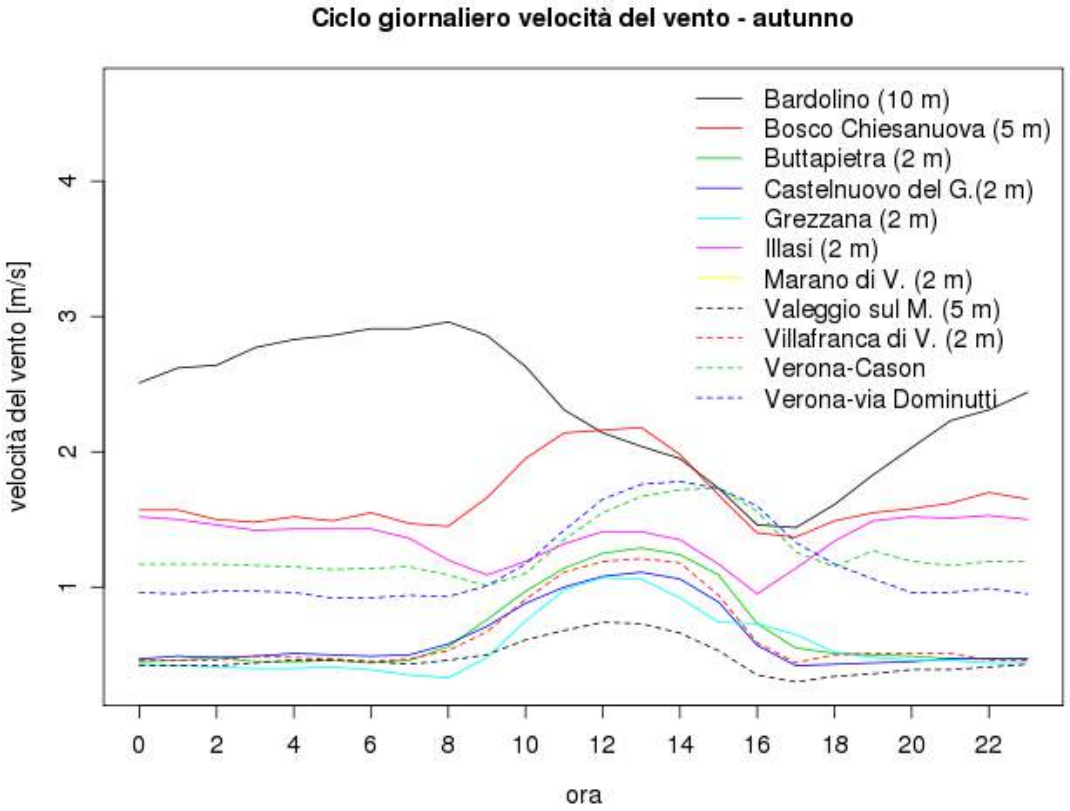


Figura 2-52: Confronto tra i cicli giornalieri della velocità del vento calcolati per le diverse stazioni relativi all'autunno.

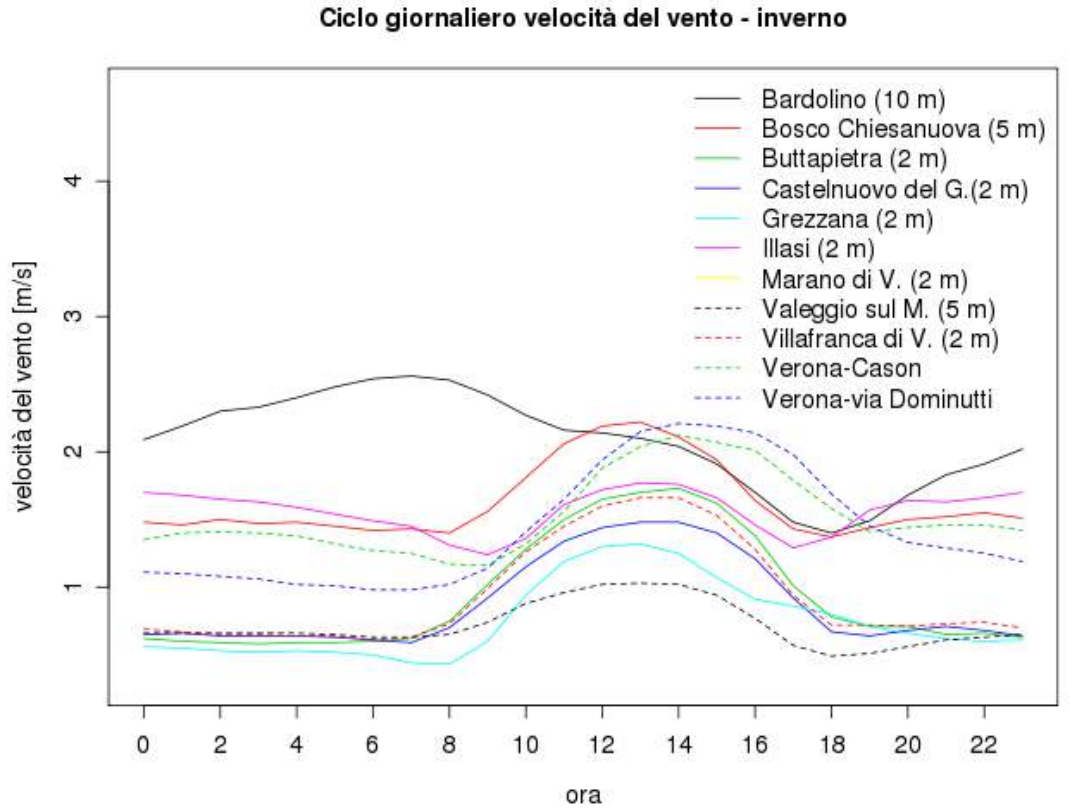


Figura 2-53: Confronto tra i cicli giornalieri della velocità del vento calcolati per le diverse stazioni relativi all'inverno.

Mediamente, in primavera le intensità del vento sono maggiori in quasi tutte le stazioni; tale fenomeno risulta essere evidente prendendo visione della rappresentazione dell'andamento dei cicli diurni nelle quattro stagioni e durante tutto l'anno in una stessa stazione. Si è scelta, ad esempio, la stazione di Villafranca di Verona.

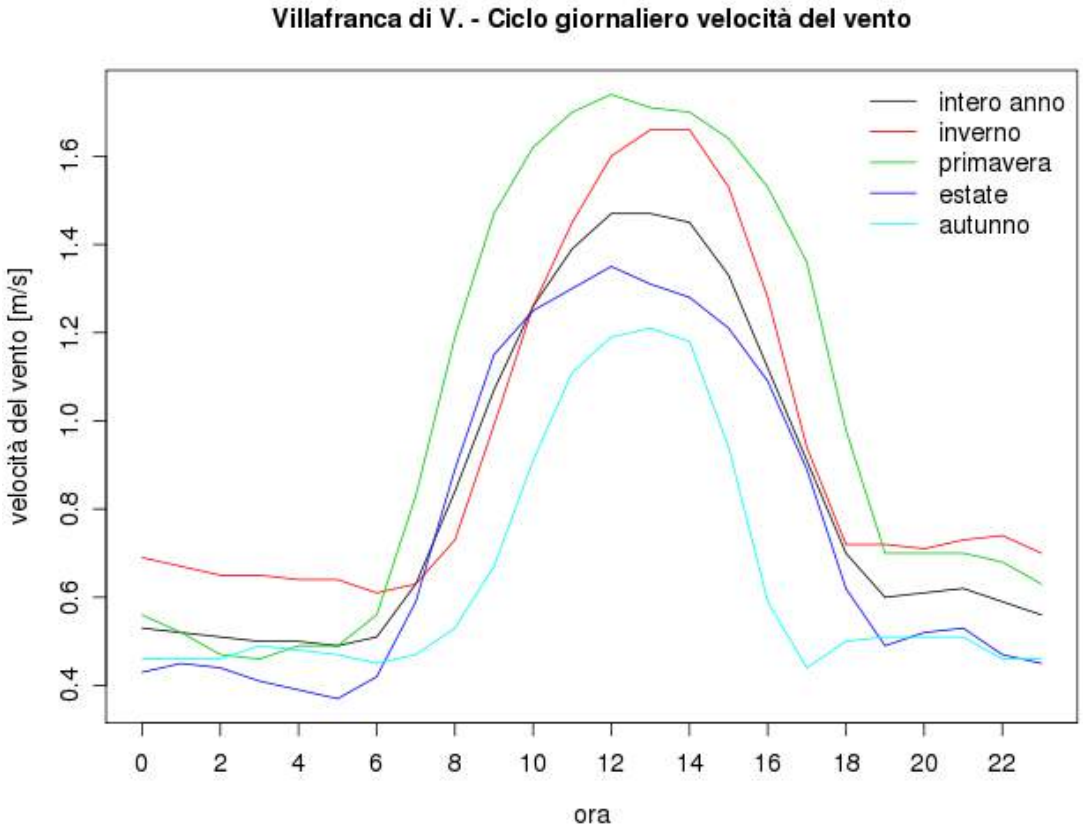


Figura 2-54: Confronto tra i cicli giornalieri della velocità del vento per le diverse stagioni relativi alla stazione di Villafranca di Verona.

Al di là di cicli dei valori medi, è importante anche apprezzare la frequenza di accadimento dei diversi valori di intensità del vento, indipendentemente dalla direzione di provenienza.
Questo si può vedere calcolando la distribuzione di probabilità dell'intensità del vento, che in genere è ben riprodotta dalla curva corrispondente alla cosiddetta distribuzione di Weibull. A titolo di esempio si riportano le curve di Weibull che meglio approssimano la distribuzione dei dati di intensità del vento della stazione di Villafranca di Verona, localizzata nella zona pianeggiante della provincia, e di Grezzana, che sono localizzate l'una a sud in una zona pianeggiante, l'altra a nord alle pendici dei monti Lessini. La coda della curva che corrisponde a velocità superiori ai 2 m/s è molto piccola per entrambe le stazioni, a testimoniare che l'intensità del vento è mediamente molto modesta su tutta la zona esaminata.

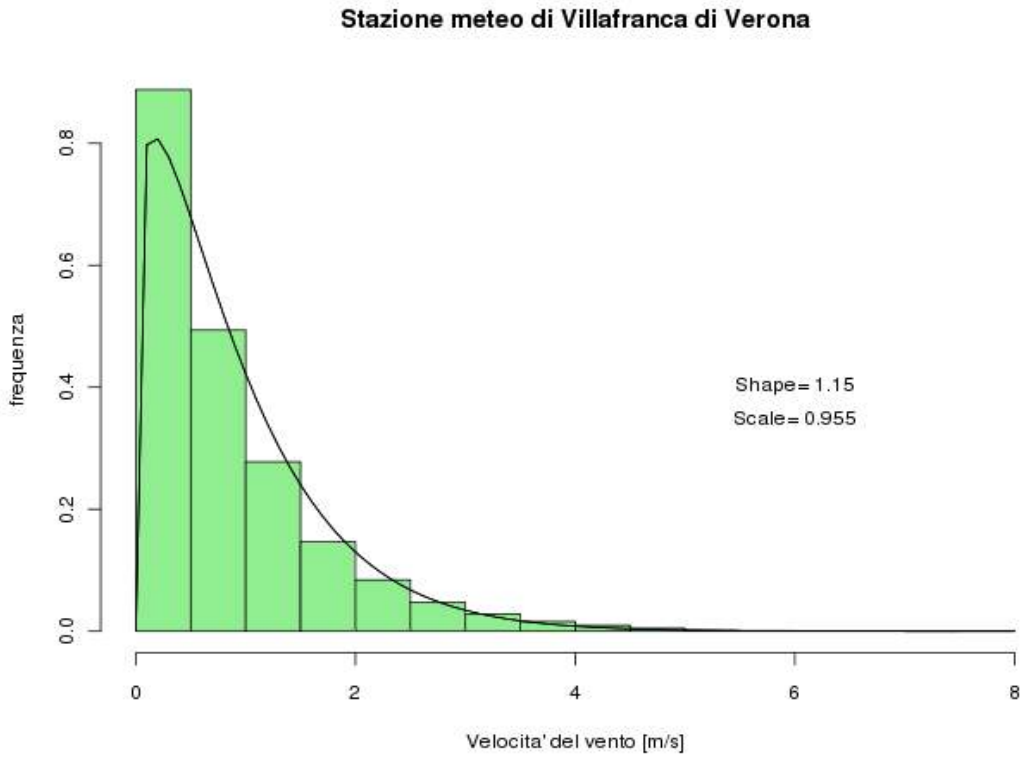


Figura 2-55: Curva di distribuzione di Weibull relativa alla velocità del vento della stazione di Villafranca di Verona.

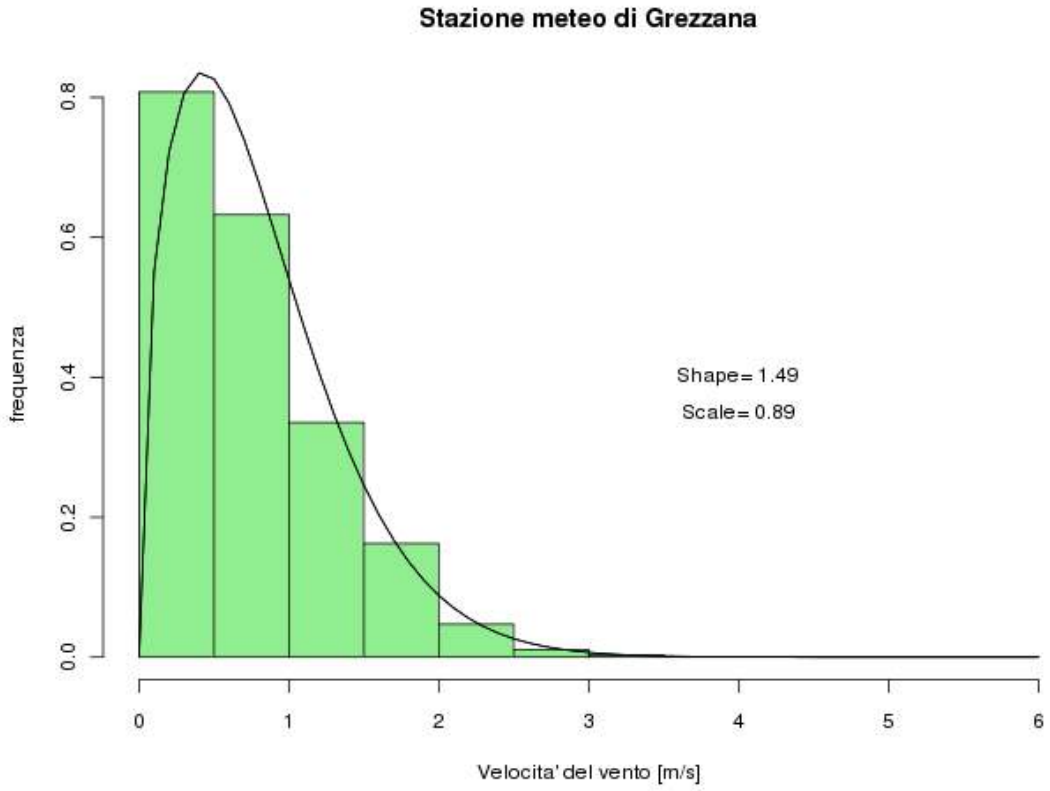


Figura 2-56: Curva di distribuzione di Weibull relativa alla velocità del vento della stazione di Grezzana.

2.1.2.5.2 Temperatura

I cicli diurni della temperatura assumono tutti un andamento piuttosto simile, con l'eccezione delle stazioni di Bosco Chiesanuova che essendo una stazione in quota è caratterizzata da temperature molto più basse e Verona, via Dominutti, in cui invece le temperature sono mediamente sempre maggiori di 2.5-3 gradi centigradi, cosa che potrebbe essere causata dal fenomeno dell'isola di calore.

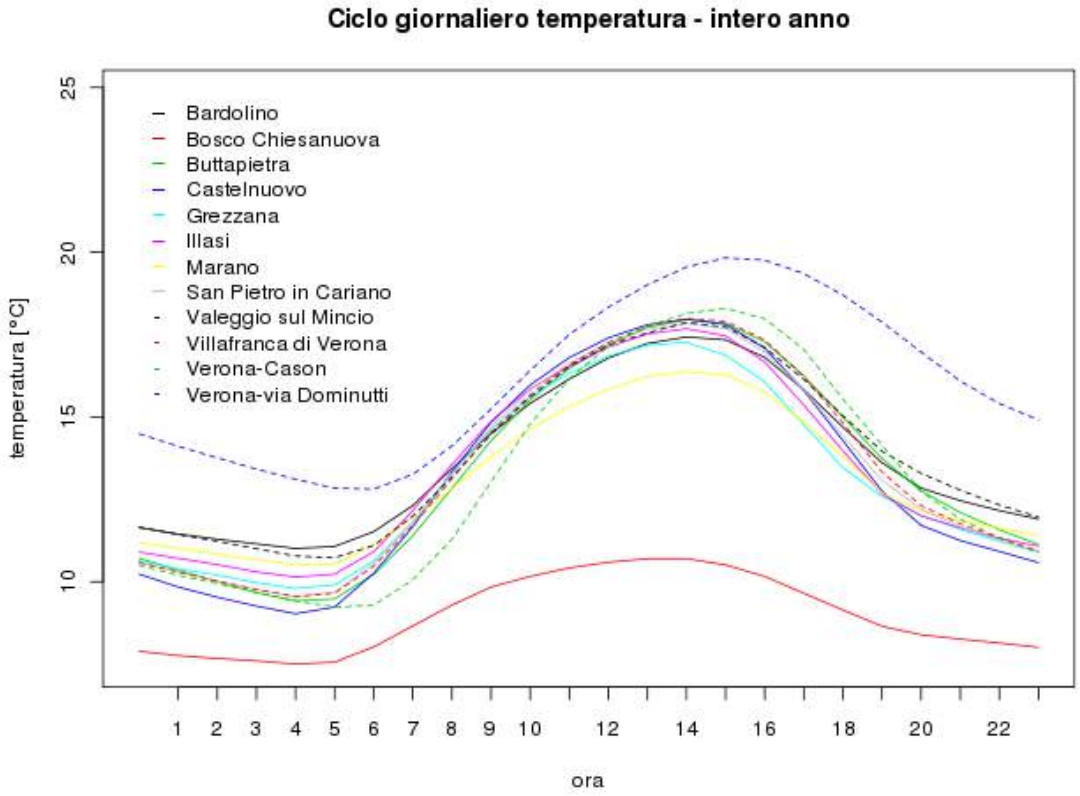


Figura 2-57: Confronto tra i cicli giornalieri della temperatura nelle diverse stazioni relativi all'intero anno.

2.1.2.5.3 Radiazione solare

Il ciclo giornaliero della radiazione solare è piuttosto simile per tutte le stazioni meteorologiche, con due eccezioni. La radiazione della stazione ARPAV di Verona via Dominutti risulta molto maggiore rispetto a quella delle altre stazioni; alcuni valori risultano essere addirittura superiori alla costante solare (che è il valore del flusso di potenza termica radiante massimo proveniente dal sole al top dell'atmosfera, ossia prima di qualsiasi assorbimento da parte di quest'ultima). La causa potrebbe essere la riflessione quasi a specchio di un tetto posto a quasi 500 metri e/o la possibile mancanza dello schermo orizzontale del sensore. Per questa ragione, per Verona si sono utilizzati i dati di radiazione riportati dal radiometro installato presso la stazione ARPAV di qualità dell'aria di Verona Cason. Anche il ciclo diurno della stazione di Bosco Chiesanuova risulta abbastanza differente da quello delle altre stazioni: il picco è più basso nonostante in quota si verifichi un minore assorbimento atmosferico che dovrebbe comportare una radiazione maggiore; inoltre

l'andamento sembra essere in anticipo rispetto agli altri. Questo si spiega probabilmente con la posizione della stazione, che risulta in parte coperta in direzione Nord-Ovest.
Il ciclo medio che si realizza nelle diverse stazioni è riportato in Figura 2-58. Analizzando l'andamento dei cicli diurni nelle quattro stagioni nella stazione di Villafranca di Verona, si osservano valori minori di radiazione solare durante i mesi autunnali (da ottobre a dicembre) rispetto a quelli invernali (da gennaio a marzo). Questo può essere spiegato tenendo conto che si tratta di valori di radiazione misurati e non teorici; se i mesi autunnali sono maggiormente caratterizzati da tempo perturbato, questo comporta una minore radiazione solare misurata.

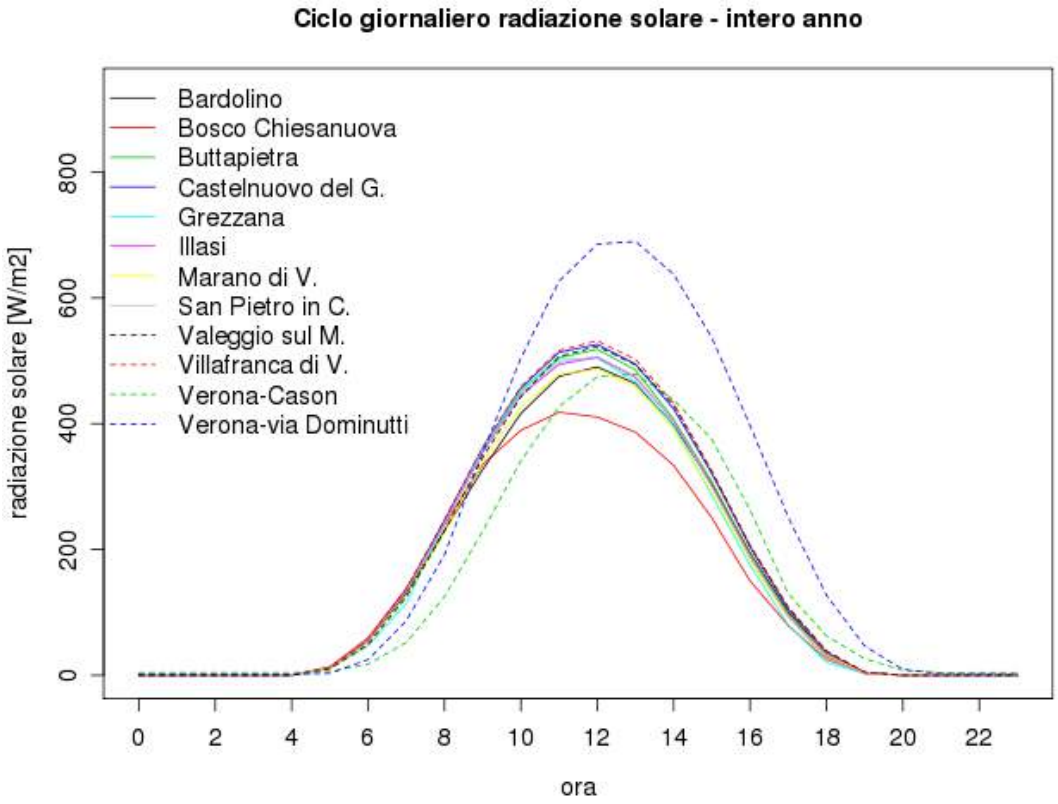


Figura 2-58: Confronto tra i cicli giornalieri della radiazione solare calcolati per le diverse stazioni relativi all'intero anno.

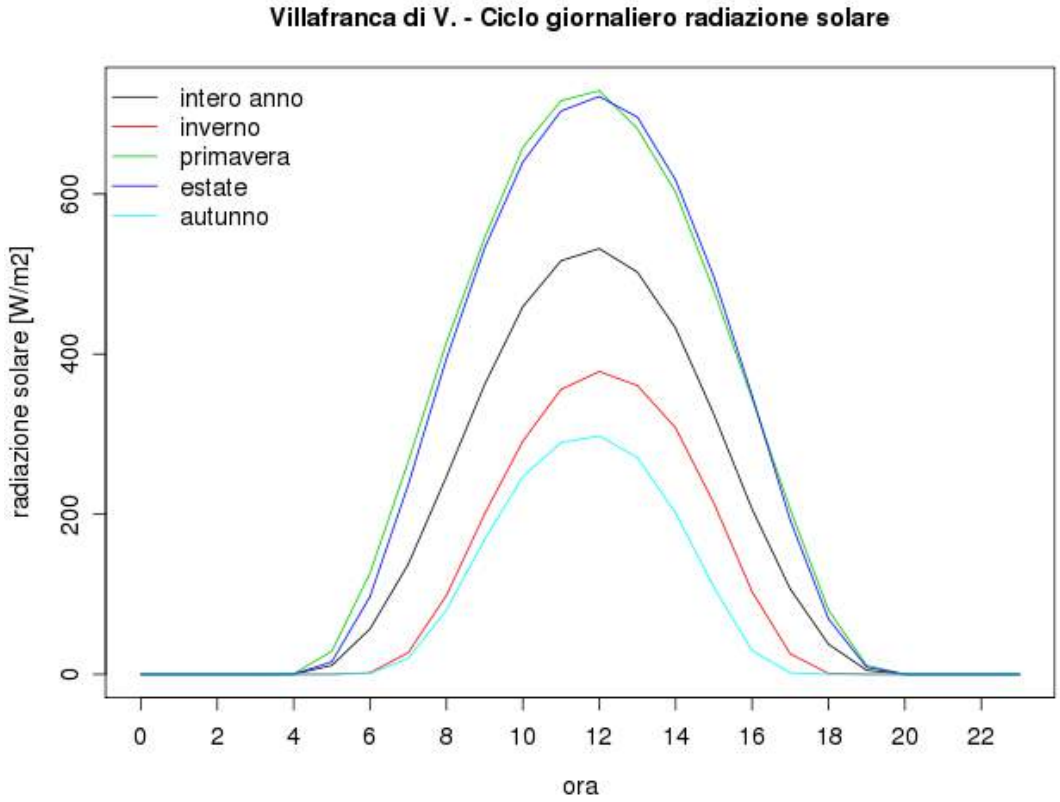


Figura 2-59: Confronto tra i cicli giornalieri della radiazione solare per le diverse stagioni relativi alla stazione di Villafranca di Verona.

2.1.2.5.4 Umidità relativa

Il ciclo giornaliero di umidità è caratterizzato da valori elevati nelle ore notturne e più bassi nelle ore centrali del giorno. La stazione di Bosco Chiesanuova è caratterizzata da un ciclo meno pronunciato. Le stazioni di pianura come Villafranca, Buttapietra, Valeggio sul Mincio sono caratterizzate da valori più alti dell'umidità relativa.

Analizzando invece l'andamento nelle diverse stagioni si osserva che le stagione autunnale è quella caratterizzata da valori più intensi di umidità.

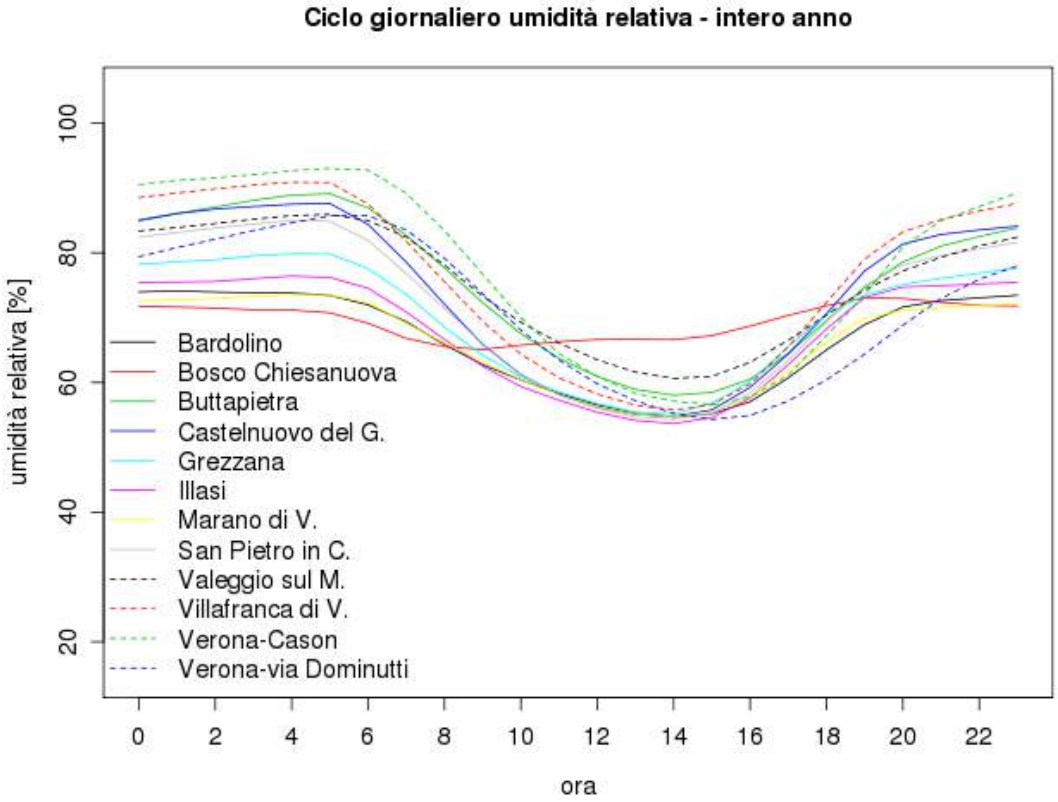


Figura 2-60: Confronto tra i cicli giornalieri dell'umidità relativa nelle diverse stazioni relativi all'intero anno.

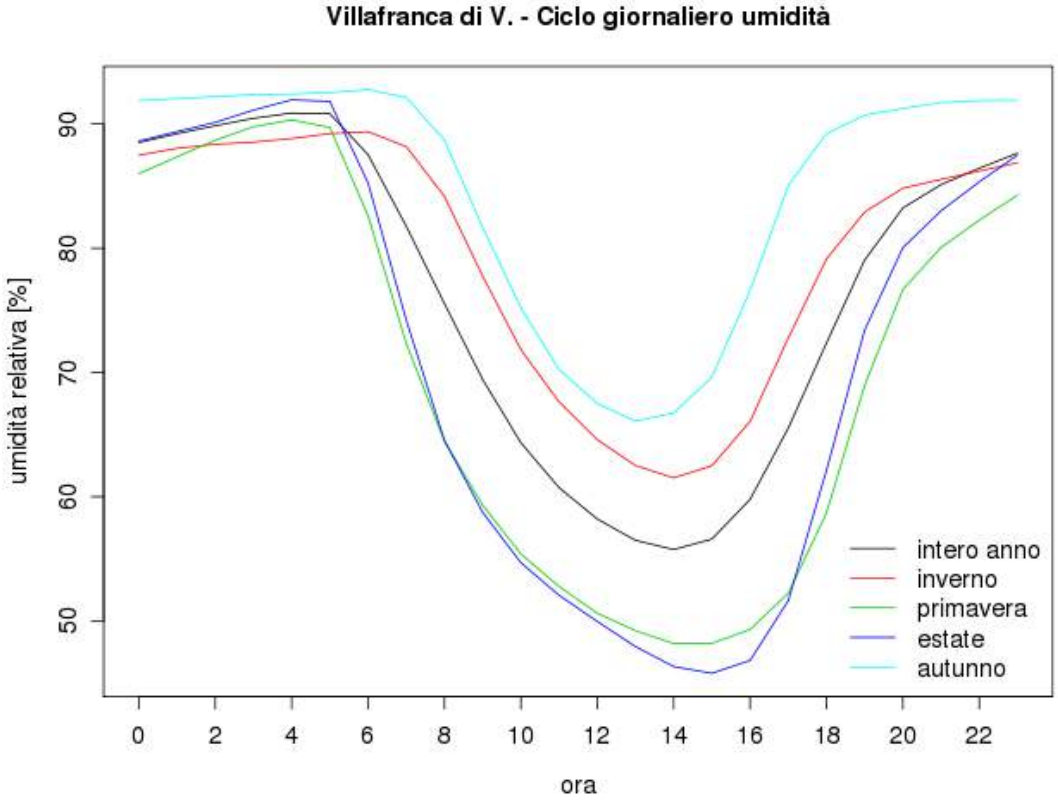


Figura 2-61: Confronto tra i cicli giornalieri dell'umidità relativa per le diverse stagioni relativi alla stazione di Villafranca di Verona.

2.1.2.5.5 Precipitazione

Per quanto riguarda la precipitazione, sono stati calcolati i valori cumulati giornalieri e mensili e di questi sono stati eseguiti i cicli medi annuali.

Si nota come Bosco Chiesanuova sia caratterizzata dalla piovosità maggiore, come era logico aspettarsi, e che mediamente i giorni più piovosi si realizzano in aprile, in agosto e in novembre. Questi sono anche i mesi più piovosi per quasi tutte le stazioni considerate.

Si è calcolato inoltre il numero di giorni con precipitazione superiore a 1 mm per ciascun mese e se ne è poi calcolato il ciclo annuale, mostrato in Figura 2-62.

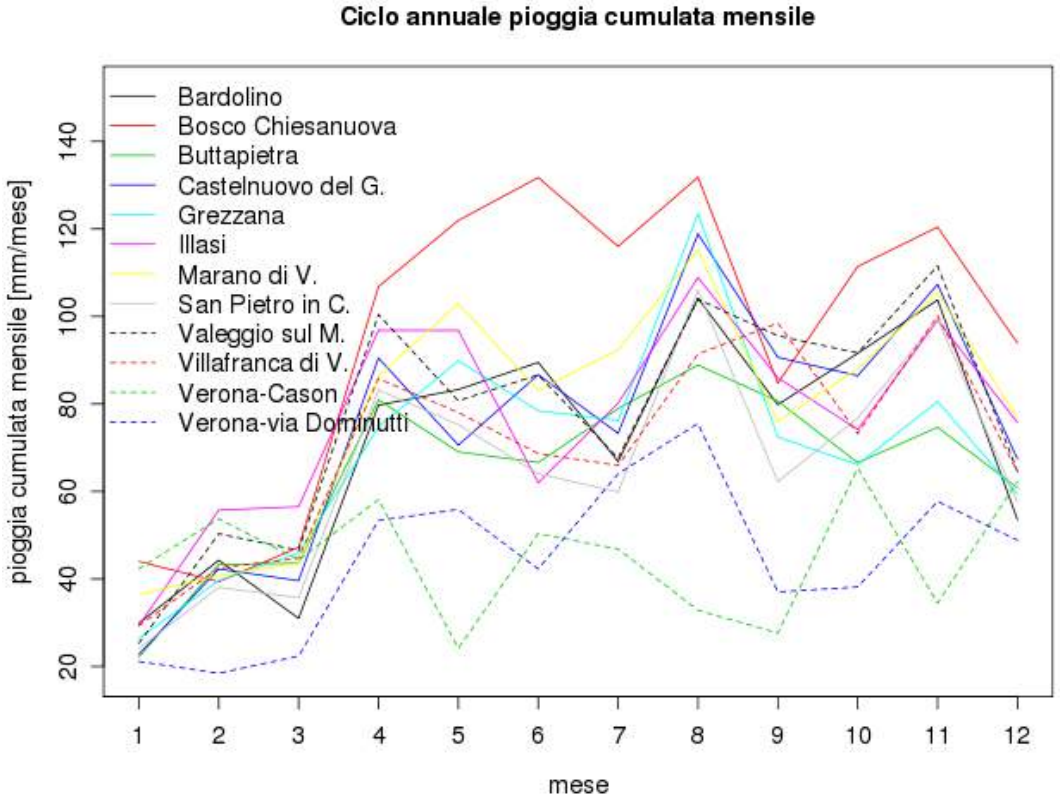


Figura 2-62: Confronto tra i cicli annuali della precipitazione cumulata mensile nelle diverse stazioni.

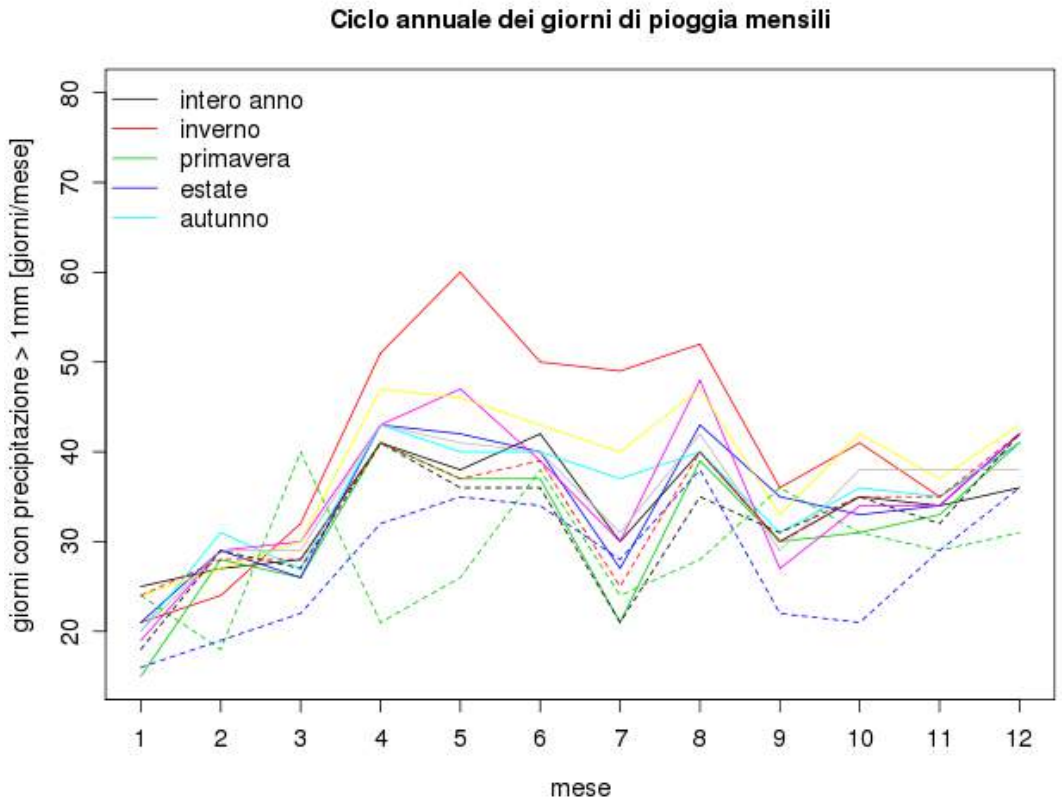


Figura 2-63: Confronto tra i cicli annuali del numero di giorni mensili con precipitazione superiore a 1 mm nelle diverse stazioni.

2.1.2.6 Scenari meteorologici

Sono stati individuati quattro possibili scenari meteorologici:

1. (I) bel tempo, cielo sereno
2. (II) tempo variabile, cielo parzialmente coperto
3. (III) tempo perturbato, cielo coperto senza precipitazioni
4. (IV) precipitazione.

Si è calcolata la massima radiazione incidente in ogni stazione sulla base dell'algoritmo di Bird e Hulstrom (1991) per ciascuna ora dell'anno. Per ciascun giorno dell'anno è stata calcolata la somma della radiazione incidente giornaliera ed è stata confrontata con la somma giornaliera della radiazione massima incidente. Ciascun giorno di dati a disposizione è stato classificato in uno dei quattro scenari sulla base dei seguenti criteri:

1. giorno di bel tempo in assenza di pioggia e con radiazione incidente giornaliera maggiore del 70% della massima incidente giornaliera;
2. giorno di tempo variabile se la radiazione incidente giornaliera è compresa tra il 30 e il 70% della massima incidente giornaliera e c'è assenza di precipitazione;
3. giorno di tempo perturbato se la radiazione incidente giornaliera è minore del 30% della massima incidente giornaliera e c'è assenza di precipitazione;

4. giorno di precipitazione se la pioggia cumulata in un giorno è maggiore di 1 mm (WMO, 2006).

Le statistiche per le diverse stazioni sono state riportate in Tabella 2-21.

Tabella 2-21: Elenco delle percentuali di giorni del quinquennio 2004-2008 appartenenti ai quattro scenari meteorologici individuati per tutte le stazioni.

Stazione	% giorni di bel tempo	% giorni di tempo variabile	% giorni di tempo perturbato	% giorni di precipitazione
Bardolino Calmasino	44.6	28.4	5.0	22.1
Bosco Chiesanuova	35.7	31.5	6.2	26.7
Buttapietra	43.8	28.0	7.6	20.6
Castelnuovo del Garda	45.6	26.9	4.9	22.6
Grezzana	36.8	33.8	6.5	22.9
Llasi	42.4	29.3	5.1	23.1
Marano di Valpolicella	42.6	27.0	5.3	25.1
San Pietro in Cariano	36.9	34.5	6.0	22.7
Valeggio sul Mincio	39.4	32.8	7.1	20.7
Villafranca di Verona	43.0	29.1	5.8	22.1
Verona Cason	46.6	27.3	4.7	21.4
Verona via Dominutti	47.1	28.8	6.5	17.6

Come si può notare, circa i due terzi dei giorni esaminati sono caratterizzati da tempo bello o variabile, mentre i giorni piovosi rappresentano poco più del 20% del totale. Questo dato ha un'influenza diretta sulla qualità dell'aria, dal momento che le precipitazioni hanno un ruolo importante nella rimozione degli inquinanti dall'atmosfera, fermo restando che le precipitazioni sono solo uno dei fenomeni meteorologici che concorrono a diminuire la concentrazione degli inquinanti e che l'efficacia di questo meccanismo di dilavamento dell'atmosfera dipende dalla quantità di precipitazione caduta, dalla tipologia (pioggia o neve), e la durata del fenomeno.
Per ciascuno scenario meteorologico, sono stati ricalcolati i cicli diurni medi di tutte le grandezze meteorologiche considerate, sia sull'intero anno che nelle singole stagioni.

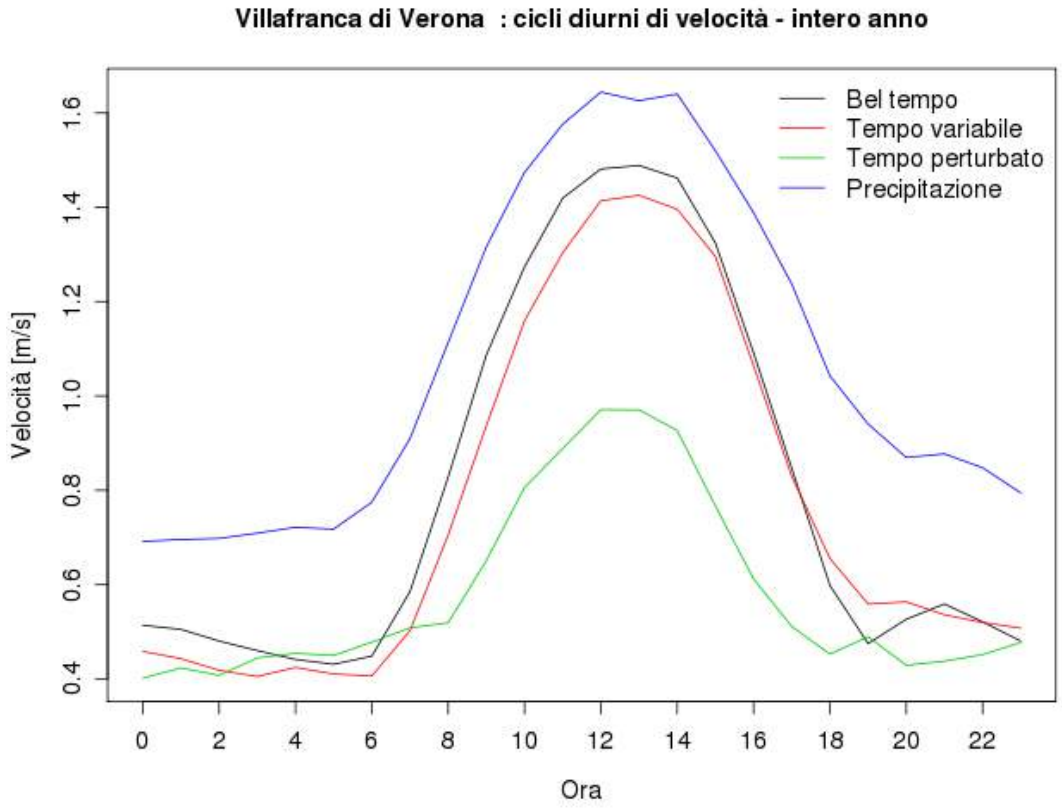


Figura 2-64: Confronto tra i cicli medi giornalieri della velocità del vento per i quattro diversi scenari meteorologici relativi alla stazione di Villafranca di Verona.

2.1.2.7 Spazializzazione dei dati

I valori medi delle variabili meteorologiche sono stati analizzati allo scopo di individuare delle aree geografiche caratterizzate da un comportamento meteorologico affine. Tuttavia le stazioni meteorologiche forniscono dati relativi a misure puntuali effettuate nella loro rispettiva ubicazione: in senso stretto i dati fin qui analizzati sono pertanto rappresentativi di un intorno limitato delle aree in cui le stazioni stesse sono ubicate. Allo scopo di fare valutazioni sulle aree è quindi importante poter effettuare, con opportuni metodi di analisi, delle valutazioni attendibili sulla distribuzione di tali valori medi anche nelle aree non coperte direttamente da misure. Lo si può fare attraverso opportuni metodi di interpolazione dei dati. Tale procedura viene comunemente indicata come spazializzazione del dato, in quanto valutando i valori delle diverse variabili sui nodi di una griglia regolare si può ottenere una mappatura sistematica di tali variabili interpolate. In letteratura sono disponibili vari metodi di spazializzazione. Va osservato che per ciascuna variabile è importante utilizzare metodi che tengano conto delle proprietà fisiche intrinseche della variabile e dei processi che ne determinano i valori e le variazioni.

2.1.2.7.1 Quantità scalari: precipitazioni e temperatura

Nel caso della precipitazione cumulata annua si deve tener conto della sua variabilità con la quota. In Figura 2-65 è riportata la correlazione tra i valori di precipitazione totale annua e la quota della stazione in cui sono stati misurati. La variazione relativa della precipitazione media con la quota è consistente, e anche gli scostamenti delle singole stazioni dalla curva interpolante sono significativi. La spazializzazione del dato mediante kriging fornisce una mappatura non banale delle precipitazioni come si può vedere in Figura 2-67.

Anche nel caso della temperatura, esiste una dipendenza dalla quota della stazione, mostrata in Figura 2-66. In tal caso, tuttavia, la variazione è lineare con la quota e gli scostamenti dei valori medi registrati presso le singole stazioni dalla rete interpolante sono relativamente modesti. In altre parole l'andamento della temperatura media annua segue sostanzialmente l'andamento altimetrico, per cui non sembra utile fornire una spazializzazione ad hoc. Ciò peraltro fornisce un primo elemento di caratterizzazione climatologica del territorio sulla base dell'altimetria.

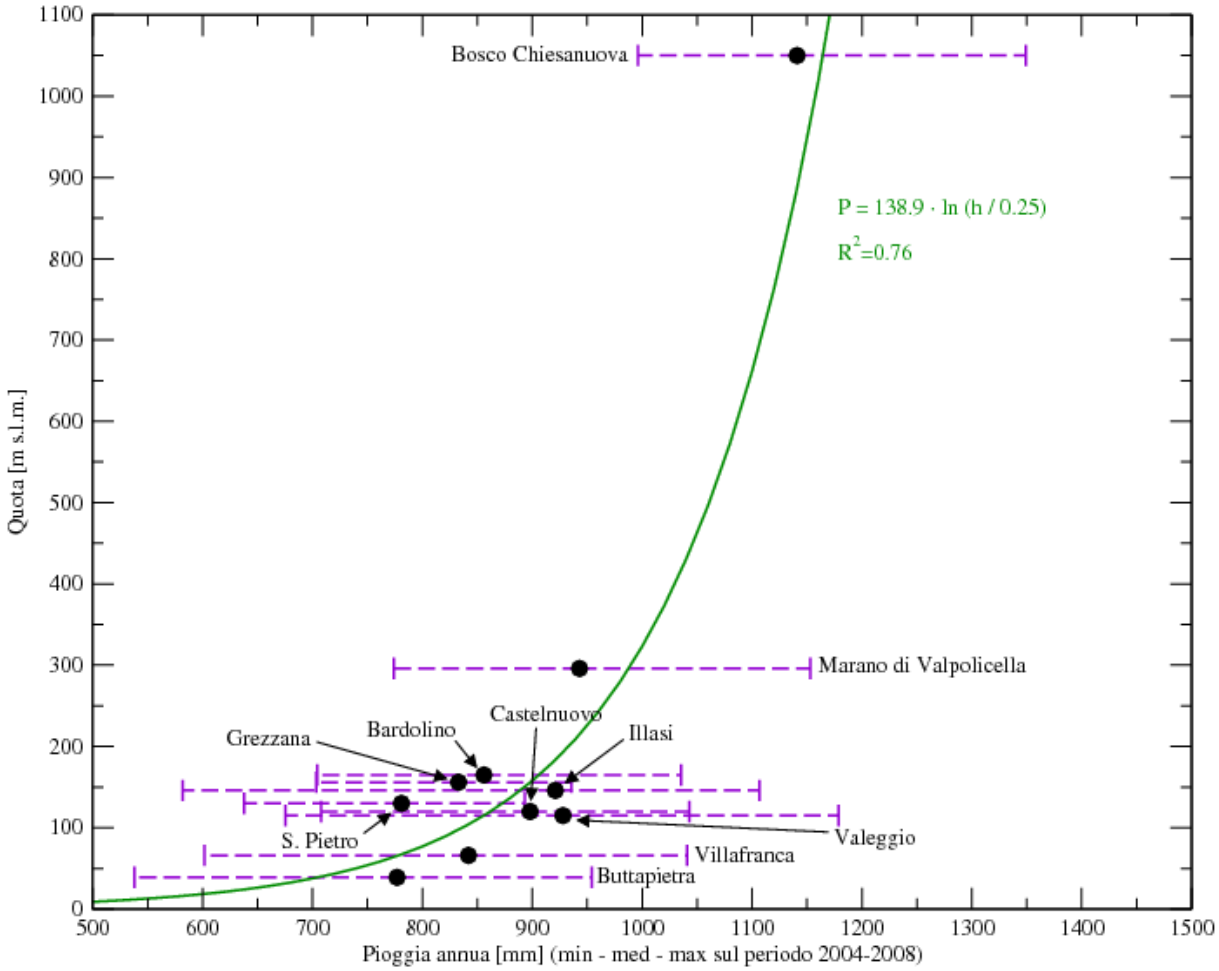


Figura 2-65: Variazione della precipitazione totale annua *P* [mm] (media sul quinquennio 2004-2008) in funzione della quota *h* della stazione di misura. Le barre tratteggiate rappresentano l'intervallo di variabilità compreso fra i valori minimo e massimo registrati presso la stazione nel quinquennio. Nel grafico è riportata anche l'equazione della curva interpolante con il relativo valore del coefficiente di correlazione lineare R.

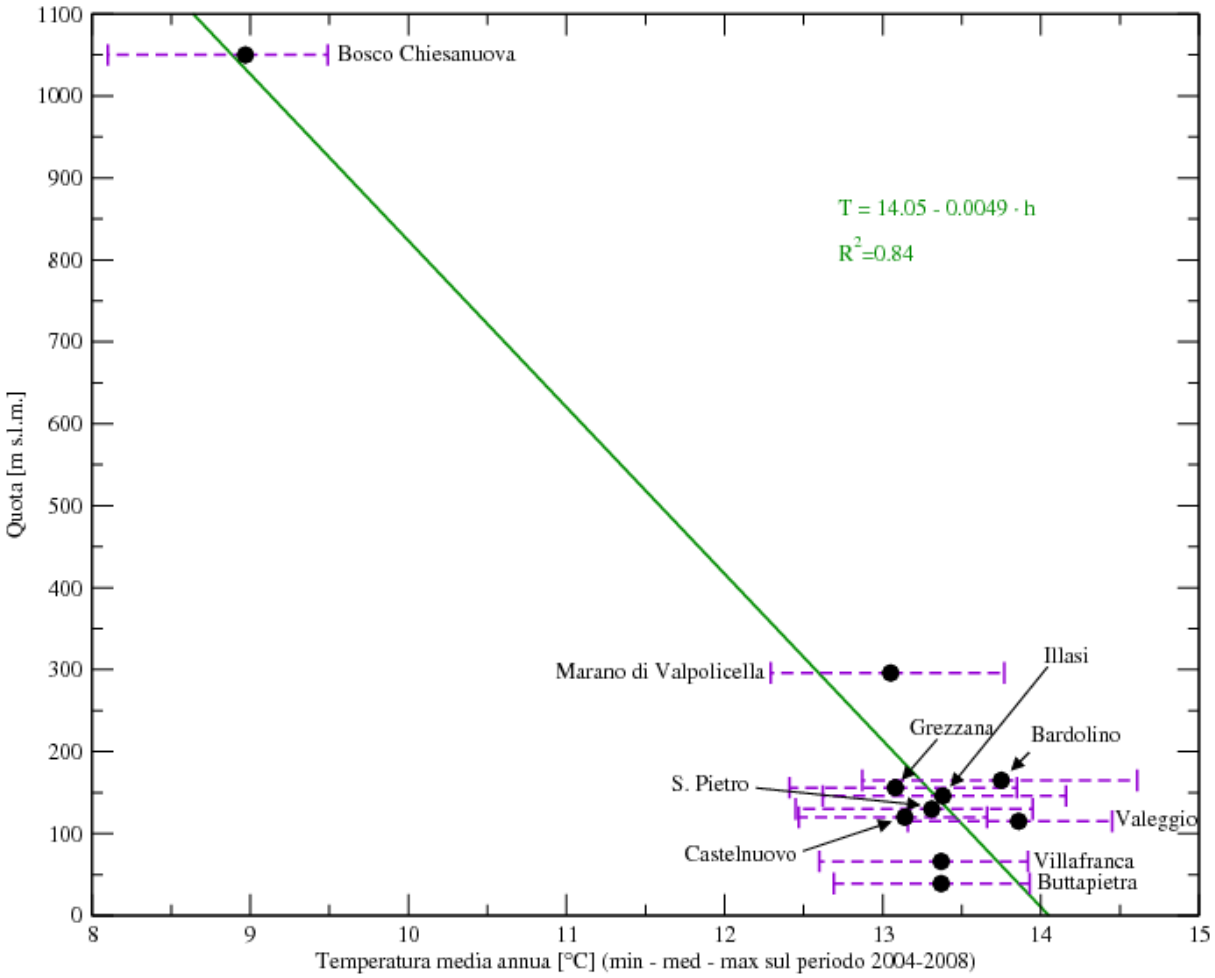


Figura 2-66: Variazione della temperatura media annua superficiale *T* [°C] (mediata sul quinquennio 2004-2008) in funzione della quota *h* della stazione di misura. Le barre tratteggiate rappresentano l'intervallo di variabilità compreso fra i valori minimo e massimo registrati presso la stazione nel quinquennio. Nel grafico è riportata anche l'equazione della retta interpolante con il relativo valore del coefficiente di correlazione lineare R.

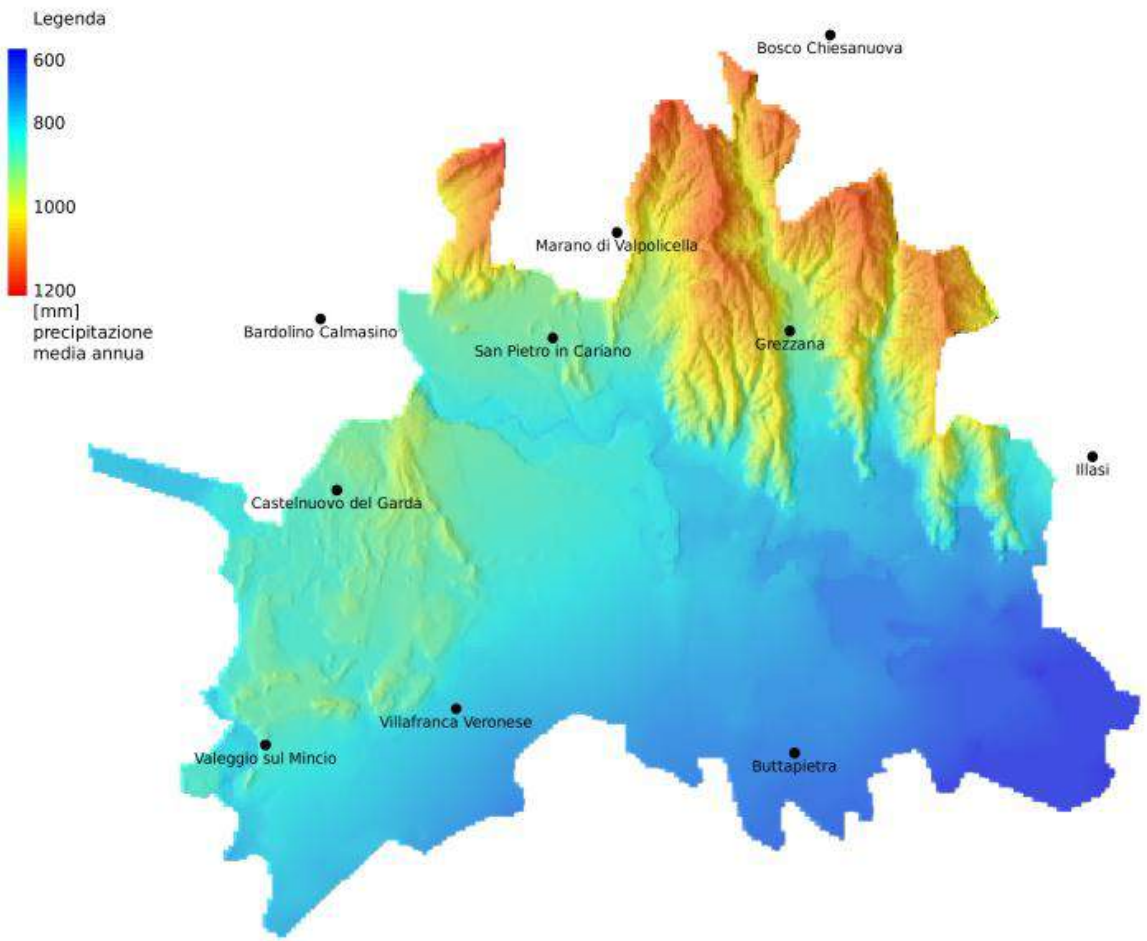


Figura 2-67: Spazializzazione del dato di precipitazione media annua mediante kriging, utilizzando i dati registrati presso le stazioni meteorologiche ARPAV mostrate in figura.

Per quanto riguarda l'umidità si osservano mediamente valori più elevati nelle zone di pianura, rispetto alle zone collinari.

2.1.2.7.2 Quantità vettoriali: vento

Per quanto riguarda il vento si deve tenere presente che, trattandosi di una variabile vettoriale, la sua caratterizzazione è completa quando si forniscano i due valori di direzione di provenienza ed intensità. La mappatura di uno solo dei due è poco utile, oltre che questionabile sul piano metodologico. Inoltre il valore del vento al suolo è molto correlato con la circolazione atmosferica tridimensionale che interessa la stazione meteorologica di misura a scala locale. Perciò quello che normalmente si fa nelle applicazioni di qualità dell'aria è ricostruire dei campi tridimensionali di vento a partire dai valori puntuali. Il risultato di questa operazione è costituito da scenari di circolazione atmosferica che costituiscono, insieme ai dati sulle sorgenti di inquinanti (inventario delle emissioni), il dato di ingresso per la simulazione di processi di dispersione da parte di modelli di trasporto degli inquinanti. Nello sviluppo del presente lavoro l'analisi dei dati di vento al suolo dalle stazioni di superficie, nonché dei profili di vento in quota da strumentazione non convenzionale (si veda più avanti il paragrafo 2.1.2.9) erano principalmente finalizzati ad acquisire dati di

partenza per la elaborazione di tali campi di vento e per la successiva simulazione di processi di dispersione degli inquinanti mediante modelli. La indisponibilità, comunicata in corso d'opera, di un inventario completo delle emissioni adeguato allo scopo ha vanificato questa linea di sviluppo dello studio.

2.1.2.8 Individuazione di aree climatologicamente omogenee

Dall'analisi delle caratteristiche meteorologiche si possono individuare alcuni criteri per identificare, nell'area presa in esame per il PQA, almeno due distinte zone climatologicamente più omogenee tra loro. Tali zone risultano accomunate anche dal fatto di collocarsi rispettivamente nella pianura o sui rilievi. Quindi si possono distinguere:

- zone di pianura: caratterizzate da intensità del vento piuttosto modeste, direzione variabile a seconda delle condizioni meteorologiche e della stagione, con una leggera dominanza della direzione Est-Ovest;
- zone collinari / montane: caratterizzate da intensità del vento mediamente più elevate, direzioni determinanti dalla struttura orografica locale, in particolare contrassegnata da un ciclo diurno di circolazione a regime di brezza di monte e valle nelle giornate di bel tempo (40%-50% del totale, come riportato in Tabella 2-21).
- Non è agevole fornire un criterio univoco per una delimitazione netta delle due zone aventi comportamento climatologico affine. Sulla scorta dei risultati presentati nelle analisi precedenti, in particolare sulla dipendenza della temperatura e della precipitazione con la quota, si può adottare, come possibile criterio oggettivo basato sull'altimetria, un valore di soglia in corrispondenza alla quota di 100 m s.l.m.. La mappa che si ottiene è riportata in Figura 2-68.

Si osservi che la identificazione delle due zone sulla base di un criterio altimetrico non è puramente geografica, ma riflette il fatto fisico che i processi meteorologici che si realizzano rispettivamente su terreno pianeggiante e sui rilievi possono essere significativamente diversi, anche per regioni relativamente limitrofe, e ciò si riflette nei regimi delle variabili che più direttamente concorrono a determinare la qualità dell'aria (vento, struttura termica, precipitazione), come documentato nelle sezioni precedenti.
La delimitazione di zone climatologicamente omogenee costituisce un supporto per l'identificazione di zone caratterizzate in maniera simile da determinati processi atmosferici rilevanti per la qualità dell'aria, e quindi alla zonizzazione di competenza regionale come definito dal PRTRA.

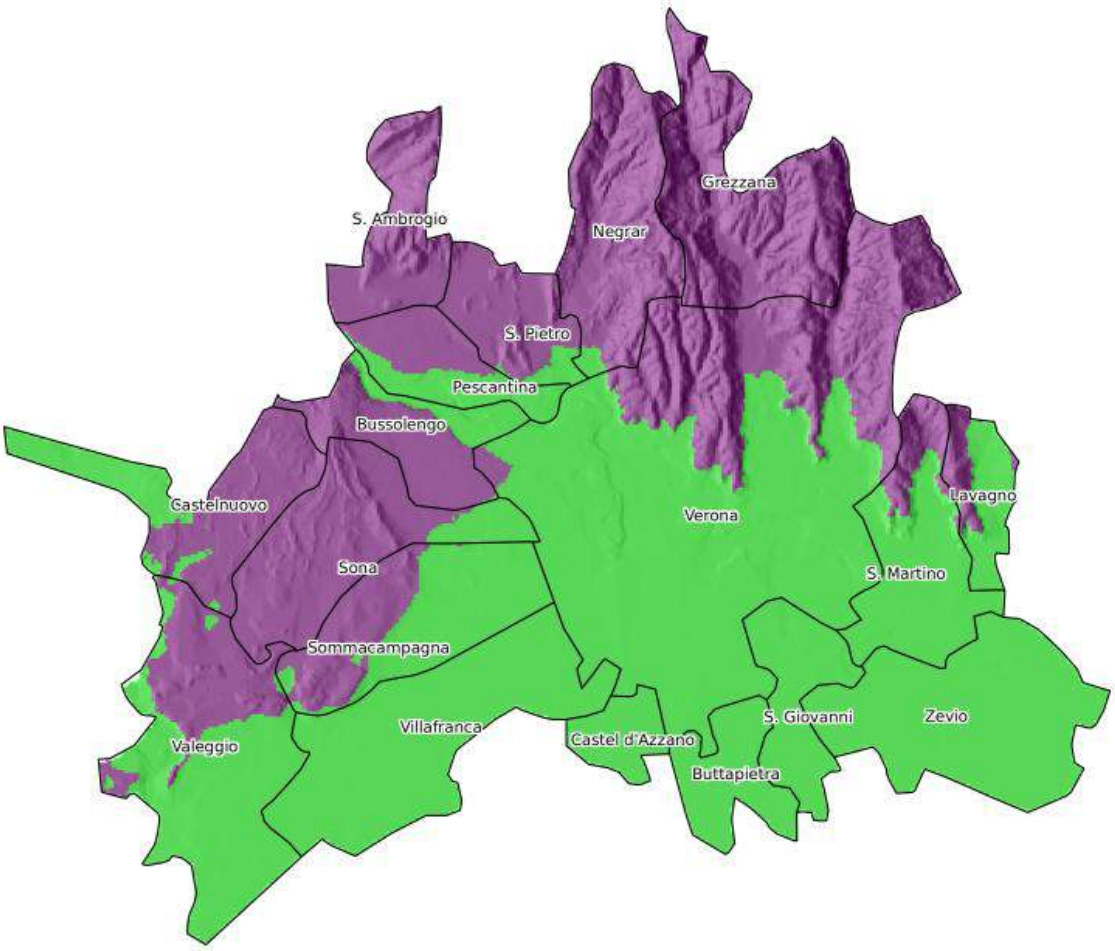


Figura 2-68: Rappresentazione schematica della suddivisione dell'area in esame in due macro aree climatologicamente omogenee: in verde le zone di pianura, in viola le zone collinari.

2.1.2.9 Profili verticali di temperatura e di vento

I dati fin qui analizzati provengono da misure effettuate presso stazioni meteorologiche di superficie e si riferiscono ai valori delle diverse variabili in corrispondenza di quote di riferimento prossime al suolo. Tuttavia i processi di trasporto degli inquinanti avvengono anche a quote più elevate e sono governati dalle caratteristiche del vento e della stratificazione termica nei vari strati superiori dell'atmosfera.

Si definisce "stratificazione stabile" lo stato dell'atmosfera che inibisce lo sviluppo di moti verticali e quindi il rimescolamento delle masse d'aria. Una tale situazione si verifica ad esempio in prossimità del suolo a causa del raffreddamento dei bassi strati dovuto all'emissione notturna di radiazione termica dalla superficie terrestre. L'atmosfera è invece instabile quando i moti verticali sono favoriti (convezione termica), ad esempio per effetto del riscaldamento degli strati inferiori, come si verifica nelle giornate soleggiate in prossimità del suolo. Infine la condizione neutrale corrisponde alla situazione in cui le particelle d'aria occupano posizioni di equilibrio indifferente, non posseggono cioè spinte di galleggiamento né di affondamento.

Risulta pertanto molto importante definire lo spessore di atmosfera sopra il suolo all'interno del quale si realizza il rimescolamento degli inquinanti immessi dalle varie sorgenti. Tale spessore è definito dalla cosiddetta altezza di rimescolamento (mixing height). Essa ha uno spessore che può variare da qualche centinaio a qualche migliaio di metri ed è la porzione di atmosfera che risente direttamente degli scambi di calore con il terreno nella fase diurna. Esso è delimitato nella parte alta da un ulteriore strato dove si realizza un gradiente termico positivo (di temperatura potenziale), che funge da confine e attraverso il quale gli scambi di massa (di aria o di un generico inquinante) e di quantità di moto (scambi turbolenti) sono limitati. Lo spessore dello strato di miscelamento è influenzato fortemente dalla radiazione solare, che riscaldando il terreno, evaporando masse di acqua (anche attraverso la traspirazione ad opera della vegetazione) e riscaldando i primissimi strati di aria a contatto con la superficie terrestre, funge da "motore" dei moti convettivi dell'aria che alimentano la turbolenza termica. L'aria quando viene riscaldata dal sole si solleva creando delle circolazioni prevalentemente verticali, che si estendono verso l'alto finché il contenuto energetico della massa d'aria non va esaurendosi. Questa quota, alla quale gli effetti di turbolenza termica si spengono è la quota di miscelamento. Un generico inquinante rilasciato da una fonte antropica in prossimità del terreno viene diluito all'interno di questo strato, grazie a fenomeni di diffusione e dispersione dovuti alla turbolenza dell'aria. Lo spessore dello strato di rimescolamento presenta una variabilità giornaliera con valori grandi durante le ore di massimo irraggiamento solare e valori minimi notturni. Inoltre si osserva una variabilità stagionale, con valori mediamente più elevati durante la stagione estiva e più piccoli in inverno. Inoltre lo strato di miscelamento è influenzato dalla presenza o meno di copertura nuvolosa, che può schermare la radiazione solare.

All'interno dello strato di rimescolamento si osserva un'altra sorgente di turbolenza, che così come la turbolenza termica influenza le caratteristiche dello strato stesso. Questo secondo effetto, denominato turbolenza meccanica, è dovuto a effetti di attrito, che si generano tra il terreno e le masse d'aria in movimento. È esperienza comune osservare velocità del vento più grandi tanto più ci si allontana dal terreno, queste differenza di velocità, così come le asperità della superficie, come ad esempio la vegetazione, sono le sorgenti di effetti di turbolenza meccanica, che una volta generata negli strati più bassi si diffonde verso l'alto, contribuendo insieme alla turbolenza termica alla formazione dello strato di miscelamento.

Si noti infine che il meccanismo è diversificato tra il periodo notturno e quello diurno. Lo strato rimescolato, è uno stato dello strato limite planetario che caratterizza le ore diurne in condizioni di bel tempo, e l'altezza di rimescolamento coincide indicativamente con lo spessore di questo strato e dipende dalla turbolenza termica verticale. Al contrario, nelle altre situazioni, mentre in altre situazioni (ore notturne, transizione giorno-notte, tempo perturbato) la quota di mescolamento è influenzato dai moti inerziali orizzontali.

Per quanto detto sopra risulta evidente che l'altezza dello strato di rimescolamento dipende in maniera cruciale, dagli scambi termici tra suolo e atmosfera. Di conseguenza, quando sono

disponibili soltanto misure da stazioni al suolo, si possono effettuare delle stime sullo stato rimescolato mediante vari algoritmi che riproducono i processi fisici della bassa atmosfera. Risultano in particolare molto importanti in questo caso i dati di radiazione solare, che in mancanza di altre informazioni consentono di effettuare una stima sia della stabilità atmosferica sia dello sviluppo dello strato rimescolato. Va da sé che l'attendibilità dei dati di radiazione è un presupposto imprescindibile per poter utilizzare almeno questo dato in mancanza di altri parametri sulla struttura verticale dell'atmosfera.

In condizioni ottimali, tuttavia, la struttura verticale dell'atmosfera viene esplorata tramite radiosonde. Per l'area in esame non esistono stazioni di radiosondaggio entro un raggio di circa 100 km. In alternativa si possono usare i risultati di strumenti che da terra registrano un segnale (onda acustica o elettromagnetica) e ricostruiscono indirettamente, mediante alcune elaborazioni, la struttura verticale dell'atmosfera. Strumentazione di questo genere è stata installata da alcuni anni dal Centro Meteorologico ARPAV di Teolo (CMT) presso la stazione di Torretta (Comune di Legnago).

Seguendo un'indicazione del DAP ARPAV di Verona, il Gruppo di lavoro presso l'Università di Trento ha attivato, a partire dal Luglio 2009, una serie di contatti con il CMT per il reperimento dei dati dei profili verticali (di temperatura, vento, ecc.), ricavabili dalla strumentazione meteorologica cosiddetta "non standard" (ossia non corrispondente ai dati ordinariamente forniti dalle stazioni meteorologiche di superficie) ubicata a Torretta. In particolare si sono acquisiti i dati dei profili verticali di temperatura e umidità (registrati tramite un radiometro passivo a microonde MTP5) e di vento (registrati tramite un SODAR) relativi da alcuni periodi delle stagioni invernali comprese negli anni 2006-2008.

Per quanto riguarda i dati del radiometro (profili di temperatura e umidità), all'interno di questa base di dati si è selezionato, per un'analisi più approfondita, il periodo 18 gennaio-29 febbraio 2008. Questo risulta particolarmente rappresentativo di situazioni tipiche e ricorrenti, in quanto caratterizzato da una buona copertura e completezza dei dati.

Per rendere fruibili i dati in oggetto, si è sviluppato un software dedicato, che è stato quindi condiviso, come da precedenti accordi, con il CMT. I dati relativi ai due mesi analizzati nel dettaglio si sono dimostrati molto qualificanti per la predisposizione delle premesse conoscitive necessarie alla redazione dell'elaborato tecnico scientifico a servizio del piano. In particolare si sono utilizzati i profili verticali di temperatura per la valutazione della quota di mescolamento, correlabile al volume di diluizione degli inquinanti, come si vedrà nel paragrafo 2.2.6.

Per quanto riguarda invece i dati da SODAR relativi ai profili verticali del vento, potenzialmente utili per fornire ulteriori indicazioni sullo spostamento delle masse d'aria non solo in prossimità del suolo, ma anche a quote più elevate, soprattutto in vista della ricostruzione di dati di vento sull'intero dominio d'indagine per la simulazione modellistica dei processi di dispersione. Purtroppo, in fase di validazione ed elaborazione, si sono rilevate diverse lacune nella serie storica e si è dovuto riscontrare che la massima quota di sondaggio

del vento per questo strumento risultava al più di qualche centinaio di metri, quindi troppo spesso al di sotto della quota di miscelamento. I dati di profili di vento reperiti si sono quindi rivelati di scarsa utilità per questo studio.

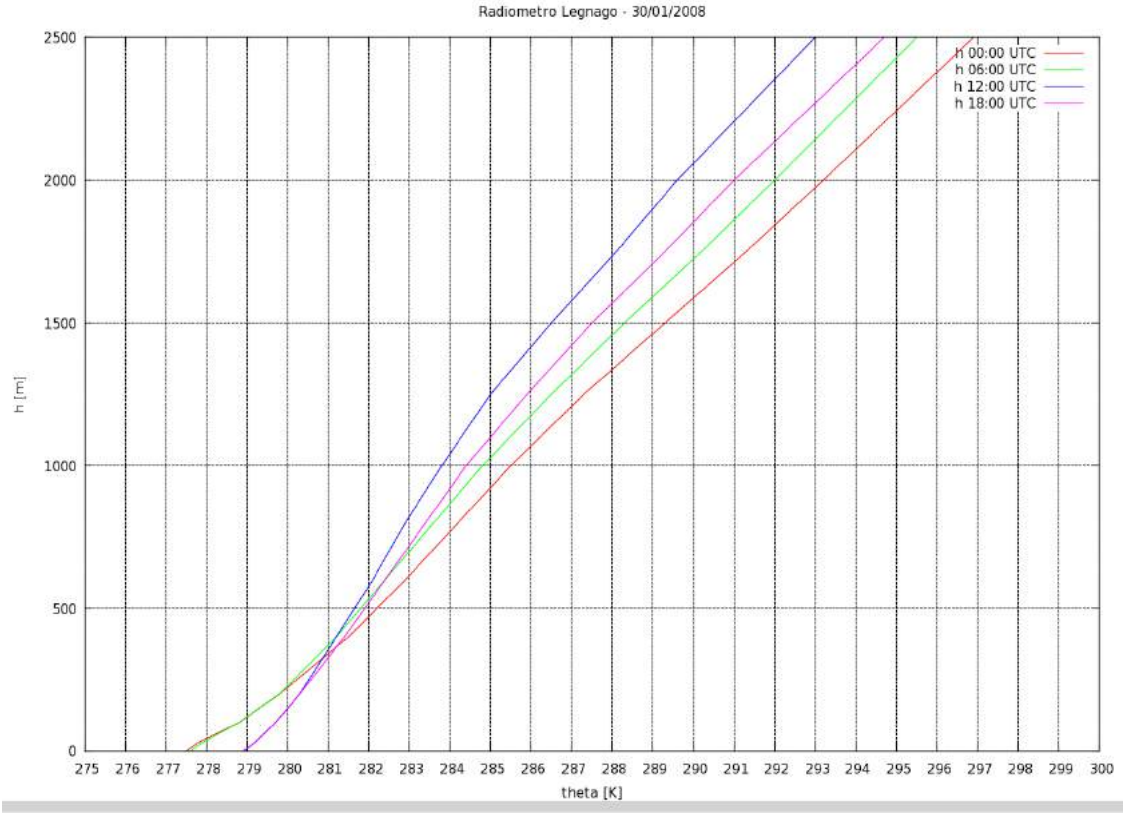


Figura 2-69: Un esempio di profilo verticale di temperatura potenziale ricavato mediante analisi dei dati da radiometro HATPRO alle ore 0:00, 6:00, 12:00 e 18:00 UTC (ossia riferite al fuso orario di Greenwich) del giorno 18/01/2008 (condizione fortemente stabili).

2.1.2.10 Indice di criticità meteorologica

Le concentrazioni degli inquinanti, che determinano la qualità dell'aria di una determinata zona del territorio, dipendono innanzitutto dalle quantità di inquinanti che vengono immessi in atmosfera, ma dipendono anche dalla capacità diluitiva dell'atmosfera stessa. Questa capacità dipende da diverse variabili atmosferiche (principalmente vento e altezza dello strato di rimescolamento, ma anche precipitazione, copertura nuvolosa, radiazione atmosferica), per cui non è facile visualizzarne l'evoluzione spazio-temporale in termini di un solo indicatore. Perciò è opportuno definire un indice di criticità meteorologica, che quantifica la capacità dell'atmosfera di diluire un generico inquinante rilasciato in essa. I principali effetti che concorrono alla diluizione sono da un lato lo spessore dello strato di miscelamento e dall'altro l'intensità del vento, che determina la diluizione e trasporto degli inquinanti. I fenomeni più intensi di inquinamento si realizzano quando lo spessore dello strato di miscelamento rimane limitato per lunghi periodi di tempo e se gli inquinanti vengono continuamente immessi in atmosfera, rimangono confinati in uno strato relativamente piccolo, e di conseguenza le

concentrazioni raggiungono valori elevati. Questo fenomeno è tipico della stagione invernale, quando l'apporto di energia solare è limitato quando lo sviluppo dello strato rimescolato è inibito, e del periodo notturno in condizioni di stratificazione termica.
La definizione di un indice di criticità meteorologica ha lo scopo di fornire un'indicazione sintetica sullo stato dell'atmosfera e sulla sua capacità di diluire gli inquinanti. In uno studio condotto per la Provincia Autonoma di Trento, Cisma s.r.l. ha adottato per l'indice di criticità meteorologica le seguenti relazioni:

$$i_v = min\left(\frac{0.1}{v}, 1\right)$$

$$i_h = \frac{2000 - H_{mix}}{H_{mix}} \cdot \frac{50}{1950}$$

$$i = 0.4\ i_v + 0.6\ i_h$$

dove i_v è l'indice di criticità calcolato sulla base dell'intensità del vento v (espressa in m/s) e i_h l'indice di criticità calcolato sulla base della quota di mescolamento H_{mix} (espressa in m). L'indice di criticità meteorologica globale i è dato dalla somma pesata dei due. I coefficienti contenuti nelle formule sopra riportate sono stati determinati mediante calibrazione su serie di dati meteorologici e di qualità dell'aria relative all'intero anno meteorologico 2007.
In letteratura si trovano anche formulazioni più articolate dell'indice di criticità meteorologica che includono, ad esempio, anche gli effetti di rimozione degli inquinanti determinati dalle precipitazioni. Tuttavia tali effetti risultano in generale relativamente modesti, rispetto a quelli determinati dalle altre variabili, e l'incidenza delle precipitazioni come fattore di rimozione degli inquinanti risulta nel caso allo studio relativamente marginale, come evidenziato dall'analisi dei dati meteorologici. Gli indici i_v e i_h , così come l'indice i, che è pari al loro valore medio pesato, sono normalizzati in modo tale da assumere valori compresi nell'intervallo 0-1: valori prossimi a 0 corrispondono a condizioni ottimali per una efficace dispersione degli inquinanti, e quindi condizioni per una buona qualità dell'aria; viceversa valori prossimi ad 1 sono determinati scarsa ventilazione bassa altezza di rimescolamento con conseguente ristagno degli inquinanti e scadente qualità dell'aria.
La procedura di calcolo dell'indice presuppone la disponibilità di entrambe le variabili, vento e altezza di rimescolamento. Per quanto detto sopra, nel presente studio, l'altezza di rimescolamento si è potuta calcolare con continuità limitatamente ad alcuni giorni del periodo gennaio-febbraio 2008. Pertanto la calibrazione di un indice su questo periodo non appare statisticamente fattibile.
Si osservi che, a differenza dell'indice di qualità dell'aria (che verrà introdotto al paragrafo 2.1.6.3.1), questo è un indice puramente meteorologico. In altre parole questo fornisce una indicazione sintetica relativa alle sole condizioni meteorologiche: la qualità dell'aria dipende tuttavia anche in modo significativo dalle emissioni; di conseguenza risultati completi per le

valutazioni connesse alla gestione della qualità dell'aria richiedono entrambe le informazioni in ingresso con confrontabile livello di dettaglio (risoluzione spaziale e temporale).

Nelle regioni caratterizzate da venti prevalentemente deboli durante tutto l'arco dell'anno (situazione che, come si è visto dall'analisi meteorologica, presentata nei paragrafi §2.1.2.3, §2.1.2.4 e §2.1.2.5.1, caratterizza la maggior parte delle stazioni nell'area in esame), è consigliabile integrare la definizione dell'indice di criticità, tenendo conto anche di un'altra variabile cruciale in tali casi, ossia la stabilità atmosferica.

Di conseguenza, non avendo a disposizione su tutta la serie storica quinquennale 2004-2008 il dato di h_{mix}, si è utilizzato come indicatore la stabilità atmosferica espressa sulla base delle classi di stabilità secondo la formulazione di Pasquill:

- A o 1 = molto instabile
- B o 2 = instabile
- C o 3 = neutro o debolmente instabile
- D o 4 = neutro o debolmente stabile
- E o 5 = stabile
- F o 6 = molto stabile

In questo caso l'indice i_h risulta definito come: $i_h = (Pasquill - 1)/5$.

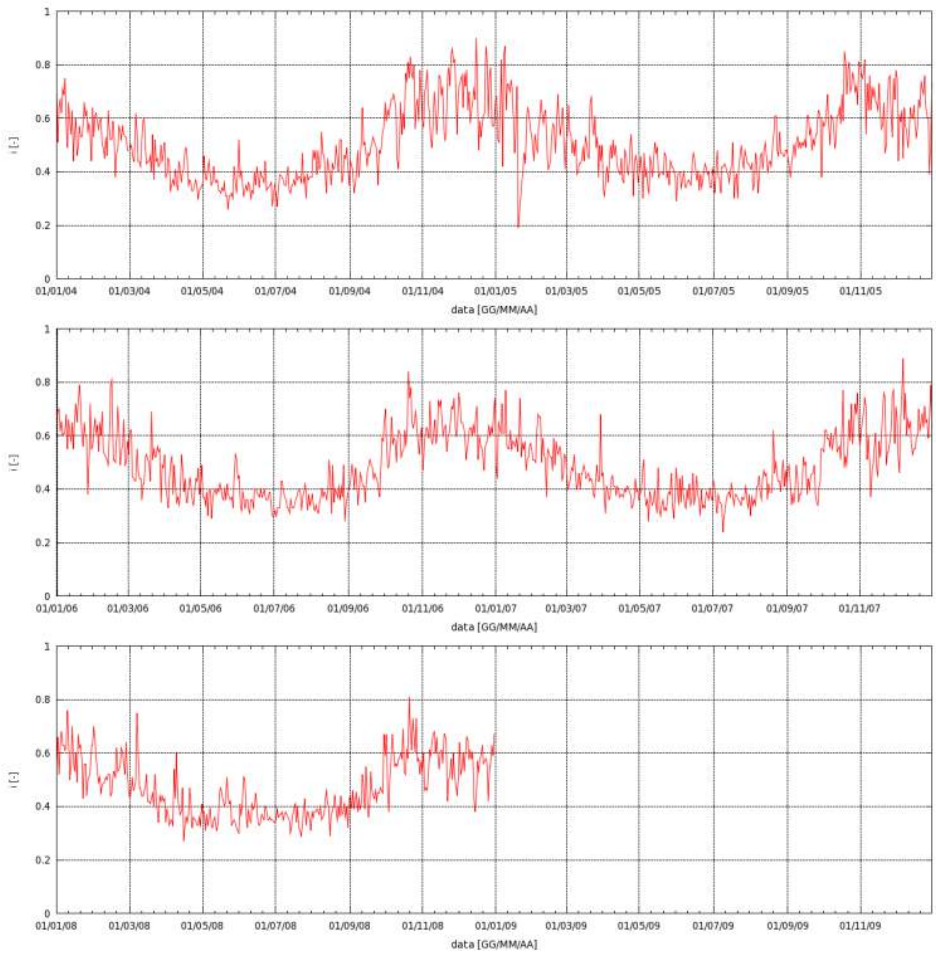


Figura 2-70: Indice di criticità meteorologica per la stazione di Villafranca valutato sull'intero periodo 2004-2008 sulla base della classe di stabilità atmosferica

A livello stagionale il grafico conferma il fatto che i mesi mediamente più sfavorevoli dal punto di vista della stabilità atmosferica, e quindi del ristagno degli inquinanti sono gennaio, febbraio e marzo e poi ottobre, novembre e dicembre. A scala giornaliera la variabilità più fine dell'indice è legata alle condizioni meteorologiche e al loro effetto nel determinare una maggione o minore diluizione degli inquiananti. In tal senso un indice sintetico consente di quantificare tale attitudine in maniera indubbimente approssimata ma concisa. Di questo si può tenere conto in vista della fornitura di informazioni a supporto dell'adozione di provvedimenti emergenziali. Va tuttavia ribadito che l'algoritmo di calcolo deve essere calibrato sulle singole stazioni di misura mediante regressione su lunghe serie di dati.

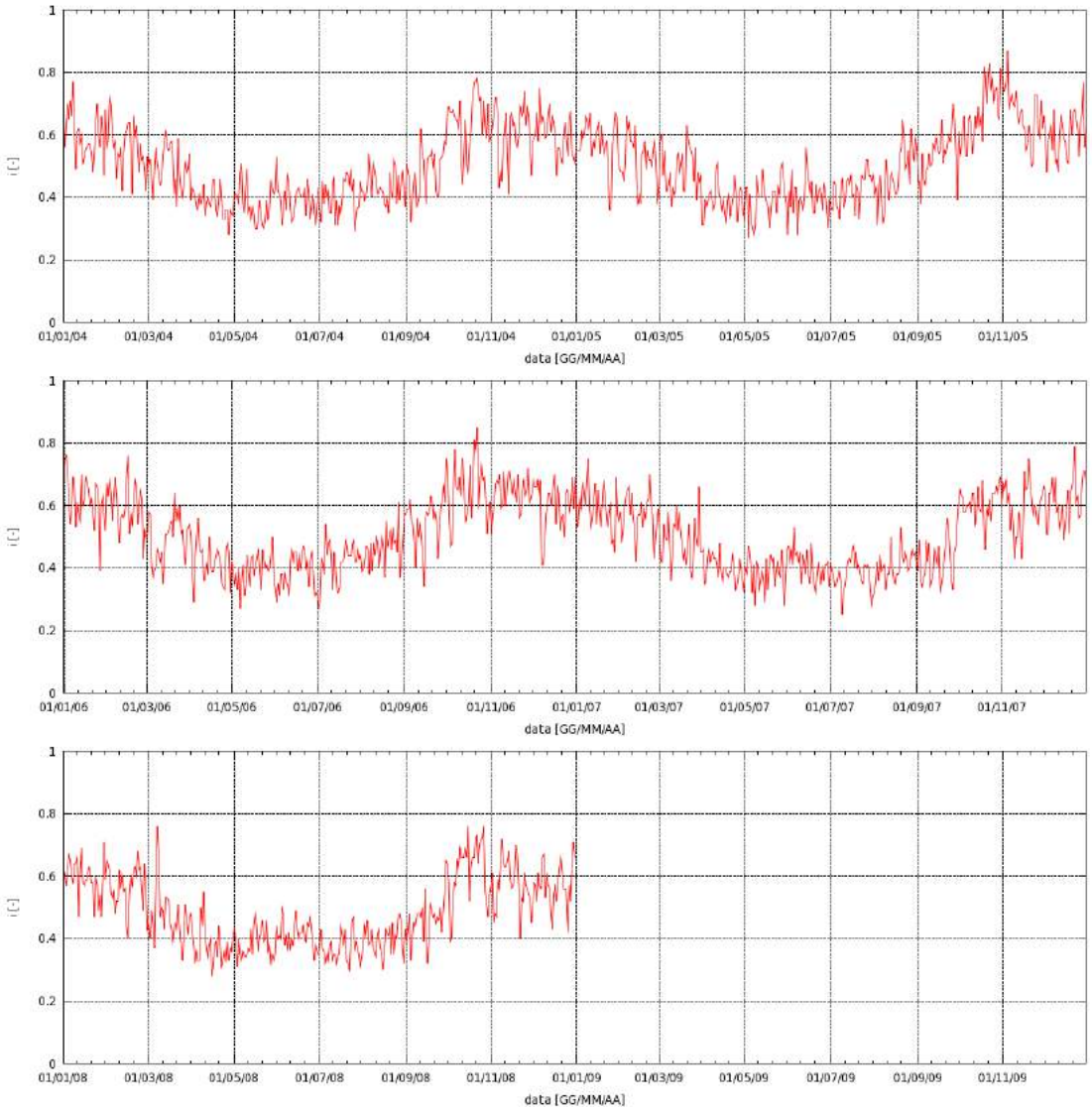


Figura 2-71: Indice di criticità meteorologica per la stazione di Castelnuovo del Garda valutato sull'intero periodo 2004-2008 sulla base della classe di stabilità atmosferica

2.1.3 Attività produttive e infrastrutture (paragrafo a cura di ARPA Veneto)

2.1.3.1 Evoluzione del sistema produttivo e infrastrutturale della Provincia di Verona

Il sistema produttivo del Veneto iniziò a svilupparsi dalla fine dell'Ottocento, interessando inizialmente i centri della fascia pedemontana di medie dimensioni, dove sorsero piccole industrie legate all'agricoltura, all'artigianato e alla manodopera locale. In un secondo momento interessò anche le città principali, tra cui Verona, grazie all'importanza strategica assunta per la presenza della ferrovia.
Uno sviluppo industriale consistente, a livello nazionale, si ebbe dopo la fine del secondo conflitto mondiale. Fin dall'inizio, il modello produttivo del Veneto fu caratterizzato dalla piccola dimensione delle imprese, mentre la grande industria ebbe un ruolo marginale. Questa caratteristica è stata mantenuta nel tempo, fino ai nostri giorni.
Negli anni cinquanta e sessanta iniziò la costruzione delle autostrade e sorse la Zona Agricolo Industriale (ZAI) a sud di Verona, come anche numerose zone industriali più piccole attorno ai centri di medie dimensioni.
Le grandi città del Veneto crebbero in seguito al fenomeno della migrazione dalla campagna alla città. Si assistette a un processo di trasformazione molto rapido dei centri industrializzati di medie dimensioni, che dapprima interessò i più vicini ai capoluogo e poi si estese a tutta la provincia. Crebbe il bisogno di infrastrutture, servizi, aree commerciali. Si svilupparono sempre più le piccole e medie imprese artigiane e manifatturiere.
Si formarono i distretti produttivi, sistemi di piccole imprese che ruotano intorno a una impresa principale di medie dimensioni, tra i quali i principali, che si svilupparono e consolidarono in provincia di Verona, sono i seguenti:

- distretto del mobile, nella zona meridionale della provincia (Oppeano–Bovolone–Cerea),
- distretto del marmo e dell'edilizia, nella zona collinare di Grezzana, Dolcè, Sant'Ambrogio di Valpolicella, Affi,
- distretto dell'alimentare, in vari Comuni quali Nogarole Rocca, Castel d'Azzano, S. Martino Buon Albergo, Colognola ai Colli, Lazise,
- distretto della calzatura, nell'area orientale della provincia (Vestenanova, S.Giovanni Ilarione, Montecchia di Crosara) e occidentale (Sona e Bussolengo).

Dagli anni ottanta iniziò ad affermarsi la grande distribuzione, e le zone industriali iniziarono a mescolarsi con quelle artigianali e commerciali. I Comuni di medie e grandi dimensioni si espansero in modo rapido e disordinato, creando la cosiddetta "città diffusa" e determinando la caratteristica continuità urbano-rurale del Veneto. Nella provincia di Verona la "città diffusa" è localizzata prevalentemente a nord-ovest, tra Verona e Peschiera. Le principali

funzioni della ZAI storica vennero trasferite nel nuovo interporto denominato "Quadrante Europa", sito nella parte meridionale del Comune di Verona.
Dagli anni Novanta, si dovette operare ad una sostanziale revisione della rete delle infrastrutture per far fronte al mutamento delle strutture insediative e all'aumento del traffico, provvedendo alla ricostruzione delle principali strade e alla creazione di nuove direttrici.
In questo periodo alcune industrie manifatturiere scomparvero o si ridimensionarono, a causa della delocalizzazione di parte della produzione verso paesi emergenti della Cina e dei Balcani. Con l'evoluzione delle modalità di produzione e commercio, crebbe la domanda di spazi per il direzionale, il commerciale, il produttivo, lo stoccaggio, l'immagazzinamento e la logistica. A livello mondiale, l'impresa si trasformò e divenne sempre più simile al modello già presente in Veneto.
Negli ultimi decenni si è assistito a un'ulteriore crescita delle aree produttive della provincia di Verona: nel 2001, si contano 1120 aree industriali, che occupano una superficie totale di 80352000 m^2 (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Verona, 2007, Documento preliminare, relazione ambientale; dati del Progetto Output, 2001, elaborazione DAUR), e rappresentano quasi il 20%, a livello quantitativo, delle attività produttive della regione Veneto. Per quanto riguarda il sistema degli insediamenti produttivi, la provincia di Verona è la seconda, per importanza nel Veneto, seguendo solo quella di Venezia. Le aree industrializzate della provincia di Verona rappresentano il 2.7% del territorio provinciale. I Comuni con la maggiore area occupata da insediamenti industriali sono Bussolengo (8.2%), Nogarole Rocca (8.8%), San Giovanni Lupatoto (9.5%), San Pietro di Morubio (9.3%). Gli insediamenti industriali sono prevalentemente localizzati lungo la direttrice Est-Ovest (Peschiera – San Bonifacio) e Nord – Sud lungo la Valle dell'Adige e la direttrice Verona-Bologna.
Oggi Verona, che rappresenta il centro della rete delle infrastrutture, i Comuni limitrofi e la rete di collegamenti viari, rappresentano un'"area metropolitana". La zona a occidente, verso il lago, presenta la maggiore diffusione degli insediamenti rispetto alle altre aree della provincia: sono presenti diverse direttrici di insediamenti lineari, sia lungo i corridoi maggiori, sia in direttrici meno importanti. Questo comporta la difficoltà a razionalizzare il sistema viabilistico e a organizzare il sistema dei servizi e del trasporto pubblico. La zona della bassa pianura Veronese presenta ancora molti centri debolmente collegati tra loro, ed è un ambiente caratterizzato da vaste colture estensive e grandi spazi aperti.

2.1.3.2 Analisi dei settori produttivi nella Provincia di Verona

La struttura produttiva della provincia di Verona è caratterizzata da un tessuto di piccole e medie imprese: infatti, in base ai dati del censimento generale dell'industria e dei servizi dell'ISTAT (archivio ASIA, aggiornamento del 2005), il 99.3% delle unità economiche che esercitano arti e professioni nelle attività industriali, commerciali e dei servizi alle imprese e alle famiglie, ha meno di 50 addetti. Tuttavia, le grandi imprese, pur rappresentando lo 0,7%

delle unità locali, occupano circa 83000 addetti, che rappresentano oltre il 26% del totale degli addetti occupati in provincia.

I dati del rapporto 2008 sull'economia veronese della Camera di Commercio di Verona indicano che nel decennio 1997-2007 il numero di imprese non agricole registrate è aumentato con un tasso di crescita del 25.8%, e, in valori assoluti, la crescita è stata, di oltre 16000 unità: essa è da imputare principalmente all'aumento di iscrizioni di imprese operanti nel terziario avanzato e nel settore delle costruzioni. Il numero di imprese registrate nel settore manifatturiero è stabile dal 1997 al 2007, anche se al suo interno diverse sono state le vicende legate ai singoli comparti. Negli ultimi tre anni, tuttavia, a causa della crisi economica, il numero delle imprese è sensibilmente diminuito.

Il grafico in Figura 2-72 (basato sui dati riportati in Tabella 2-22) mostra il peso relativo dei diversi settori cui appartengono le imprese registrate. Il settore industriale (comprensivo del settore delle costruzioni) rappresenta il 38.2% delle imprese registrate, seguito dal commercio (20.4%) e dall'agricoltura (18.5%). Un contributo inferiore è associato alle imprese del settore dei servizi (19.1%), dall'attività di alberghi e ristoranti (6.0%) e dai trasporti (3.4%). Si nota che negli ultimi due anni è avvenuta una diminuzione del numero di imprese registrate: questa è stata molto sensibile nel settore dell'industria (-12.1%) e in quello dei trasporti; le attività di alberghi e ristoranti sono invece aumentate del 14.6%.

Tabella 2-22: Numero di imprese registrate alla Camera di Commercio di Verona negli anni 2007 e 2009, suddivise per settore.

Settore	Numero imprese registrate alla Camera di Commercio di Verona nel 2007	Numero imprese registrate alla Camera di Commercio di Verona nell'anno 2009	Imprese registrate (%)	Variazione 2007-2009 (%)
Agricoltura e pesca	19495	18467	18,5	-5,3
Industria	13063	11483	11,5	-12,1
Costruzioni	16217	16662	16,7	2,7
Commercio	20921	20428	20,4	-2,4
Alberghi e ristoranti	5256	6022	6,0	14,6
Trasporti e attività ausiliarie	3779	3418	3,4	-9,6
Servizi (attività di intermediazione monetaria e finanziaria, assicurazioni, attività immobiliari, informatica, istruzione, sanità, servizi sociali etc.)	17522	19033	19,1	8,6

Altro	4411	4392	4,4	-0,4
Totale	100644	99905		-0,7

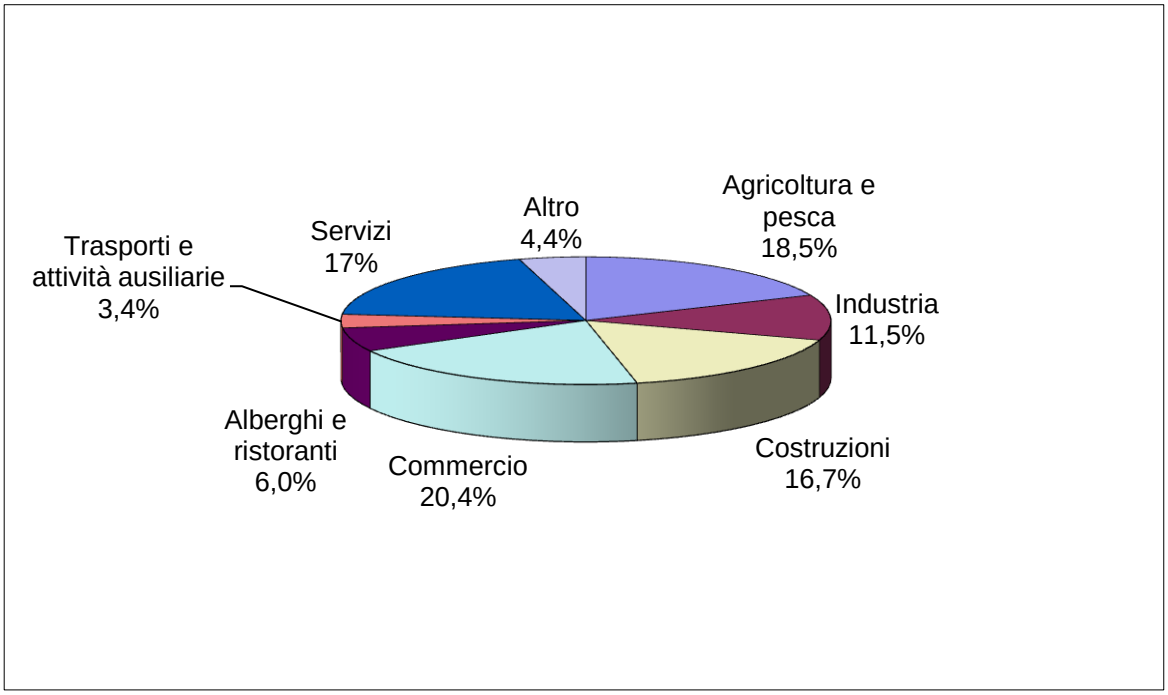


Figura 2-72: Imprese registrate alla Camera di Commercio di Verona (dati 2009). Peso relativo dei diversi settori.

I settori principali dell'industria manifatturiera veronese e il loro peso relativo, in termini di numero di imprese per settore, sono riportati in Tabella 2-23 e visualizzati in Figura 2-73. Nella Tabella 2-23 è anche possibile vedere la variazione del numero delle imprese nel decennio 1997-2007 e nei due ultimi anni, 2007-2009.

Si nota la rapida e significativa diminuzione (-12.1%) del numero di imprese registrate negli ultimi due anni. Il calo è stato particolarmente drastico nel settore dell'industria alimentare e delle bevande (-46.5%), che nel decennio precedente il 2007 aveva visto un significativo incremento (33.2). La diminuzione è stata rilevante anche per l'industria della fabbricazione della carta e dell'editoria (-21.0%), e per quella della fabbricazione di macchine e apparecchi (-20.0%).

Tabella 2-23: Imprese del settore manifatturiero registrate alla camera di commercio di Verona.

	N. imprese 1997	N. imprese 2007	N. imprese 2009	Variazione 2007-1997 (%)	Variazione 2009-2007 (%)	Peso su totale attività manifatturiera 2009 (%)
Industrie alimentari e delle bevande	1115	1485	794	33.2	-46.5	6.9
Tessili e abbigliamento	1577	1292	1214	-18.1	-6.0	10.6
Preparazione e concia cuoio	890	582	549	-34.6	-5.7	4.8
Industria del legno (escluso mobili), fabbricazioni in paglia	1189	918	860	-22.8	-6.3	7.5

Fabbricazione carta, editoria	810	828	654	2.2	-21.0	5.7
Fabbricazione prodotti lavorazione mineraria non metalliferi	793	812	799	2.4	-1.6	7.0
Produzione metallo, fabbricazione e lavorazione della produzione in metallo (escluso macchine)	1732	2142	2124	23.7	-0.8	18.5
Fabbricazione macchine e apparecchi	1991	2143	1715	7.6	-20.0	14.9
Fabbricazione mezzi di trasporto	169	200	193	18.3	-3.5	1.7
Fabbricazione mobili, altre industrie manifatturiere	2516	2217	2194	-11.9	-1.0	19.1
Altre attività manifatturiere	381	444	387	16.5	-12.8	3.4
Totale	13160	13063	11483	-0.7	-12.1	

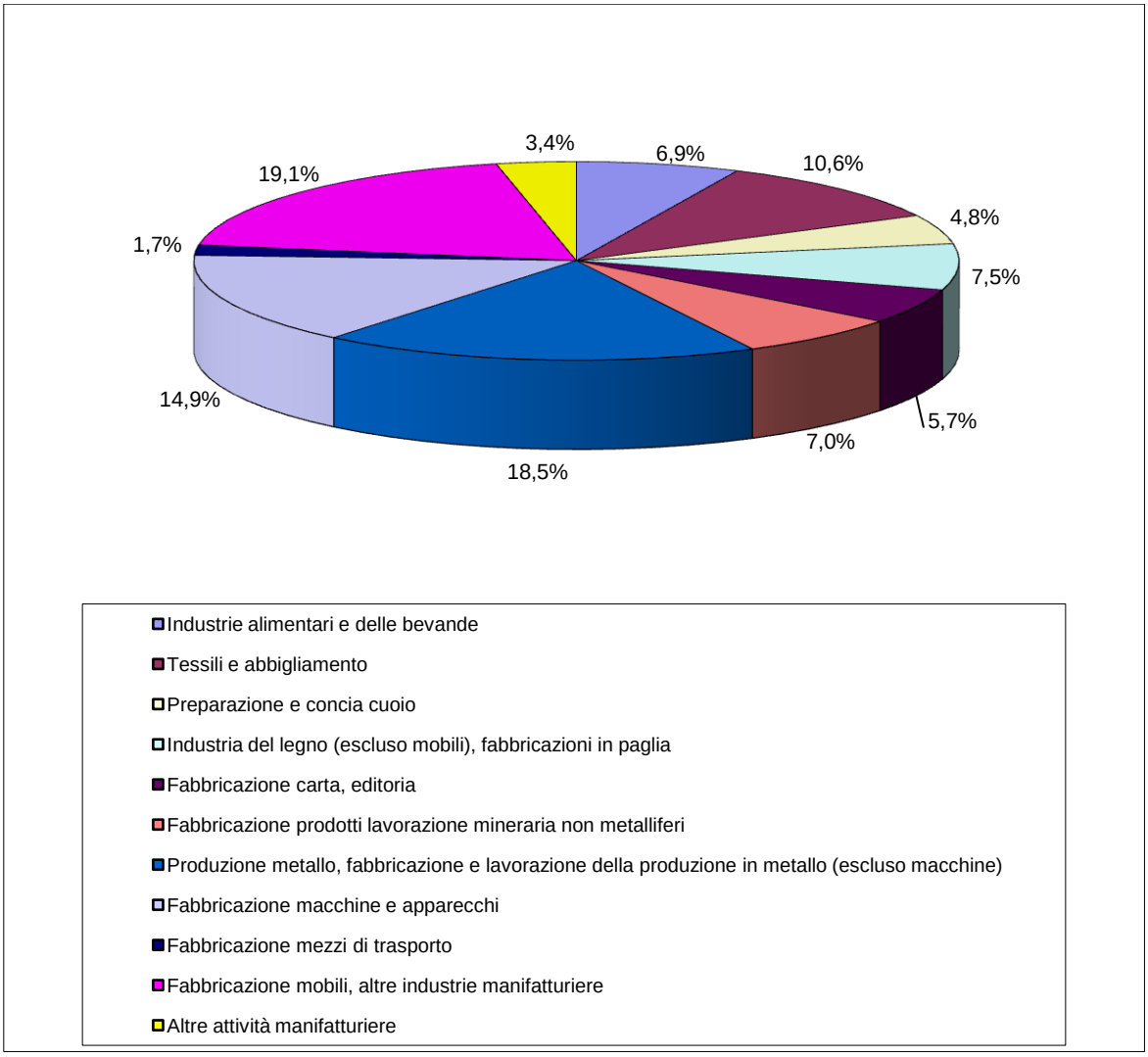


Figura 2-73: Imprese del settore manifatturiero registrate alla Camera di Commercio di Verona (dati 2007): peso relativo dei diversi settori.

Il settore dei servizi include in questa analisi le attività di trasporto, di intermediazione monetaria e finanziaria, quelle immobiliari, di noleggio, informatica e ricerca, istruzione,

sanità, servizi sociali, e altri servizi pubblici. Nel contesto del terziario si sta sempre più evidenziando un'area cosiddetta "avanzata", che offre servizi evoluti, mirati a sostenere i processi di cambiamento e di innovazione all'interno delle imprese. Si tratta in particolare di attività di informatica ed automazione, engineering, consulenza direzionale e qualità, consulenza economica e finanziaria, revisione contabile e assicurazioni, pianificazione generale, ambientale e territoriale, assistenza alla produzione, marketing e comunicazione e altre specializzazioni, cui le imprese si rivolgono per un supporto alle proprie attività aziendali.
Il settore turistico rappresenta un'attività rilevante nell'ambito dell'economia provinciale, e si concentra sul Lago di Garda e sulle due aree montane del Baldo e della Lessinia, mentre il turismo culturale è strettamente legato a Verona.

2.1.3.3 Sistema delle infrastrutture

La provincia di Verona è situata in una posizione geografica strategica, trovandosi nel punto di confluenza tra i principali corridoi infrastrutturali di rilevanza nazionale e internazionale: il corridoio infrastrutturale V (Venezia-Milano) e il corridoio infrastrutturale I (Napoli-Berlino).
Il corridoio V si collega a Est, tramite il Corridoio Paneuropeo Trieste-Lubiana-Budapest-Bratislava- Uzhorod-Lviv, con i paesi dell'Europa centrale e orientale; a Ovest, tramite l'asse Milano-Torino-Genova-Marsiglia-Lione-Rotterdam-Anversa-Londra, alla Francia e alla Spagna.
Il corridoio I collega Napoli, Roma, Firenze, Bologna, Verona, Monaco, Berlino. L'UE intende potenziarlo nella linea alta capacità, tramite il traforo del Brennero, il raddoppiamento della linea Verona-Bologna, la creazione di un sistema intermodale di canali navigabili paralleli al Po.
Nell'ambito del "Programma per le grandi opere strategiche" del Ministero dei lavori pubblici, si prospetta un nuovo corridoio di collegamento tra Verona e i porti di Livorno e La Spezia, denominato Pontremolese, necessario per la crescente importanza del porto di Livorno, che ha la finalità di sgravare il nodo Torino-Milano.
Di seguito vengono elencate le principali infrastrutture presenti in provincia:

- Autostrade: A4 Torino-Trieste, A22 Modena-Bolzano
- Ferrovie: del Brennero, Mantova-Monselice, Milano-Venezia, Padova-Bologna, Verona-Mantova-Modena, Verona-Bologna, Verona-Legnago-Rovigo, Verona-Venezia alta velocità (in progetto)
- Aeroporto di Verona

È in progetto il nuovo raccordo autostradale TI-BRE (Tirreno – Brennero), che prolungherà la A15 Autocamionale della Cisa verso nord, da Fontevivo, nei pressi di Parma, Nogarole-Rocca, a sud di Verona, dove si inserirà nella A22 Autostrada del Brennero. La TI-BRE è lunga circa 82 km.

Il centro intermodale "Quadrante Europa", sito nella parte meridionale del Comune di Verona, è un'area di 2500000 m^2 a servizio del sistema produttivo della provincia di Verona. Esso è posto all'incrocio delle autostrade del Brennero (direttrice nord-sud) e Serenissima (direttrice ovest-est), e delle corrispondenti linee ferroviarie, ed è direttamente collegato con l'aeroporto Catullo.

I problemi inerenti al trasporto nella provincia di Verona sono dovuti principalmente all'intenso traffico di merci nelle autostrade. In particolare, il Brennero, che collega l'Italia ai paesi del centro e del Nord-Europa, rappresenta un nodo di primaria importanza.

In Tabella 2-24 è riportata la lunghezza totale delle strade esistenti e in progetto nella provincia di Verona (dati Piano Territoriale i Coordinamento Provinciale della Provincia di Verona, 2010, dati non ancora certificati e in fase di aggiornamento), e l'area delle aree produttive e turistiche esistenti e in progetto. In Figura 2-74, Figura 2-75 e Figura 2-76 sono rappresentate la rete viaria, la rete ferroviaria insieme agli aeroporti e alle linee navigabili, il sistema delle aree produttive: le mappe sono state ottenuti a partire dagli stessi dati.

Tabella 2-24: Lunghezza totale delle strade esistenti e in progetto (km) nel territorio dei 18 Comuni aderenti al piano. Area totale degli insediamenti produttivi e delle aree turistiche esistenti e in progetto (km^2) nel territorio dei 18 Comuni aderenti al piano.

	Lunghezza [km]
Autostrade	105.449
Autostrade progetto	34.732
Tangenziali	71.977
Tangenziali in progetto	63.921
Strada statale	23.470
Strada statale in progetto	14.199
Strada regionale	66.855
Strada regionale in progetto	8.028
Strada provinciale	341.656
Strada provinciale in progetto	9.733
Strada comunale	510.565
Strada comunale in progetto	0.000
	Area [km^2]
Aree produttive esistenti e in completamento	68244.921
Aree produttive in progetto	3901.699
Aree turistiche esistenti	628.227
Aree turistiche in progetto	399.489

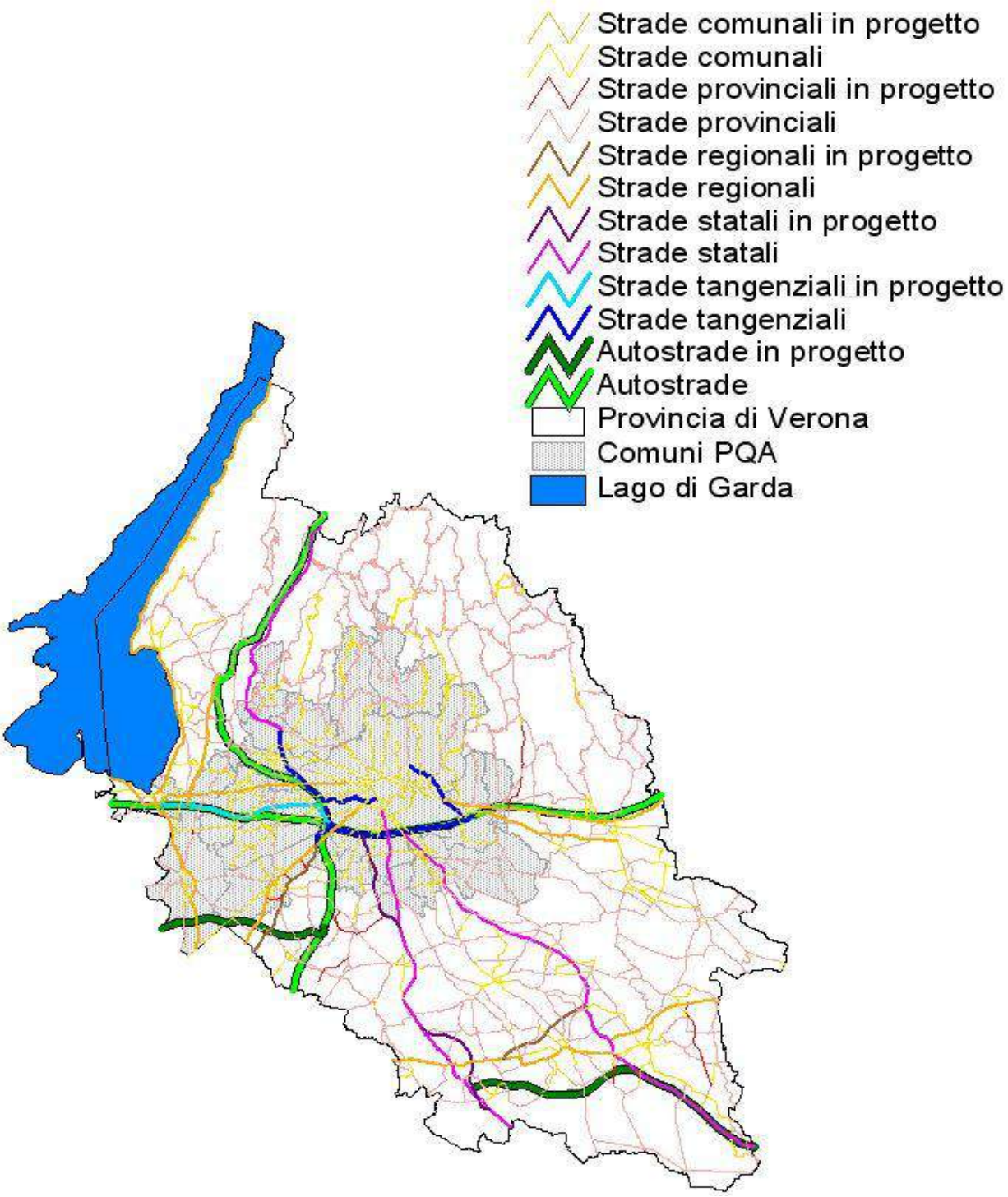


Figura 2-74: Rete viaria (dati PTCP 2010).

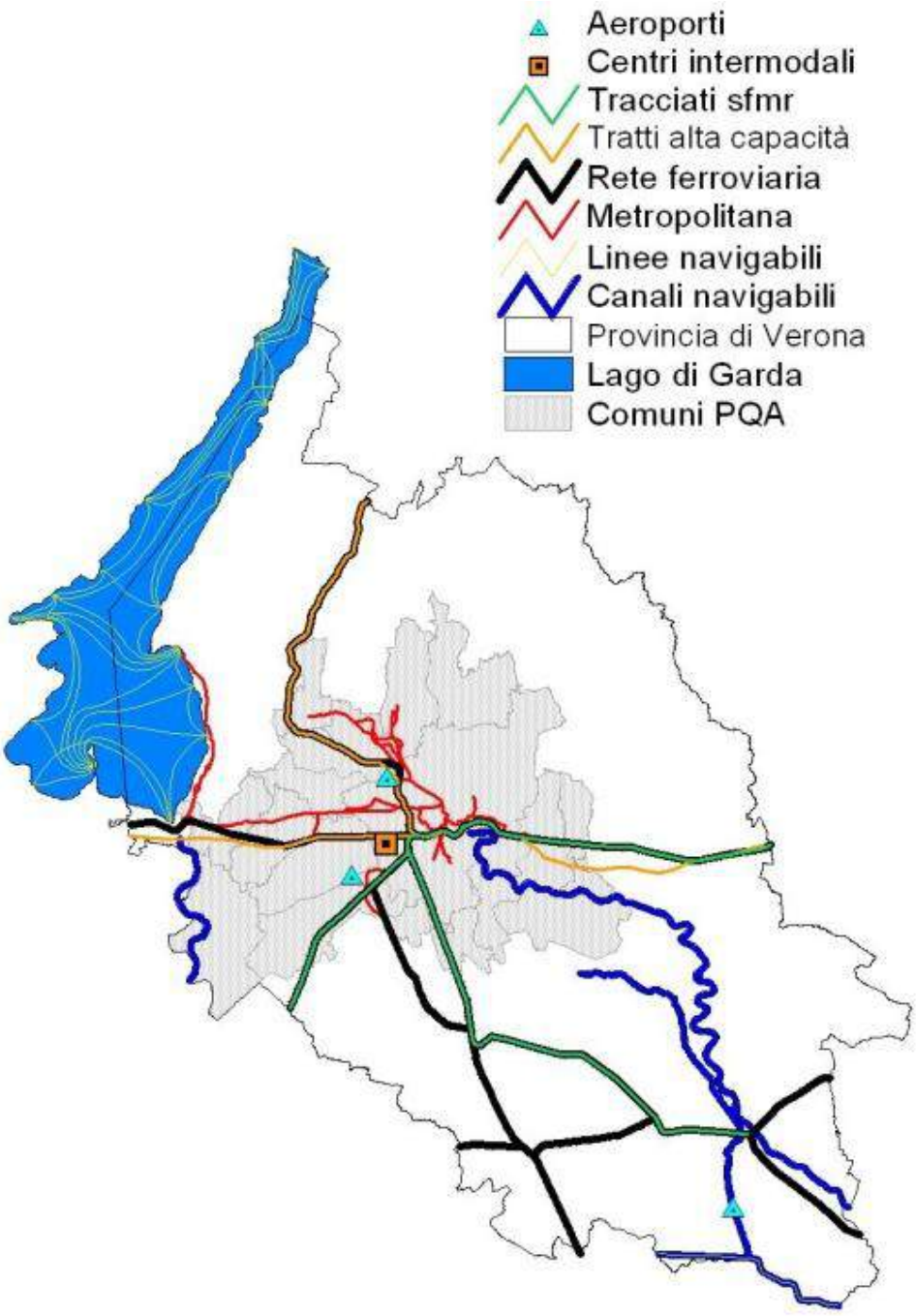


Figura 2-75: Rete ferroviaria, delle linee navigabili e degli aeroporti (dati PTCP 2010).

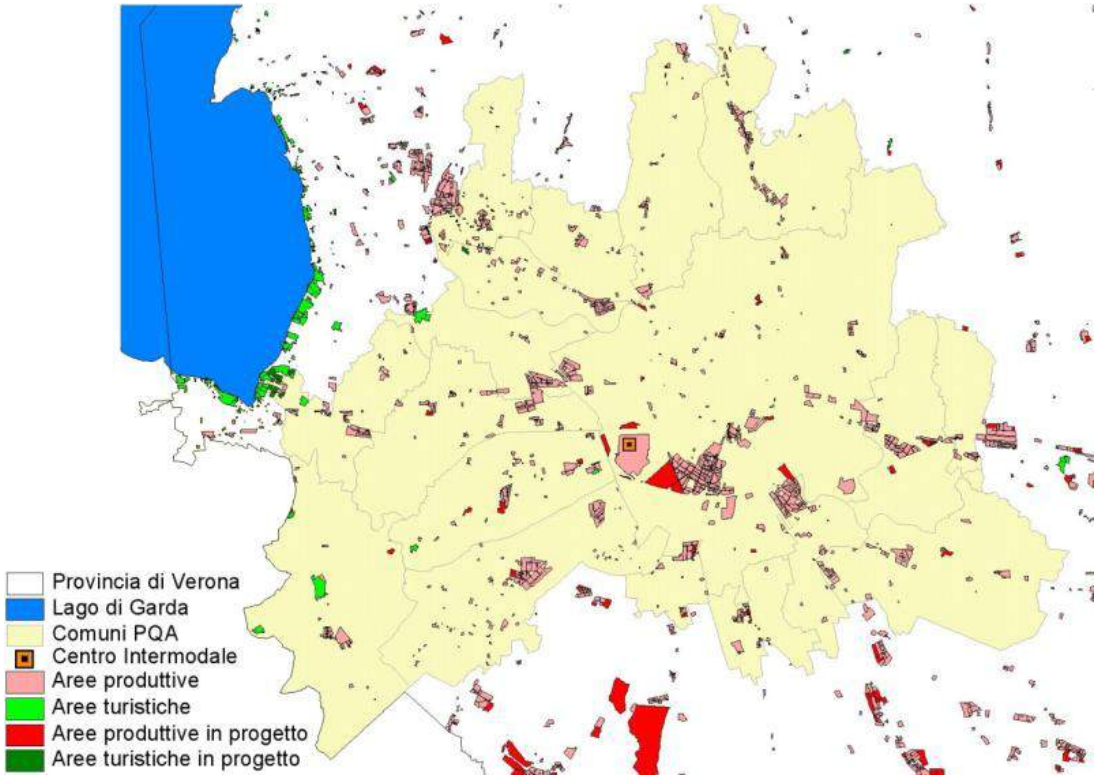


Figura 2-76: Sistema delle aree produttive (dati PTCP Verona 2010). Le aree produttive comprendono sia quelle esistenti sia quelle in completamento.

2.1.4 Insediamenti civili

L'analisi delle caratteristiche insediative della popolazione sul territorio in esame è indispensabile per ogni valutazione riguardante la pressione esercitata dalle diverse fonti emissive sulla popolazione presente sul territorio. Infatti l'impatto di una sorgente non si valuta solamente in termini di quantità di sostanze emesse ma anche sulla base dell'effetto che essa esercita sulla salute umana, per cui diventa prioritario conoscere quanto la zona in cui la sorgente è localizzata sia densamente abitata.

Analizzando l'andamento della popolazione nel corso degli anni, si osserva come essa sia in continuo aumento. A titolo di esempio si riporta il dato ISTAT relativo alla variazione tra il 30/06/2008 e il 30/8/2009 (Tabella 2-25).

Tabella 2-25: Variazione della popolazione tra il 2008 e il 2009 nei diversi Comuni (dato ISTAT).

Comune	Popolazione al 30/6/2008	Popolazione al 30/06/2009	Variazione %
Bussolengo	19338	19555	+1.12%
Buttapietra	6746	6819	+1.08%
Castel d'Azzano	11542	11690	+1.28%
Castelnuovo del Garda	11900	12286	+3.24%
Grezzana	10734	10895	+1.50%
Lavagno	7410	7766	+4.80%

Negrar	17151	17219	+0.40%
Pescantina	15710	15987	+1.76%
San Giovanni Lupatoto	23305	23607	+1.30%
San Martino Buon Albergo	13691	13894	+1.48%
San Pietro in Cariano	12843	13003	+1.25%
Sant'Ambrogio di Valpolicella	11342	11496	+1.36%
Sommacampagna	14442	14628	+1.29%
Sona	16692	16884	+1.15%
Valeggio sul Mincio	13756	14068	+2.27%
Verona	264867	265085	+0.08%
Villafranca di Verona	32161	32659	+1.55%
Zevio	13931	14183	+1.81%

La distribuzione spaziale della popolazione è stata ricavata sulla base della cartografia della Regione Veneto che contiene il dato relativo al censimento del 2001 suddiviso per sezioni di censimento.

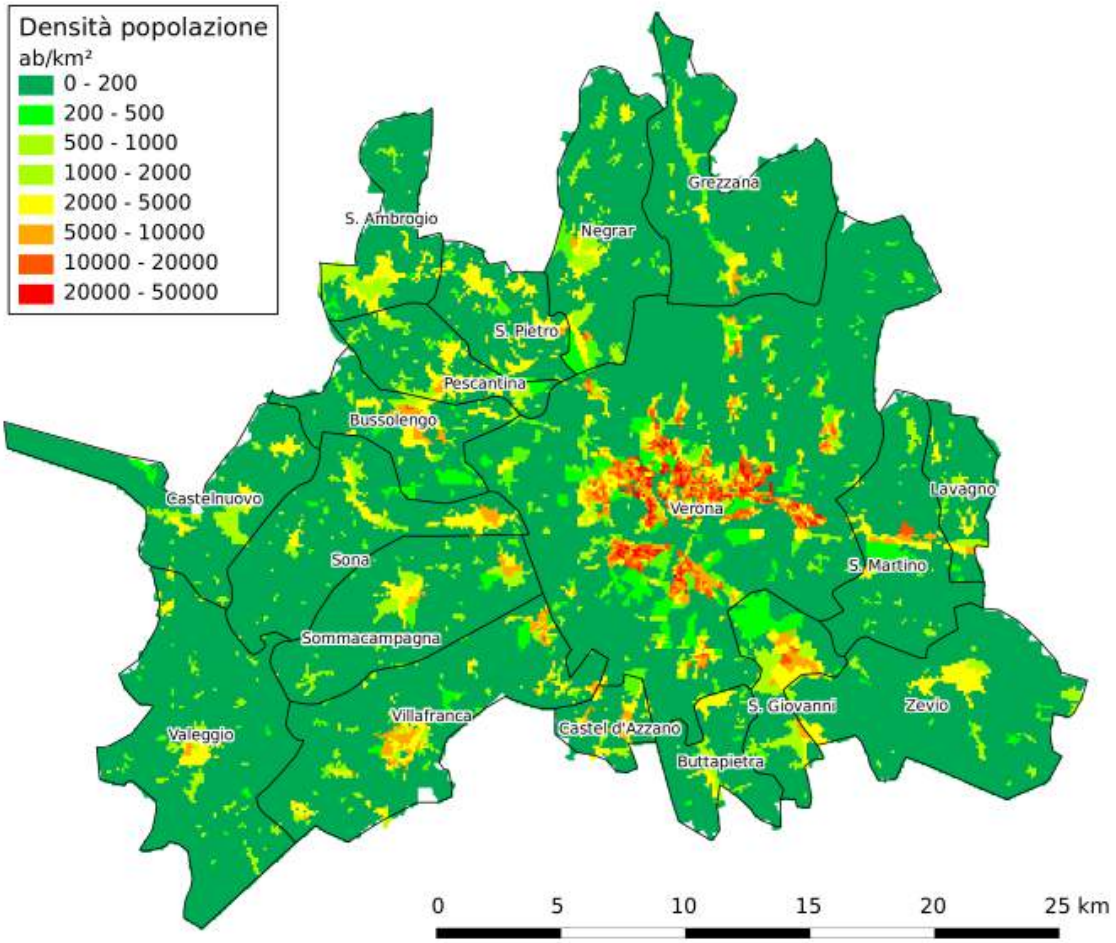


Figura 2-77: Densità di popolazione relativa al censimento 2001, in ab/km^2.

Nella tabella riportata (Tabella 2-25) si nota come la situazione del Comune di Verona sia abbastanza peculiare se paragonata a quella degli altri Comuni in esame; infatti diversamente dal contesto, essa riporta un valore di crescita praticamente nullo. Sembra pertanto continuare una certa tendenza nello spostamento degli insediamenti residenziali fuori dalla città con conseguenze sulla mobilità e quindi sull'inquinamento atmosferico ad esso collegato.
Sulla base della mappa di uso del suolo CORINE Land Cover dell'anno 2000, sono state identificate le zone destinate agli insediamenti civili e quelle destinate alle aree industriali e commerciali, riportate in Figura 2-78. Essa è complementare alla Figura 2-76, la quale riporta il dettaglio delle sole zone produttive.

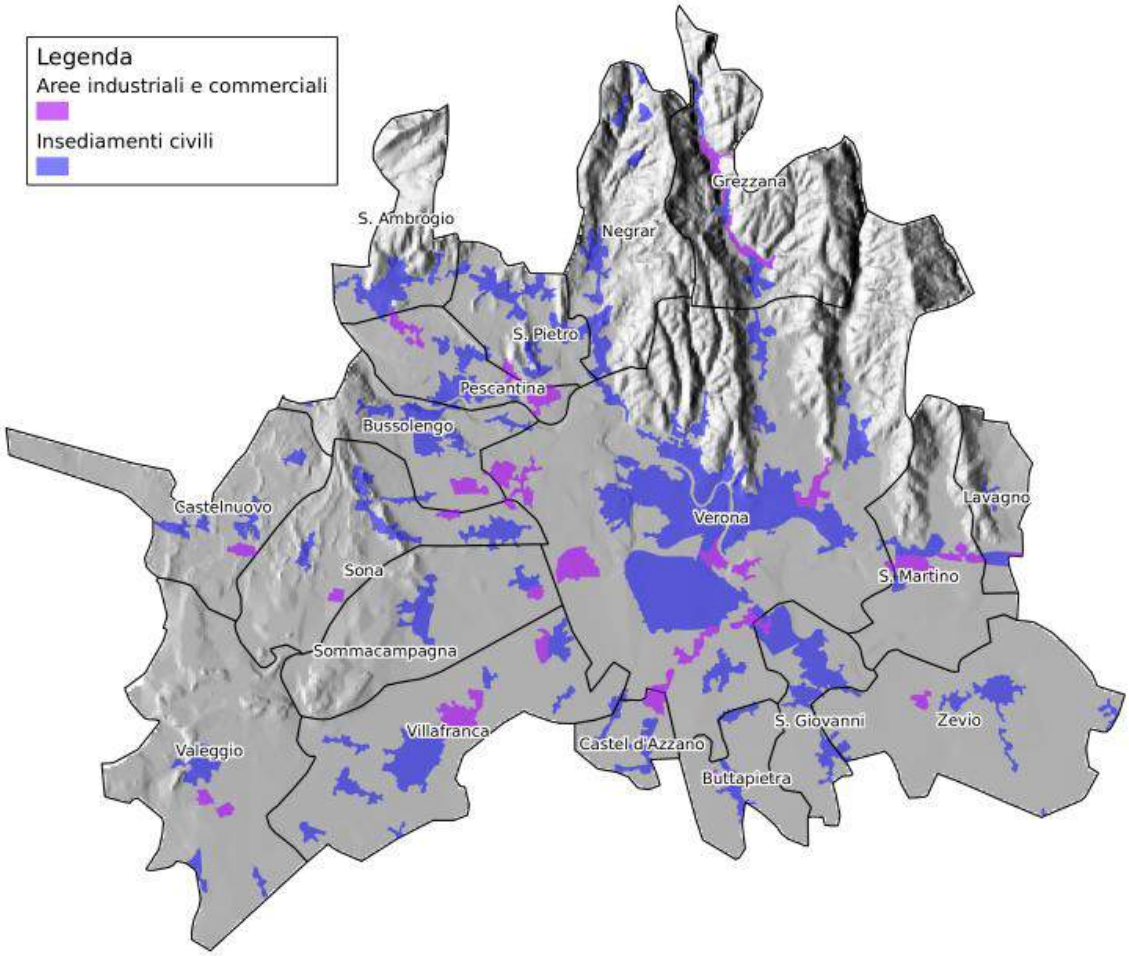


Figura 2-78: Mappa delle aree industriali e commerciali (in viola) e degli insediamenti civili (in blu).

2.1.5 Distribuzione delle fonti emissive

Al fine di valutare accuratamente l'effetto determinato dalle diverse sorgenti di inquinanti sulla qualità dell'aria è indispensabile identificare in maniera precisa le emissioni. Ciò significa individuare non solo i quantitativi di inquinanti che vengono immessi in atmosfera, ma anche localizzare con precisione dove le emissioni sono rilasciate in atmosfera, con quali tempi, con quali modalità (camini, velocità e temperatura di emissione). Tutte queste informazioni vengono codificate in apposite basi di dati denominati inventari delle emissioni.

Appare chiaro come un inventario delle emissioni, contenente l'elenco completo ed ordinato delle sorgenti e degli inquinanti relativi ad una specifica area geografica e ad un determinato intervallo temporale, sia uno strumento fondamentale per l'elaborazione di qualsiasi strumento pianificatorio in materia di qualità dell'aria. Esso infatti rappresenta un'immagine dello stato di fatto in un certo istante temporale delle pressioni esercitate dalle attività emissive sul territorio e grazie ad esso è inoltre possibile quantificare il peso delle singole diverse tipologie di sorgenti.
Il DM 261/2002 indica nelle linee guida dell'APAT e nella metodologia CORINAIR (EEA) il riferimento per la realizzazione dell'inventario delle emissioni in atmosfera generate in un ambito spazio-temporale definito.
La metodologia CORINAIR prefigura due possibili procedure di stima delle emissioni in atmosfera: top-down ("dall'alto verso il basso") e bottom-up ("dal basso verso l'alto").
La stima "top-down" è una metodologia che parte dai valori di emissioni annue calcolati a livello nazionale, disaggregate spazialmente a vari livelli, ad esempio quello provinciale e quello comunale, attraverso indicatori statistici (popolazione, strade, land-use,...). Tale metodologia prevede anche la disaggregazione temporale, in quanto dal livello annuo di partenza si può arrivare a quello di risoluzione oraria delle emissioni. Diversamente, non è possibile risolvere in dettaglio la distribuzione spaziale delle stesse, essendo il dato di partenza disaggregabile al più fino alla scala comunale.
L'approccio "bottom-up", invece, parte da dati locali, a livello di valori riferiti al territorio comunale o addirittura dal punto responsabile dell'emissione (quale può essere il tracciato della strada o la locazione dell'industria) e, con queste informazioni e gli specifici fattori di emissione, stima le emissioni orarie direttamente a livello locale.
Spesso gli approcci utilizzati per gli inventari sono intermedi alle due diverse tipologie, in quanto per alcune emissioni è possibile reperire dati disaggregati, mentre per altri è inevitabile un approccio di disaggregazione a partire da dati aggregati.

2.1.5.1 La situazione attuale

L'inventario regionale delle emissioni in Veneto è tuttora in fase di elaborazione da parte di ORAR. La metodologia adottata per il popolamento dell'inventario è quella del sistema INEMAR. INEMAR[1] (INventario EMissioni ARia) è un database progettato per realizzare l'inventario bottom-up delle emissioni in atmosfera, stimando per i diversi inquinanti le emissioni a livello comunale, per ogni attività della classificazione Corinair e per ogni tipologia di combustibile. Progettato da Regione Lombardia e ARPA Lombardia, esso contiene gli indicatori di attività (ad esempio il consumo di combustibili, il consumo di vernici, la quantità di rifiuti incenerita ed in generale qualsiasi parametro che sia in grado di descrivere e quantificare l'attività dell'emissione), i fattori di emissione (ovvero la quantità in

[1] http://inemar.terraria.com/xwiki/bin/view/InemarDatiWeb/Il+sistema+INEMAR

massa di inquinante emesso per unità di prodotto o di consumo), i dati statistici necessari per la disaggregazione spaziale e temporale delle emissioni (come la popolazione residente, il numero di addetti per una specifica attività produttiva), e le procedure di calcolo definite nelle diverse metodologie per stimare le emissioni.

Attualmente, non essendo ancora terminata l'elaborazione del catasto INEMAR delle emissioni, l'unico inventario a disposizione corrisponde a quello generato secondo la metodologia top-down da ISPRA e disaggregato spazialmente da ORAR (Osservatorio Aria Regione Veneto).

Per quanto detto sopra l'approccio top-down tuttavia non è il più appropriato nei casi in cui si concentri l'attenzione su contesti locali, quando cioè sia necessario ripartire un dato di emissione stimato ad un livello territoriale aggregato, quale può essere una regione o una nazione, ad una porzione più piccola di territorio in esso compreso, ad esempio un Comune. Esso infatti comporta un'eccessiva approssimazione per la scala locale e, in particolare, per la scala urbana, fornendo un livello di dettaglio che può essere inadeguato. Le criticità che sorgono adoperando un procedimento di tipo top-down riguardano soprattutto l'affidabilità delle stime sulle emissioni così ottenute: in primo luogo le variabili usate per correlare l'area più vasta a quella più ristretta devono essere indicatori affidabili per consentire la giusta ripartizione delle emissioni; in secondo luogo deve essere considerata la perdita di risoluzione che si verifica con l'estensione dell'area da sottoporre ad inventario.

Dato che nel presente studio l'attenzione è rivolta ad una porzione ristretta di territorio, all'interno del quale si vogliono mettere in luce analogie e differenze tra i diversi Comuni interessati, si è ritenuto utile cercare di analizzare nel dettaglio, seguendo un approccio bottom-up, i dati di emissione locali che sono stati forniti. I risultati di queste elaborazioni sono riportati nei paragrafi seguenti, assieme ad un confronto con i risultati dell'inventario ISPRA disaggregato. Queste elaborazioni evidentemente non costituiscono un inventario completo, che come si è detto sopra è già in fase di realizzazione a cura dell'Osservatorio Aria della Regione Veneto. Infatti i dati forniti, oltre a presentare una inadeguata risoluzione, risultano troppo lacunosi e carenti affinché l'informazione riguardo le emissioni sia ritenuta completa. Tuttavia si è ritenuto interessante utilizzarli, specialmente in quei settori dove la disaggregazione spaziale è parsa meno appropriata (ad esempio nel caso delle emissioni da aeroporto o da sorgenti puntuali).

2.1.5.2 Fonti emissive locali

L'individuazione delle sorgenti emissive provinciali e la conseguente quantificazione delle emissioni viene usualmente svolta attraverso la redazione dell'inventario provinciale delle emissioni. L'inventario delle emissioni costituisce uno degli strumenti principali per lo studio dello stato attuale di qualità dell'aria, nonché per la definizione della zonizzazione e dei relativi programmi di riduzione o di prevenzione dell'inquinamento atmosferico. Nel presente studio non è stato possibile usufruire di questi dati, in quanto il catasto regionale non risulta

ancora compilato in maniera definitiva. Si sono quindi utilizzati, come surrogato, dati di diversa provenienza messi a disposizione, da ARPAV, Comuni, APAT, ISTAT. Per questo motivo non è stato possibile avere un esatto allineamento temporale dei dati di emissione ricavati, ma si è comunque cercato di utilizzare nelle stime le informazioni più recenti possibili e comunque posteriori all'anno 2004.

2.1.5.3 Emissioni lineari

Macrosettore 7 - Trasporto su strada

Per il calcolo delle emissioni da traffico lineare è stato usato il grafo stradale del PTCP (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale), in cui per ciascun arco stradale sono contenuti le caratteristiche geometriche e il valore di Traffico Giornaliero Medio (TGM).

I flussi di traffico medio orario sono rappresentati in Figura 2-79.

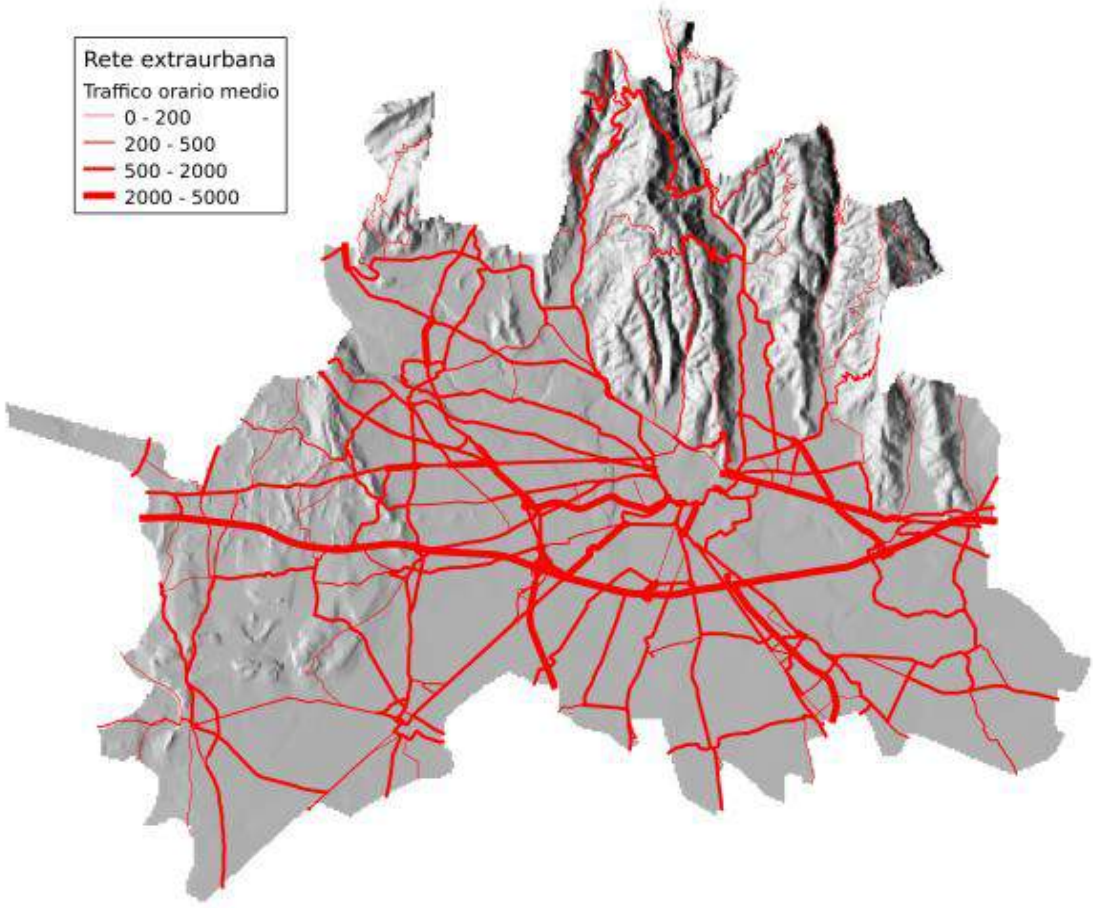


Figura 2-79: Flussi di traffico medio orario degli archi stradali extraurbani del PTCP nei Comuni in oggetto.

La metodologia di calcolo delle emissioni lineari richiederebbe di conoscere il numero di veicoli in transito suddivisi per tipologia, motorizzazione e normativa di riferimento (Euro) e la velocità di transito.

Per le tipologie di veicoli si è preso a riferimento il parco macchine della provincia di Verona, ottenibile dall'ACI. Non è stato possibile invece determinare la velocità di transito per ciascun

arco stradale. In assenza di questo dato si è utilizzato un fattore di emissione medio, come quello calcolato per la regione Lombardia[2], e moltiplicato per la lunghezza dell'arco stradale ed il numero di veicoli in transito suddivisi per settore (Automobili / Veicoli leggeri < 3.5 t / Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus / Ciclomotori (< 50 cm^3) / Motocicli (> 50 cm^3)) .
I fattori di emissione utilizzati in questa elaborazione sono riportati in Tabella 2-26 e Tabella 2-27. Il consumo specifico si riferisce alla massa di carburante utilizzato (in g), per percorrere un chilometro.

Tabella 2-26: Fattori di emissione medi da traffico in Lombardia nel 2005 per tipo di veicolo e tipo strada - dati finali (parte I).

Tipo di veicolo	**Tipo di strada**	**Consumo specifico**	**SO_2**	**NO_x**	**COV**	**CH_4**	**CO**
		g/km	**mg/km**				
Automobili	Autostrade	51	5	502	56	6.7	788
Automobili	Strade extraurbane	57	5.6	479	90	9.2	841
Automobili	Strade urbane	77	7	571	455	70	4.059
Veicoli leggeri < 3.5 t	Autostrade	76	7.6	1.123	103	5.1	874
Veicoli leggeri < 3.5 t	Strade extraurbane	77	7.7	1.255	135	7.4	929
Veicoli leggeri < 3.5 t	Strade urbane	90	9	1.411	222	16	1.680
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus	Autostrade	215	22	7.727	405	42	1.603
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus	Strade extraurbane	286	29	10.100	694	58	2.431
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus	Strade urbane	290	29	10.444	843	73	2.761
Ciclomotori (< 50 cm^3)	Strade urbane	22	2.2	38	11.055	177	11.573
Motocicli (> 50 cm^3)	Autostrade	35	3.5	381	1.322	143	15.781
Motocicli (> 50 cm^3)	Strade extraurbane	36	3.6	183	1.953	137	14.438
Motocicli (> 50 cm^3)	Strade urbane	33	3.3	172	2.304	143	13.933

[2] http://www.ambiente.regione.lombardia.it/inemar/webdata/elab_standard_reg.seam?cid=43813

Tabella 2-27: Fattori di emissione medi da traffico in Lombardia nel 2005 per tipo di veicolo e tipo strada - dati finali (parte II).

Tipo di veicolo	**Tipo di strada**	**CO_2**	**N_2O**	**NH_3**	**$PM_{2.5}$**	**PM_{10}**	**PTS**
		mg/km					
Automobili	Autostrade	160	4.4	35.1	33	42	54
Automobili	Strade extraurbane	178	5.5	34	33	46	60
Automobili	Strade urbane	243	19	67	41	54	68
Veicoli leggeri < 3.5 t	Autostrade	238	3.9	3.3	139	152	170
Veicoli leggeri < 3.5 t	Strade extraurbane	242	3.7	2.4	120	138	158
Veicoli leggeri < 3.5 t	Strade urbane	284	5.7	4.1	161	180	201
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus	Autostrade	676	30	2.7	281	329	403
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus	Strade extraurbane	897	26	1.5	394	461	545
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus	Strade urbane	910	30	2.9	442	510	597
Ciclomotori (< 50 cm^3)	Strade urbane	71	1	1	162	162	162
Motocicli (> 50 cm^3)	Autostrade	112	1.5	1.8	31	35	40
Motocicli (> 50 cm^3)	Strade extraurbane	116	0.9	1.1	30	36	41

Tali fattori di emissione sono stati ricavati a partire dal calcolo delle emissioni complessive regionali da traffico; tale valore è stato quindi suddiviso per i chilometri complessivamente percorsi.

Utilizzando questi fattori di emissione, si sono calcolate le emissioni totali per ciascun Comune. Per il Comune di Verona, si è considerato anche il traffico diffuso all'interno del centro cittadino, stimato sulla base della percorrenza totale dei veicoli fornita dal Comune stesso pari al 75% del traffico extraurbano.

Si noti che più correttamente andrebbero utilizzati diversi fattori di emissione in funzione della velocità di guida, secondo la metodologia COPERT che tiene conto di questa variabilità. Nel caso presente non è stato possibile adottare questa metodologia in maniera compiuta non disponendo del dato di velocità media sui singoli archi stradali. Si riportano comunque alcune curve di variabilità a titolo esemplificativo.

I fattori di emissione veicolare sono molto variabili a seconda della classe di veicolo, classe di motorizzazione e velocità. Le classi di veicolo si suddividono come macrocategorie in:

- Autoveicoli per trasporto passeggeri
- Motocicli e motoveicoli

- Veicoli commerciali leggeri (convenzionalmente < 7.5 t)
- Veicoli commerciali pesanti (convenzionalmente > 7.5 t)
- Autobus e pullman

La motorizzazione può essere a benzina, gasolio o GPL, secondo le cosiddette classi EURO (da 0 a 5). La velocità considerata varia tra 5 e 130 km/h. Nei grafici successivi sono indicati gli andamenti dei fattori di emissione di NO_x e PM_{10} per le diverse macrocategorie, mediando sulla percentuale relativa di classi EURO secondo i dati ACI 2007. La Figura 2-81 e la Figura 2-83 rappresentano le curve mediate sull'intero parco macchine e danno l'idea dell'emissione che può essere presente su un tratto di strada su cui transita un parco macchine assimilabile a quello medio provinciale. Si tenga conto che a seconda del tipo di contesto (urbano o extraurbano) o di strada (autostrada, principale o secondaria) il parco macchine caratteristico, così come lo stile di guida, varieranno e conseguentemente queste curve vanno adattate al contesto per ottenere un valore più realistico. Per esempio una tratta autostradale presenterà una percentuale superiore di mezzi pesanti rispetto ad una strada urbana, per cui la curva risulterà più alta e con una concavità più accentuata.

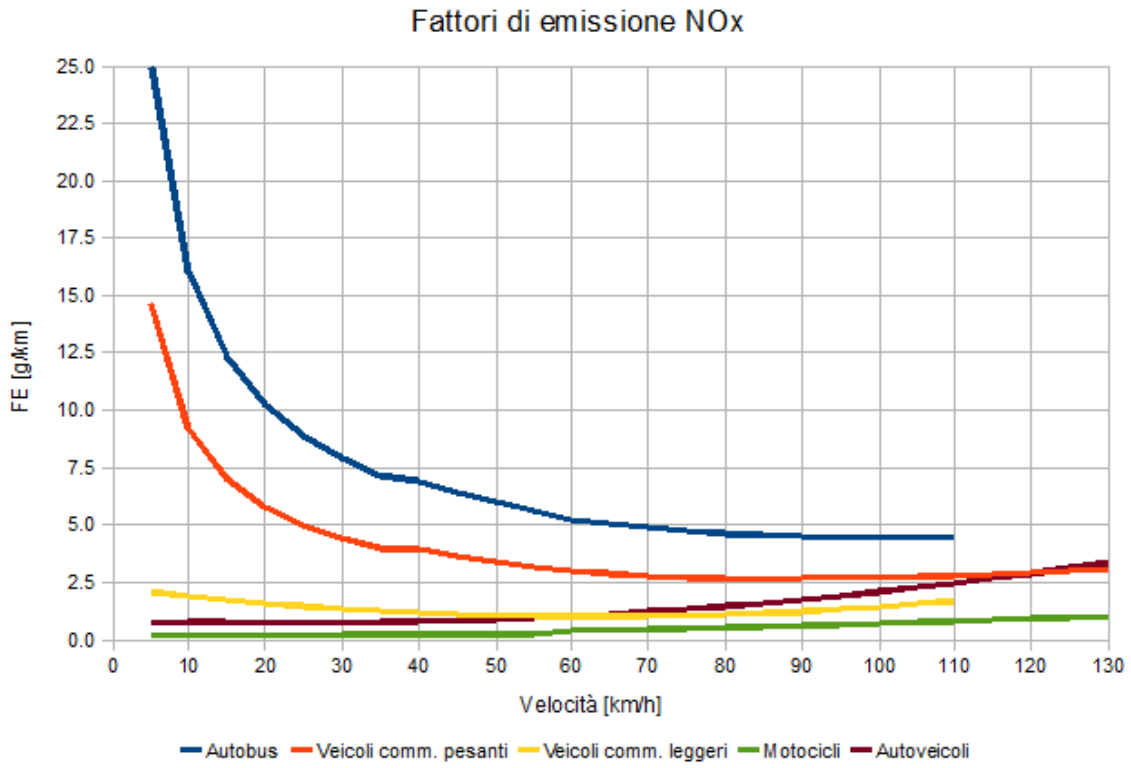


Figura 2-80: Fattore di emissione per gli NO_x separato per classe di veicolo (media sulle classi EURO).

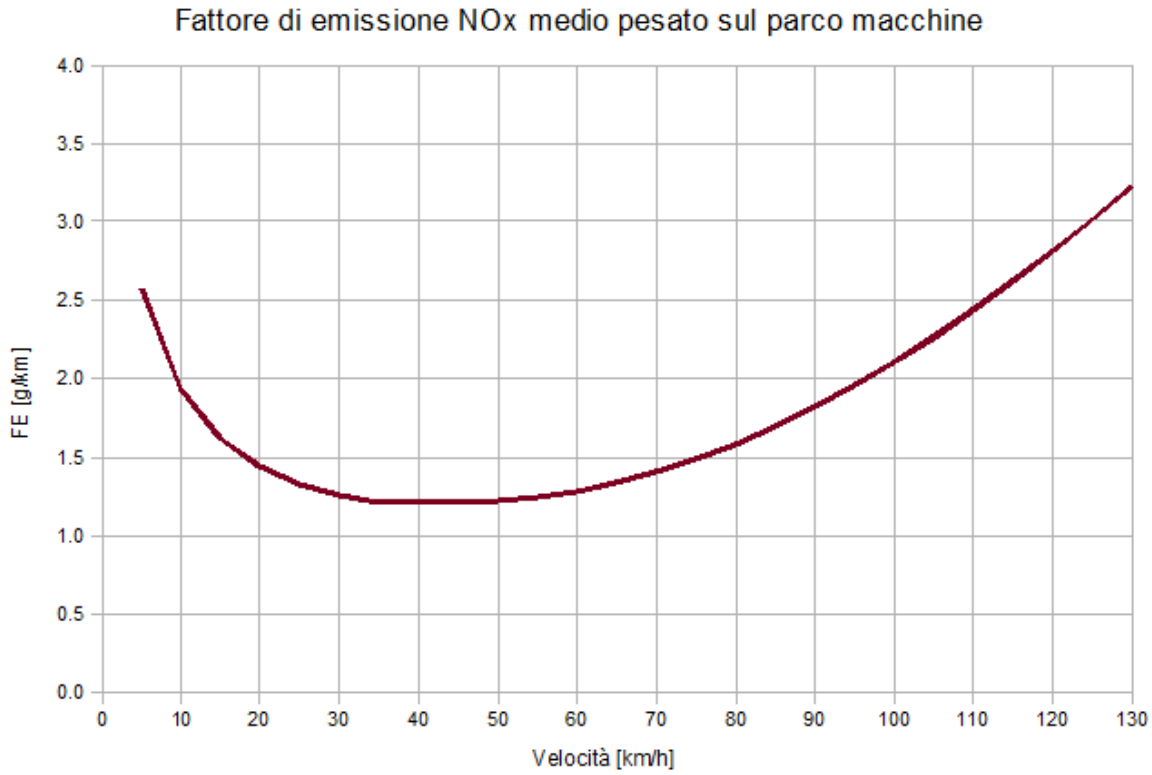


Figura 2-81: Fattore di emissione per gli NO_x, medio pesato sul parco macchine della Provincia di Verona.

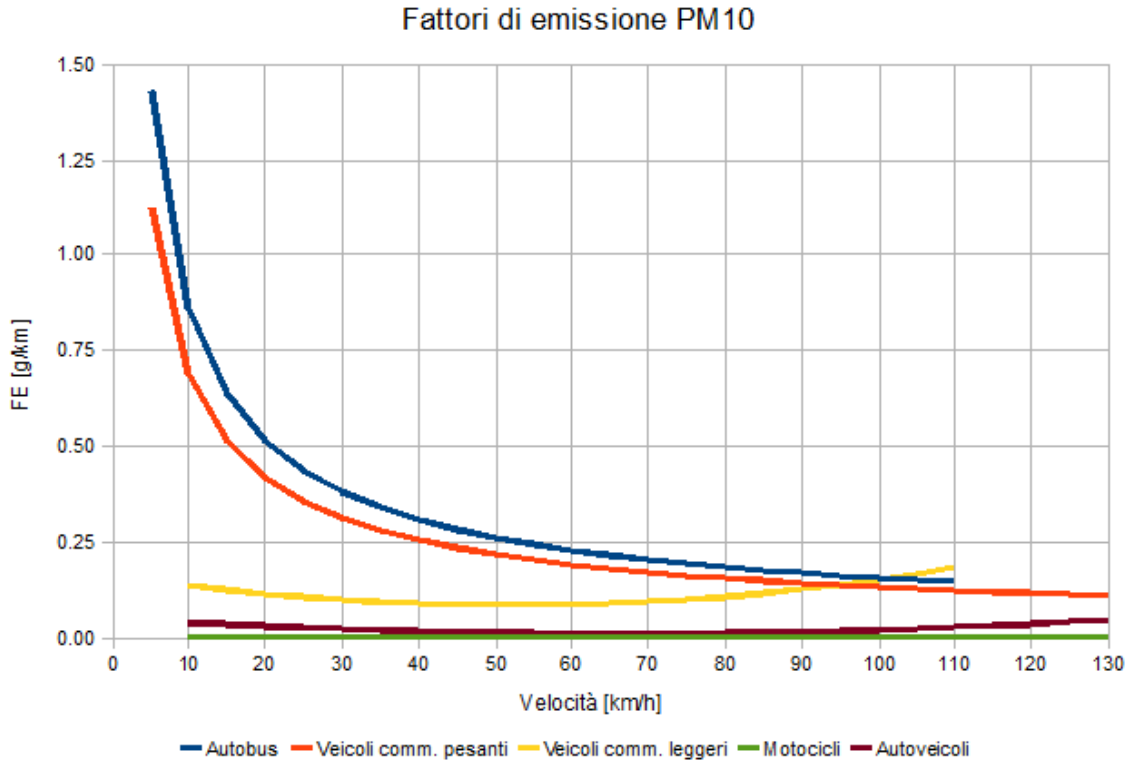


Figura 2-82: Fattore di emissione per il PM_{10} separato per classe di veicolo (media sulle classi EURO).

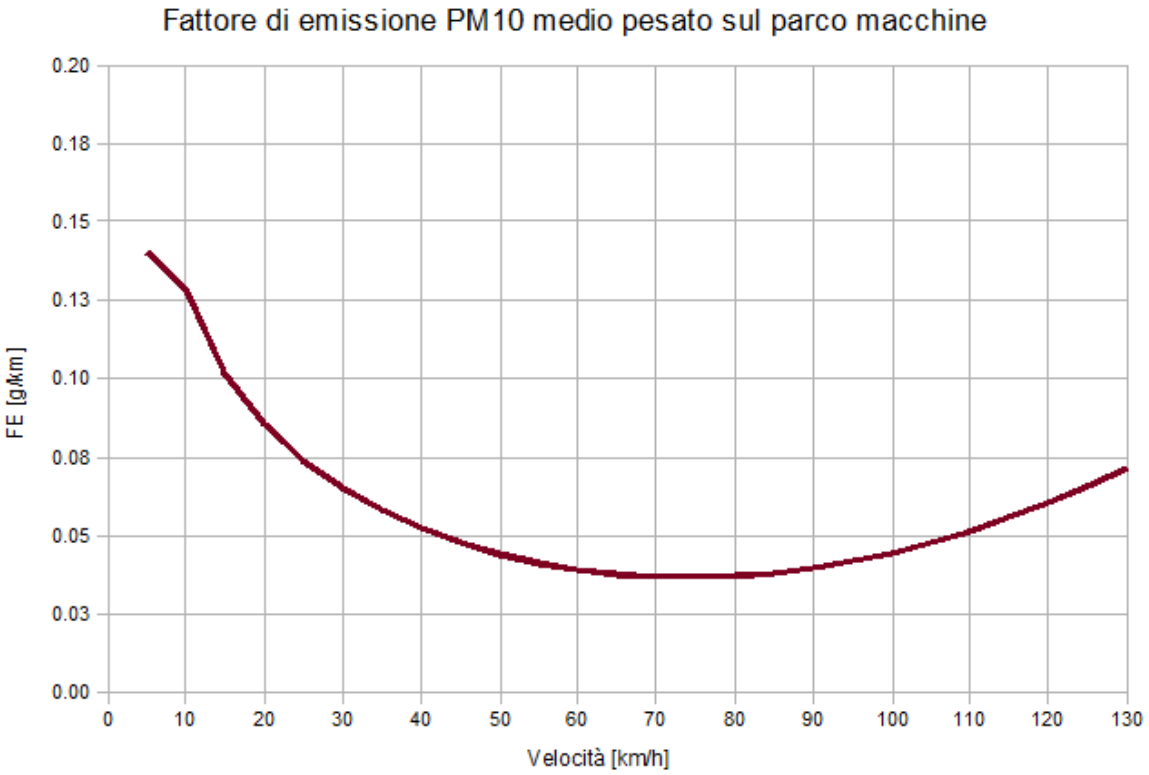


Figura 2-83: Fattore di emissione per il PM_{10}, medio pesato sul parco macchine della Provincia di Verona.

Tabella 2-28: Emissioni totali annue da traffico lineare sul territorio di ciascun Comune - parte I.

Comune	Consumo	SO_2	NO_x	COV	CH_4	CO
	g/km	t/anno				
Bussolengo	27311.1	2.7	356.7	127.4	11.2	1153.0
Buttapietra	2457.5	0.2	31.3	12.9	1.0	97.1
Castel d'Azzano	3212.7	0.3	40.9	16.9	1.3	127.0
Castelnuovo del Garda	22479.1	2.2	298.2	96.8	9.3	986.2
Grezzana	7583.5	0.7	96.5	39.8	3.1	299.8
Lavagno	27392.2	2.7	357.6	128.1	11.2	1155.2
Negrar	9202.7	0.9	117.1	48.3	3.7	363.8
Pescantina	9909.4	1.0	126.1	52.0	4.0	391.7
San Giovanni Lupatoto	41853.3	4.1	538.8	208.9	17.0	1704.3
San Martino Buon Albergo	56589.5	5.6	736.3	268.9	23.1	2366.8
San Pietro in Cariano	5649.7	0.6	71.9	29.7	2.3	223.3
Sant'Ambrogio di Valpolicella	3714.9	0.4	47.3	19.5	1.5	146.8
Sommacampagna	34086.2	3.4	453.1	145.3	14.1	1502.4
Sona	40246.8	4.0	534.3	172.7	16.7	1768.9
Valeggio sul Mincio	7346.3	0.7	93.5	38.6	3.0	290.4
Verona	219905.5	21.7	2833.3	1093.5	89.4	8973.3

Villafranca di Verona	25505.0	2.5	332.7	119.7	10.4	1073.7
Zevio	15682.0	1.5	199.6	82.3	6.3	619.9

Tabella 2-29: Emissioni totali annue da traffico lineare sul territorio di ciascun Comune - parte II.

Comune	**CO_2**	**N_2O**	**NH_3**	**$PM_{2.5}$**	**PM_{10}**	**PTS**
	t/anno					
Bussolengo	86081.5	2.3	12.1	23.3	28.9	35.6
Buttapietra	7743.5	0.2	1.0	2.0	2.6	3.2
Castel d'Azzano	10123.4	0.3	1.3	2.6	3.4	4.2
Castelnuovo del Garda	70863.4	1.9	10.4	19.6	23.9	29.4
Grezzana	23895.9	0.7	3.2	6.2	8.0	9.8
Lavagno	86336.7	2.3	12.2	23.3	29.0	35.7
Negrar	28998.0	0.8	3.8	7.6	9.7	11.9
Pescantina	31224.8	0.9	4.1	8.1	10.4	12.8
San Giovanni Lupatoto	131896.9	3.6	18.0	35.0	44.1	54.3
San Martino Buon Albergo	178356.7	4.8	24.9	48.0	59.8	73.6
San Pietro in Cariano	17802.5	0.5	2.4	4.6	5.9	7.3
Sant'Ambrogio di Valpolicella	11705.9	0.3	1.5	3.1	3.9	4.8
Sommacampagna	107456.0	2.9	15.8	29.8	36.3	44.6
Sona	126875.6	3.4	18.6	35.1	42.8	52.7
Valeggio sul Mincio	23148.3	0.6	3.1	6.0	7.7	9.5
Verona	693018.5	18.9	94.5	183.9	231.6	285.2
Villafranca di Verona	80387.7	2.2	11.3	21.7	27.0	33.2
Zevio	49414.4	1.3	6.5	12.9	16.5	20.3

Il grafo stradale extraurbano con l'indicazione delle emissioni per ciascun arco è riportato in Figura 2-84 per gli ossidi di azoto e in Figura 2-85 per il PM_{10}.

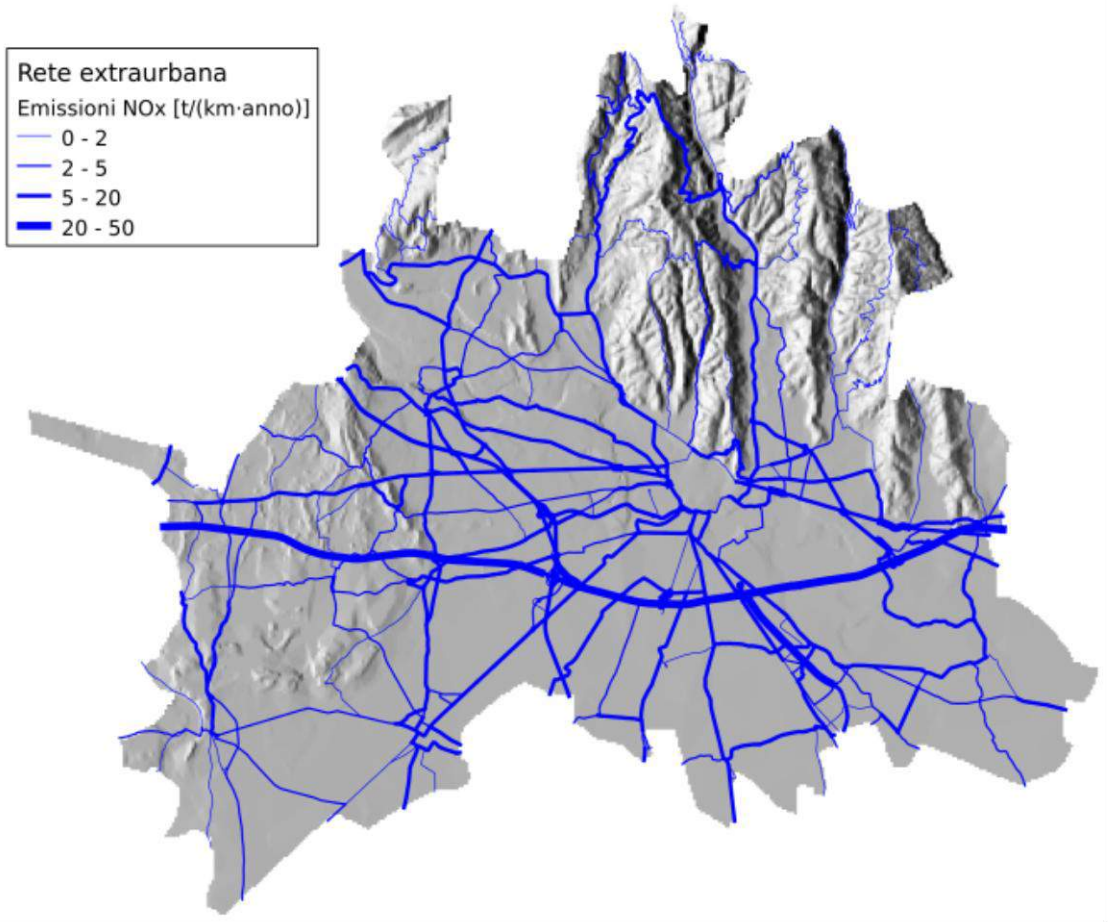


Figura 2-84: Emissioni annue di NO_x [t/(km · anno)] da traffico lineare della rete extraurbana.

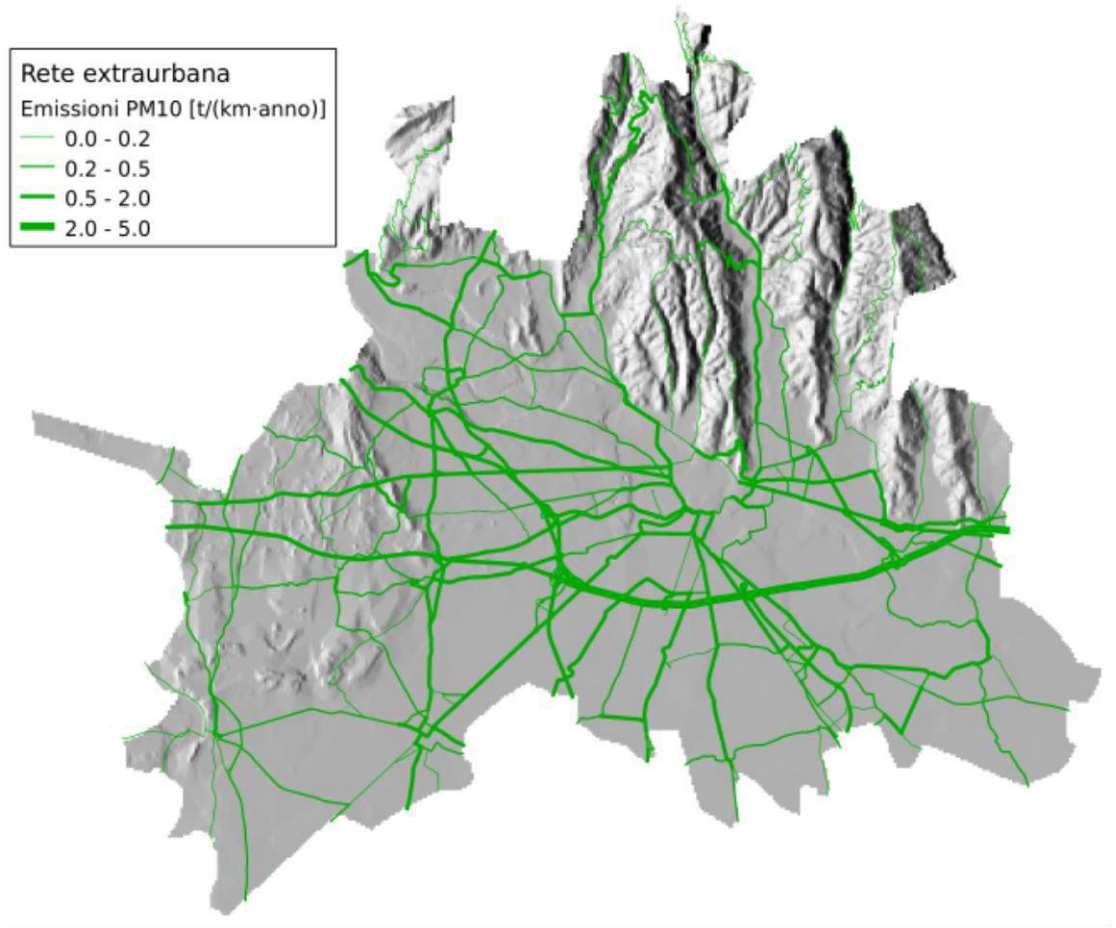


Figura 2-85: Emissioni annue di PM_{10} [t/(km · anno)] da traffico lineare della rete extraurbana.

Dal grafo è possibile calcolare l'estensione della rete stradale extraurbana e autostradale per ciascun Comune. I risultati ottenuti sono riportati in Tabella 2-30. Nel grafo allegato al PTCP utilizzato per questa analisi non compare la rete urbana. Con esclusione del Comune di Verona questo non è tuttavia in questa sede limitante, poiché la maggior parte del traffico (e quindi delle emissioni da questo settore) è imputabile alle grandi vie di scorrimento.

Tabella 2-30: Estensione della rete extraurbana e autostradale nei Comuni in oggetto.

	Totale [km]	Autostrade [km]	Extraurbane [km]	Autostrade [%]	Extraurbane [%]
Bussolengo	279.7	36.6	243.1	13%	87%
Buttapietra	34.8	0.0	34.8	0%	100%
Castel d'Azzano	23.5	0.0	23.5	0%	100%
Castelnuovo del Garda	101.2	22.1	79.1	22%	78%
Grezzana	47.6	0.0	47.6	0%	100%
Lavagno	93.2	12.5	80.7	13%	87%
Negrar	89.0	0.0	89.0	0%	100%
Pescantina	90.3	0.0	90.3	0%	100%
San Giovanni Lupatoto	246.7	9.7	237.0	4%	96%

San Martino Buon Albergo	258.5	23.7	234.8	9%	91%
San Pietro in Cariano	61.1	0.0	61.1	0%	100%
Sant'Ambrogio di Valpolicella	74.7	0.0	74.7	0%	100%
Sommacampagna	331.6	39.1	292.5	12%	88%
Sona	165.9	64.1	101.9	39%	61%
Valeggio sul Mincio	79.4	0.0	79.4	0%	100%
Verona	1676.8	59.4	1617.4	4%	96%
Villafranca di Verona	225.9	29.0	196.8	13%	87%
Zevio	202.6	0.0	202.6	0%	100%

Questo dato mette in evidenza i Comuni maggiormente interessati dal traffico extraurbano. Per ciascun Comune, è stato quindi utilizzato il numero di veicoli immatricolati, ricavato dai dati ACI del 2008.

A partire da ciascun arco stradale, di cui è stato fornito il traffico medio orario, si è calcolata la distanza globale percorsa annualmente.

Tabella 2-31: Chilometri percorsi lungo strade extraurbane e autostrade nell'area in esame.

	Totale [km]	Autostrade [km]	Extraurbane [km]	Autostrade [%]	Extraurbane [km]
Bussolengo	$9.13\cdot 10^{8}$	$4.17\cdot 10^{8}$	$4.96\cdot 10^{8}$	46%	54%
Buttapietra	$7.81\cdot 10^{7}$		7.81· 1007	0%	100%
Castel d'Azzano	$1.02\cdot 10^{8}$		$1.02\cdot 10^{8}$	0%	100%
Castelnuovo del Garda	$7.74\cdot 10^{8}$	$5.54\cdot 10^{8}$	$2.20\cdot 10^{8}$	72%	28%
Grezzana	$2.41\cdot 10^{8}$		$2.41\cdot 10^{8}$	0%	100%
Lavagno	$9.15\cdot 10^{8}$	$4.11\cdot 10^{8}$	$5.04\cdot 10^{8}$	45%	55%
Negrar	$2.93\cdot 10^{8}$		$2.93\cdot 10^{8}$	0%	100%
Pescantina	$3.15\cdot 10^{8}$		$3.15\cdot 10^{8}$	0%	100%
San Giovanni Lupatoto	$1.36\cdot 10^{9}$	$2.83\cdot 10^{8}$	$1.^{8}\cdot 10^{9}$	21%	79%
San Martino Buon Albergo	$1.88\cdot 10^{9}$	$7.36\cdot 10^{8}$	$1.14\cdot 10^{9}$	39%	61%
San Pietro in Cariano	$1.80\cdot 10^{8}$		$1.80\cdot 10^{8}$	0%	100%
Sant'Ambrogio di Valpolicella	$1.18\cdot 10^{8}$		$1.18\cdot 10^{8}$	0%	100%
Sommacampagna	$1.18\cdot 10^{9}$	$8.79\cdot 10^{8}$	$2.98\cdot 10^{8}$	75%	25%
Sona	$1.39\cdot 10^{9}$	$1.01\cdot 10^{9}$	$3.78\cdot 10^{8}$	73%	27%
Valeggio sul Mincio	$2.34\cdot 10^{8}$		$2.34\cdot 10^{8}$	0%	100%
Verona	$4.^{9}\cdot 10^{9}$	$9.10\cdot 10^{8}$	$3.18\cdot 10^{9}$	22%	78%
Villafranca di Verona	$8.51\cdot 10^{8}$	$3.71\cdot 10^{8}$	$4.79\cdot 10^{8}$	44%	56%
Zevio	$4.99\cdot 10^{8}$		$4.99\cdot 10^{8}$	0%	100%

Si è quindi calcolata la percorrenza media dei veicoli, dividendo l'estensione totale della rete per il numero di veicoli immatricolati nei Comuni in oggetto. Essa è risultata pari a circa 36400 km annui. Si può quindi calcolare un numero di veicoli equivalente per ciascun Comune, dividendo l'estensione della rete comunale per la percorrenza media annua. Questo numero corrisponde al numero di veicoli circolanti sulle tratte extraurbane che si avrebbero se tutti percorressero una distanza annua pari alla percorrenza media. A partire dal numero di veicoli equivalenti per ciascun Comune, si è definito un indice, denominato Vehicle Index, per stimare la differenza tra il numero di veicoli circolanti e il numero di veicoli effettivamente immatricolati in ciascun Comune:

$$V.I. = \frac{Numero\ di\ veicoli\ equivalenti - Numero\ di\ veicoli\ immatricolati}{Numero\ di\ veicoli\ immatricolati}$$

Nei Comuni dove questo indice assume valori positivi il numero di veicoli equivalenti è superiore a quello dei veicoli immatricolati; dove esso è negativo sono invece più numerosi i veicoli immatricolati. Questo indice serve sostanzialmente a valutare quanto del traffico presente sul Comune sia imputabile agli abitanti del Comune medesimo e quanto al territorio circostante. Si noti che il Comune di Verona presenta un V.I. negativo, ma questo è parzialmente spiegabile con il fatto che non è inclusa nel grafo stradale reso disponibile l'intera rete stradale urbana, che nel caso della città capoluogo è sicuramente significativa, sia in termini di estensione lineare che di traffico assorbito. Nel caso specifico di Verona si reputa quindi questo indicatore sottostimato: il calcolo andrebbe aggiornato aggiungendo le percorrenze totali sull'intera rete urbana, dato attualmente non reso disponibile.

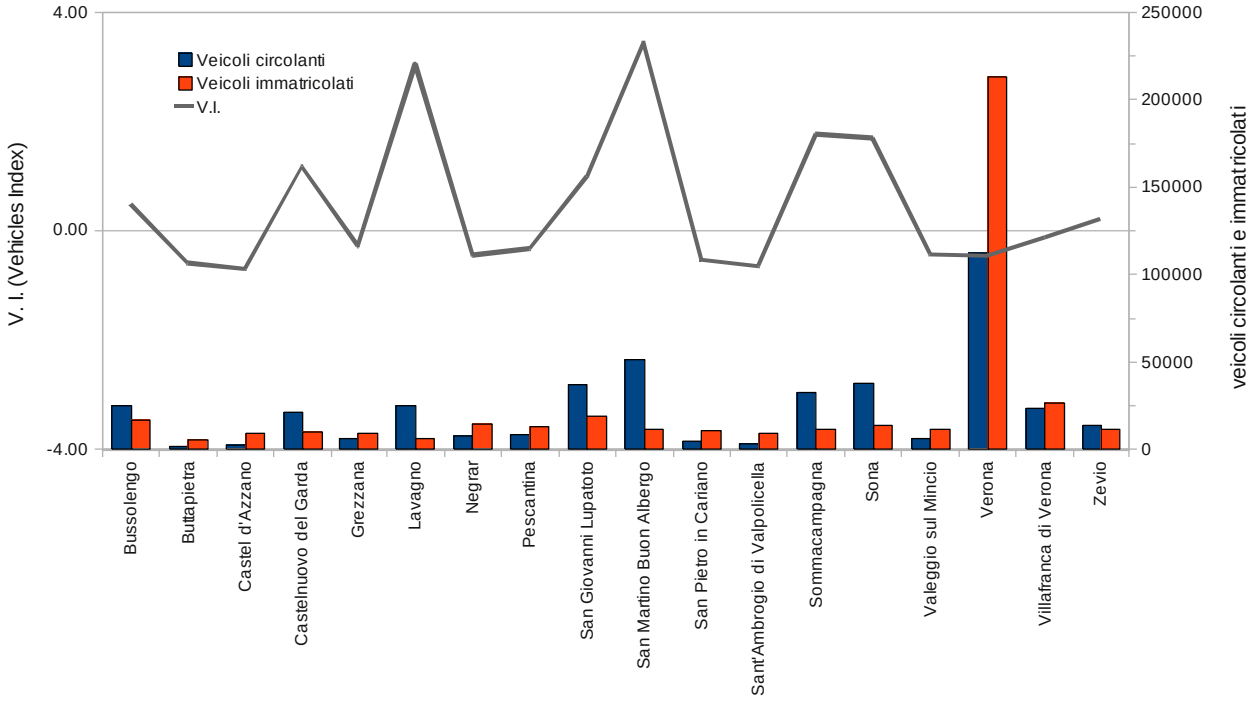


Figura 2-86: Veicoli immatricolati e circolanti nei Comuni in oggetto. Il coefficiente V.I. è positivo nei Comuni in cui il numero di veicoli circolanti è maggiore di quello dei veicoli immatricolati e viceversa.

2.1.5.4 Emissioni puntuali

Le emissioni da sorgenti puntuali sono relative a fonti di inquinamento fisse e localizzabili geograficamente in una zona molto circoscritta rispetto all'area in cui si realizza la dispersione. Queste emissioni vengono stimate a partire dai dati misurati alla sorgente, raccolti tramite un apposito censimento. Per alcuni inquinanti, che non vengono monitorati, le emissioni possono derivare da stime condotte a partire dai dati di indicatore di attività e di fattore di emissione; all'interno di uno stesso settore produttivo si possono avere diverse tipologie di emissioni.

Anche nel solo settore industriale le sorgenti possono essere a rigore di tipo puntiforme o diffuso. Al primo appartengono le emissioni localizzate in un punto (camino, sfiato) mentre al secondo sono riconducibili le emissioni provenienti da stoccaggi, trasferimenti e manipolazioni di materiali, o da sfiati, spurghi, evaporazioni lungo le linee di processo. Tipico è l'esempio degli idrocarburi volatili emessi da sorgenti diffuse nelle raffinerie o delle polveri emesse da cumuli di materiali stoccati sui piazzali.

Un ulteriore motivo a supporto della necessità di disporre di dati dettagliati relativi a emissioni puntuali è dato dal fatto che nel settore della simulazione modellistica atmosferica, ad esempio per valutare l'impatto di una data emissione sulle concentrazioni atmosferiche al suolo, risulta importante poter disporre, oltre che della portata di inquinante emesso, anche del valore degli altri parametri che influiscono sulle modalità di dispersione in atmosfera: tipologia della sorgente, altezza dell'emissione, velocità di uscita e temperatura dei gas, ecc. Questi fattori hanno infatti una notevole influenza sui fenomeni di innalzamento del pennacchio, dovuti sia alla turbolenza meccanica nelle vicinanze del camino che alla spinta termica di galleggiamento del pennacchio.

Per caratterizzare adeguatamente le sorgenti puntuali e in assenza dei valori esatti determinati da misure o da un calcolo del processo, è quindi necessario disporre di informazioni specifiche, quali generalità dell'azienda e dello stabilimento produttivo, descrizione del processo produttivo, descrizione delle sezioni o linee produttive (unità) di cui si compone lo stabilimento, descrizione dei punti di emissione (camini), delle caratteristiche degli effluenti e delle tecniche di abbattimento, con riferimento a ciascuna linea quantificazione delle emissioni di inquinanti o degli elementi che le caratterizzano (attività, capacità produttiva, materie prime utilizzate, consumi di combustibile ecc.).

In mancanza dei dati specificati è solo possibile stimare approssimativamente le emissioni a partire dai dati di emissione di CO_2 ovvero dai consumi di combustibile utilizzando dei fattori di emissione medi.

Le emissioni puntuali relative alle sorgenti industriali fanno riferimento ad attività classificate in diversi macrosettori a seconda del tipo di processo industriale:

- macrosettore 1: Produzione di energia e trasformazione di combustibili;
- macrosettore 3: combustione nell'industria;

- macrosettore 4: processi produttivi;
- macrosettore 6: uso di solventi;
- macrosettore 9: trattamento e smaltimento rifiuti.

2.1.5.4.1 Dati disponibili

Non avendo a disposizione un catasto delle emissioni, si è cercato di ricostruire tale dato mediante stime basate su alcuni indicatori produttivi delle ubicate all'interno del territorio in esame.
In particolare si sono identificati gli impianti appartenenti a determinati settori di produzione, che sono stati valutati essere quelli responsabili delle maggiori emissioni e di conseguenza i più problematici per la qualità dell'aria:

- industrie chimiche e farmaceutiche;
- galvaniche e trattamento metalli;
- concerie e lavorazione della pelle;
- industrie cartarie e stampa;
- produzione dei metalli;
- industrie petrolchimiche;
- cementifici;
- lavorazione gomma e materie plastiche.

Molti di questi impianti sono soggetti ad autorizzazione per le emissioni di inquinanti in atmosfera (D. Lgs. 59/2005 e D. Lgs. 152/06 e ss. mm.). Le pratiche amministrative relative alle procedure di rilascio di tali autorizzazioni includono la quantificazione delle emissioni da riportare in apposita modulistica, che tuttavia non sempre confluisce in una base di dati fruibile in un archivio informatizzato. Di conseguenza tutti questi dati non sono direttamente utilizzabili ai fini di una loro elaborazione.
Dovendo, in ogni caso ricavare una stima almeno per gli impianti identificabili come più significativi, si è pertanto provveduto alla realizzazione di elenchi di tali impianti su ciascun territorio comunale. Si è richiesto un controllo e conseguente riscontro da parte dei Comuni competenti circa alcuni indicatori di produttività specifica della aziende, che consentissero di applicare successivamente un opportuno fattore di emissione. Tale raccolta di dati ha risentito di alcune difficoltà, sia per i diversi tempi di riscontro da parte dei Comuni, sia per l'effettiva qualità e utilizzabilità dei dati.
I dati pervenuti hanno infatti mostrato una certa disomogeneità spaziale: per alcuni Comuni sono state rese disponibili le emissioni di un gran numero di aziende, per altri Comuni le informazioni messe a disposizione sono risultate sono molto ridotte o addirittura nulle.
Il numero totale di imprese per ciascun Comune di cui si è ottenuto o stimato almeno un dato di emissione è riassunto in Tabella 2-32.

Tabella 2-32: Numero di imprese per ciascun Comune di cui si hanno a disposizione dei dati di emissione o produzione.

Comune	Numero di aziende di cui sono stati forniti dei dati
Bussolengo	15
Buttapietra	8
Castel d'Azzano	3
Castelnuovo del Garda	6
Grezzana	20
Lavagno	1
Negrar	3
Pescantina	0
San Giovanni Lupatoto	22
San Martino Buon Albergo	26
San Pietro in Cariano	2
Sant'Ambrogio di Valpolicella	14
Sommacampagna	3
Sona	12
Valeggio sul Mincio	0
Verona	63
Villafranca di Verona	4
Zevio	3
TOTALE	205

Analizzando il numero di imprese appartenenti al settore manifatturiero e registrate presso la Camera di Commercio di Verona nel 2008, si può notare come la loro distribuzione spaziale non coincida in alcuni casi con quella delle aziende di cui si possiedono i dati di emissione.

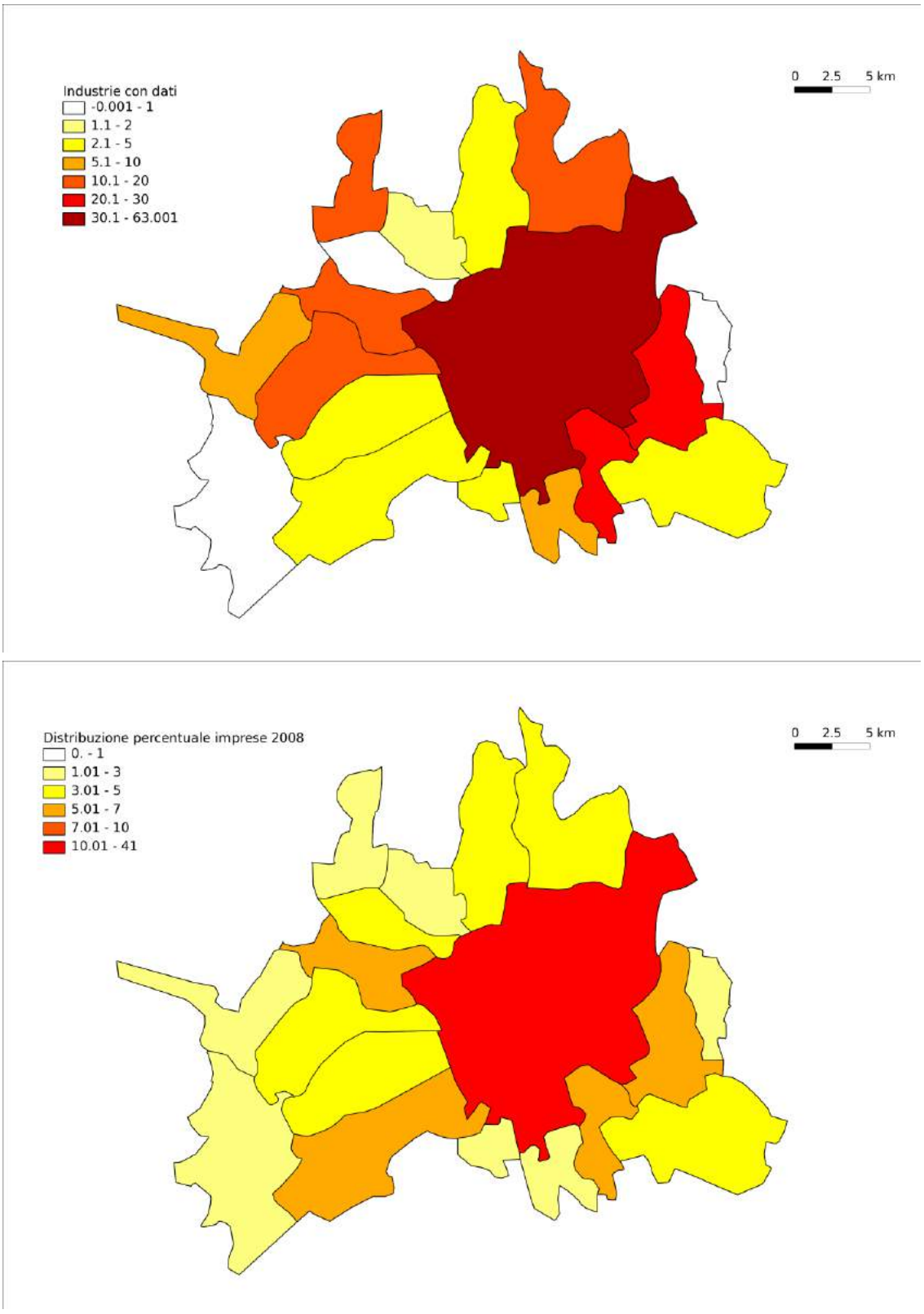


Figura 2-87: Confronto tra la distribuzione spaziale delle aziende di cui si hanno dati di emissione (sopra) e distribuzione percentuale delle aziende del settore manifatturiero iscritte alla Camera di Commercio di Verona nel 2008 (sotto).

Questa discrepanza tra le informazioni disponibili per il Piano comporta una generazione di errori che è stata limitata il più possibile mediante validazione delle informazioni disponibili.

La localizzazione delle imprese di cui si è tenuto conto nella stima delle emissioni è riportata in Figura 2-88.

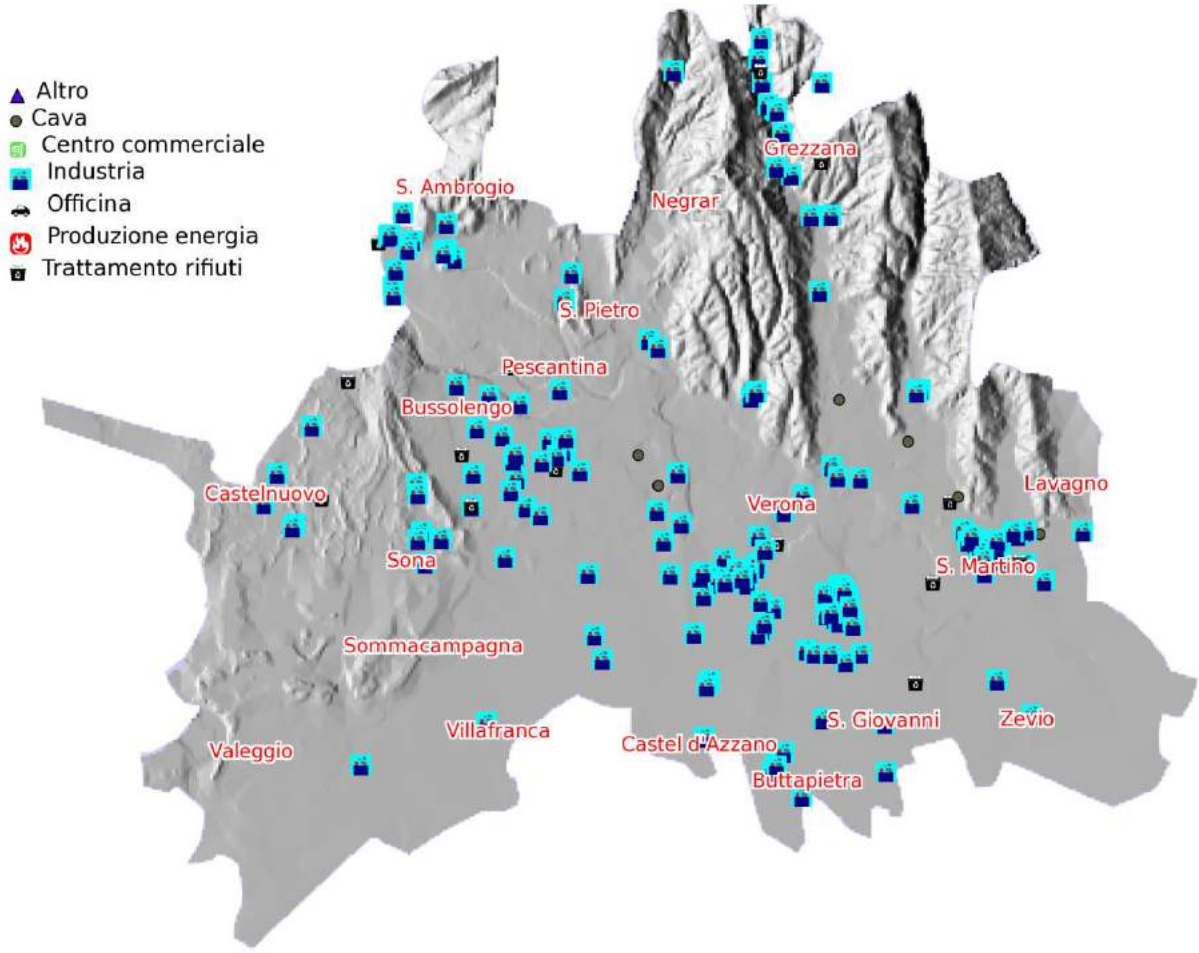


Figura 2-88: Localizzazione delle sorgenti puntuali considerate.

Un'altra fonte di disomogeneità, oltre alla localizzazione spaziale, è rappresentata dalla tipologia del dato. Per alcune aziende infatti si è reso disponibile il dato di emissione autorizzata, per altre invece i dati relativi a misure di controllo effettuate al camino. In altri casi, la maggior parte, è stato fornito solo un dato di produzione (generalmente espresso come tonnellate di prodotto in un anno) da cui sono state dedotte le emissioni sulla base dei fattori di emissione utilizzati in INEMAR. La difficoltà principale è stata la scelta dei fattori di emissione da utilizzare, in quanto non sempre è stato facile identificare con chiarezza le attività effettuate da una determinata azienda e non sempre c'era una perfetta corrispondenza con le attività implementate in INEMAR.

Infine i dati sono affetti anche da una certa disomogeneità temporale, perché si riferiscono ad anni differenti.

Di conseguenza il risultato finale è inevitabilmente affetto da notevole incertezza, proprio perché è molto elevata l'incertezza nei dati di partenza.

Tabella 2-33: Emissioni totali annue, espresse in t/anno, dovute alle sorgenti puntuali.

COMUNE	**PTS**	**NO_X**	**SO_X**	**NH_3**	**CO**	**COVNM**
Bussolengo	18.23	1.4	0.26	0.03	112.96	0
Buttapietra	1.28	0.32	0.08	1.25	0.24	0
Castel d'Azzano	4.29	1.01	0	0	2.91	0
Castelnuovo del G.	0	0	0	0	0	0
Grezzana	9.9	0	0	0	0	0
Lavagno	0.53	0	0	0	0	0
Negrar	0	0	0	0	0	0
Pescantina	0	0	0	0	0	0
S.Giovanni L.	29.95	9.59	1.16	0	87.71	0
S. Martino B.A.	10.18	107.92	11.74	0.08	108.01	0
S.Pietro in C.	5.26	0	0	17.52	0	0
S. Ambrogio di V.	19.39	0	0	0	0	0
Sommacampagna	0	32.86	0	0	0	0
Sona	20.8	43.8	0	0	0	0
Valeggio						
Verona	224	993.44	162.32	14.19	814.43	0.88
Villafranca	10.42	77.09	42.49	0	44.85	0
Zevio	27.24	0	0	31.54	0	0
TOTALE	**381.47**	**1267.44**	**218.04**	**64.61**	**1171.11**	**0.88**
Unità di misura	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**

COMUNE	**PCDD/F**	**SOV**	**COT**	**COV**	**CO_2**
Bussolengo	0	0	0	138.51	438.44
Buttapietra	4.45	0	0	0.81	0.05
Castel d'Azzano	0	0	0	77.84	0
Castelnuovo del G.	0	0	0	0.58	0
Grezzana	0	0	0	0.01	0
Lavagno	0	0	0	0	0
Negrar	0	0	0	16.65	0
Pescantina	0	0	0	0	0
S.Giovanni L.	11.63	196.66	0	6.87	1950.14
S. Martino B.A.	0.18	0	0	68.2	386.53
S.Pietro in C.	0	44.94	0	5.87	0
S. Ambrogio di V.	0	69.91	6.57	28.5	548.03
Sommacampagna	0	0	0	20.94	0
Sona	0	127.01	0	2.59	0

Valeggio					
Verona	303.24	2129.38	1.75	172.1	271622.79
Villafranca	0	1.66	0.44	0	0
Zevio	0	9.2	2.72	0	0
TOTALE	**319.5**	**2578.76**	**11.48**	**539.46**	**274945.96**
Unità di misura	**mg/anno**	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**

COMUNE	**PM_{10}**	**IPA**	**CH_4**	**N_2O**	**$PM_{2.5}$**
Bussolengo	10	0	808.38	0.51	8.58
Buttapietra	0.1	0	0.03	0.01	0
Castel d'Azzano	0.12	0	0	0	0
Castelnuovo del G.	0	0	43.85	0	0
Grezzana	0	0	0	0	0
Lavagno	0	0	0	0	0
Negrar	0	0	0	0	0
Pescantina	0	0	0	0	0
S.Giovanni L.	0	0	7.19	0.44	0
S. Martino B.A.	0	0	1001.12	0.27	0
S.Pietro in C.	0	0	0	0	0
S. Ambrogio di V.	0	0	5.96	0.44	0
Sommacampagna	0	0	474	0	0
Sona	0	0	189.26	0	0
Valeggio					
Verona	26.28	0	1032.3	8.43	0
Villafranca	0	0	0	0	0
Zevio	0	0	0	0	0
TOTALE	**36.5**	**0**	**3562.08**	**10.09**	**8.58**
Unità di misura	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**

Un confronto con i dati dell'inventario ISPRA disaggregato elaborato da ORAR non è immediato, perché le emissioni delle aziende calcolate derivano da diverse attività industriali, che ricadono all'interno di diversi macrosettori individuati da ORAR:

- macrosettore 3: combustione nell'industria;
- macrosettore 4: processi produttivi;
- macrosettore 6: uso di solventi;
- macrosettore 9: trattamento e smaltimento rifiuti.

Mentre di alcune aziende sono disponibili direttamente i dati di emissione, di altre aziende le emissioni sono state calcolate utilizzando i fattori di emissione di INEMAR, come illustrato in

precedenza. In questo modo però, mancando informazioni sul consumo di combustibile per il riscaldamento, queste stime non contengono le emissioni dovute alla combustione ma solo agli specifici processi produttivi. Per tale motivo, questi risultati e la somma delle emissioni dell'inventario ISPRA disaggregato per i macrosettori 3, 4, 6 e 9 non sono esattamente confrontabili.

2.1.5.4.2 Emissioni dalle attività di gestione dei rifiuti

Sono state calcolate le emissioni derivanti dalla discarica di rifiuti non pericolosi ubicata nel Comune di Pescantina, in località Ca' Filissine. Tale discarica è l'unica discarica per i rifiuti urbani, localizzata nell'area di interesse. Va segnalato che dal 28 agosto 2006 la discarica è sottoposta a sequestro preventivo, per cui sono cessati i conferimenti di rifiuti in discarica.

	Superficie totale	Altezza media dal piano campagna	Profondità media	Anno inizio attività
Parte Vecchia	7 ettari	Ca. 20 m	Ca. 40 m	Metà 1987
Ampliamento	7.5 ettari		42 m	Fine 1999

Parte vecchia della discarica: lotti I – IV

Ampliamento della discarica: lotti V – VIII

Figura 2-89: Mappa della discarica di Pescantina tratta dalla Relazione Divulgativa anno 2008 di SICEA (http://portale.provincia.vr.it/files/newweb/Area-servi/Settore-Ec/REPORT-CON/U-O--RIFIU1/Discarica-/pescantina_rda_2008.pdf).

Sulla base dei volumi di rifiuti conferiti in discarica indicati nella scheda di censimento INEMAR, è stato calcolato il volume totale di biogas prodotto. Sulla base di dati di letteratura si può stimare che, la percentuale di biogas captato sia compresa tra il 30 e il 60%. Non

avendo a disposizione un dato preciso a riguardo, si è adottata una percentuale media pari al 45%.

L'andamento negli anni della produzione di biogas è raffigurato in Figura 2-90.

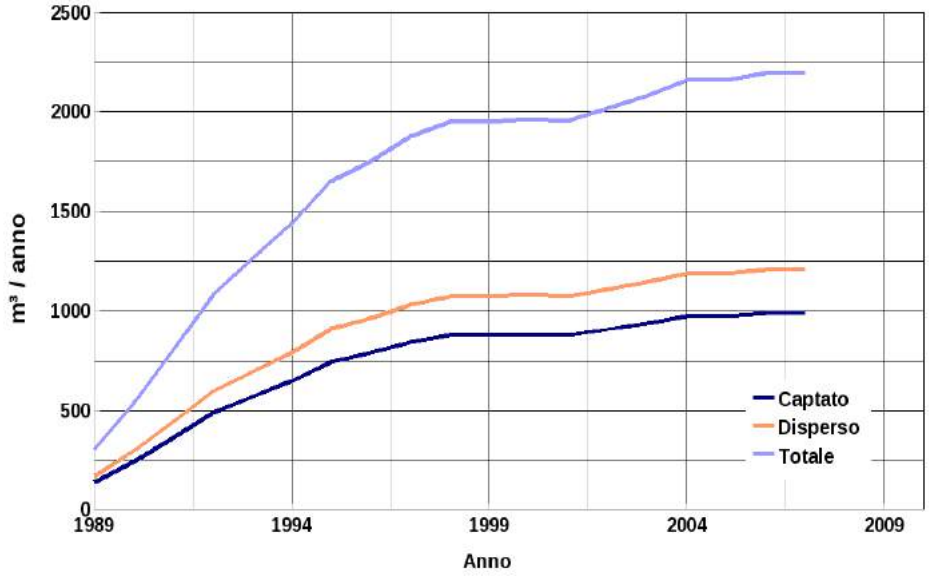


Figura 2-90: Andamento dei volumi di biogas captato, disperso e totale dal 1989 al 2007 nella discarica di Pescantina.

Utilizzando fattori di emissione da letteratura tecnica, si sono calcolate le emissioni derivanti dal biogas disperso e da quello captato. Quest'ultimo viene per la maggior parte bruciato in tre motori, mentre viene convogliata in torcia una piccola percentuale la cui composizione non consente il recupero nei motori a causa di un contenuto di metano troppo basso.

Tabella 2-34: Emissioni totali annue derivanti dalla discarica di Pescantina.

	Q	CH_4		NO_x		PTS		CO	
	[Nm³/h]	[g/Nm³]	[t/a]	[g/Nm³]	[t/a]	[g/Nm³]	[kg/a]	[g/Nm³]	[t/a]
Disperso	1200	120	1261.4					0.670	7.043
Torcia	25	30	6.57	0.795	0.174	7.533	1.650	1.250	0.274
Motori	975			0.397	3.394	3.767	32.17	0.107	0.914
Totale	1.93E+007		1268.01		3.568		33.82		8.231
	[Nm³/a]		[t/a]		[t/a]		[kg/a]		[t/a]

	Q	CO_2		IPA		TCDD	
	[Nm³/h]	[g/Nm³]	[t/a]	[g/Nm³]	[t/a]	[g/Nm³]	[kg/a]
Disperso	1200	126.0	1324.5	1.70E-05	178.7	4.00E-06	42.05
Torcia	25	45.0	9.86	1.77E-005	3.88	9.00E-06	1.97
Motori	975	0.014	0.117				
Totale	1.93E+007		1334.5		182.58		44.02
	[Nm³/a]		[t/a]		[t/a]		[kg/a]

2.1.5.4.3 Emissioni da attività di cava

Le attività estrattive di cava costituiscono un importante segmento dell'intero settore industriale della provincia di Verona. Le tipologie di materiali estratti trovano collocazione in diversi settori di utenza, che spaziano dall'impiego degli inerti per il confezionamento del calcestruzzo, al calcare per cemento, all'argilla per laterizi, alla pietra da taglio.
Una quantificazione complessiva della dimensione delle cave presenti nel territorio in esame si può ottenere analizzando i dati di volumi autorizzati presenti nel Piano Regionale delle attività di cava. La localizzazione delle cave autorizzate è rappresentata in Figura 2-91.

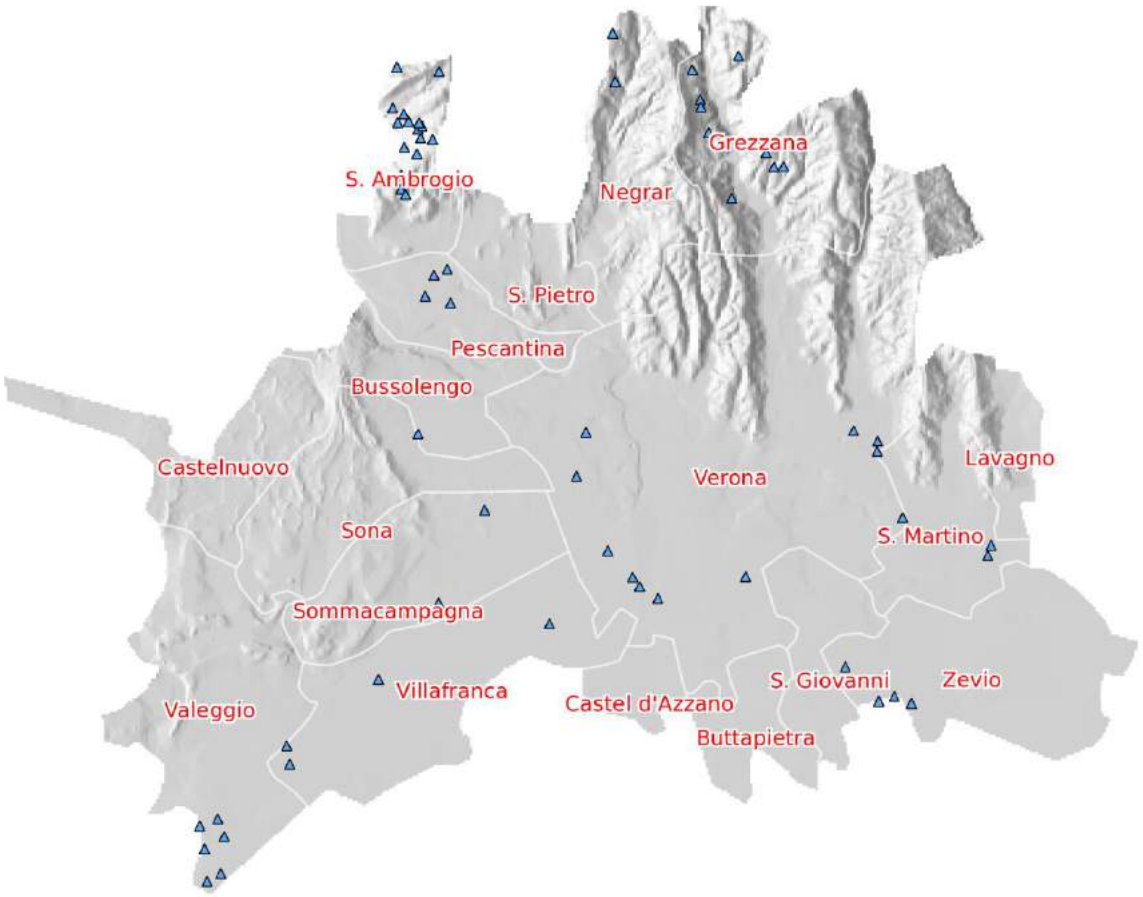


Figura 2-91: Mappa delle cave autorizzate (layer PTCP).

Come si può notare, alcuni Comuni risultano interessati dalla presenza di numerose cave, come ad esempio Grezzana e S. Ambrogio di Valpolicella.
È possibile una valutazione delle emissioni derivanti dall'estrazione di materiale dalle cave, che sono costituite essenzialmente da particolato solido, conoscendo la quantità di materiale estratto. I fattori di emissione normalmente utilizzati, ad esempio quelli implementati in INEMAR, utilizzano infatti come dato di ingresso proprio le tonnellate di materiale estratto. Poiché il dato riguardante la quantità di materiale estratto non è stato fornito, non è stato purtroppo possibile calcolare una stima globale delle emissioni provenienti dalle cave presenti sul territorio in esame. Le emissioni di alcune tra le principali cave sono state tuttavia

considerate all'interno delle sorgenti puntuali. I fattori di emissione secondo la metodologia INEMAR fanno riferimento al manuale "AP42" dell'U.S.EPA, relativamente alle attività 11.19.1[3] e 11.19.2[4].

2.1.5.4.4 Emissioni da attrattori di traffico

Tabella 2-35: Impatto dei principali attrattori di traffico considerati.

Attrattore	Comune	Veicoli / anno	Visitatori / anno	% traffico indotto sulle strade circostanti
Ospedale Orlandi	Bussolengo	160600	321200	< 5%
Ospedale Sacro Cuore	Negrar	339450	678900	< 5%
Ospedale Borgo Roma	Verona	511000	1022000	< 5%
Ospedale Borgo Trento	Verona	730000	1460000	< 5%
Corti Venete e Verona Est	San Martino Buon Albergo	2800000	7000000	20 – 25%
La Grande Mela	Sona	3200000	8000000	35 – 40%
Verona Uno	San Giovanni Lupatoto	1600000	4000000	10 – 15%
Auchan e Village	Bussolengo	1000000	2000000	10 – 15%
Fiera di Verona	Verona	440000	1000000	10 – 15%
Gardaland	Castelnuovo del Garda	515000	3300000	15 – 20%
Parco Sigurtà	Valeggio sul Mincio	120000	300000	< 5%
Aeroporto	Villafranca	600000	3000000	15 – 20%

In Tabella 2-35 sono elencati i maggiori attrattori di traffico situati nell'ambito territoriale in esame e per i quali si sono ottenuti i dati relativi al numero totale dei visitatori annui o dei veicoli confluiti sull'attrattore. Ove uno dei due dati non era disponibile si è usato un tasso di occupazione media degli autoveicoli pari a 2.5 persone per auto. Nella stima sono stati accorpati rispettivamente i centri commerciali "Le Corti Venete" e "Verona Est", così come "Auchan" e "Village"; essi si trovano infatti molto prossimi tra di loro e creano di fatto un unico attrattore di traffico, insistendo sulla stesso tratto di rete stradale.
La percentuale di traffico indotta è stata stimata con riferimento al traffico medio della rete stradale principale afferente all'attrattore entro un raggio di 5 km.
Si fa notare che la tabella fornisce l'impatto degli attrattori in termini assoluti. Il contributo alla qualità dell'aria, dovuto al traffico indotto dagli attrattori, va contestualizzato rispetto alla collocazione dell'attrattore stesso (ad esempio in un'area urbana piuttosto che extraurbana). L'impatto sulla salute infatti dipende dalla densità di popolazione residente nella vicinanza.

[3] www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch11/final/c11s19-1.pdf

[4] www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch11/final/c11s19-2.pdf

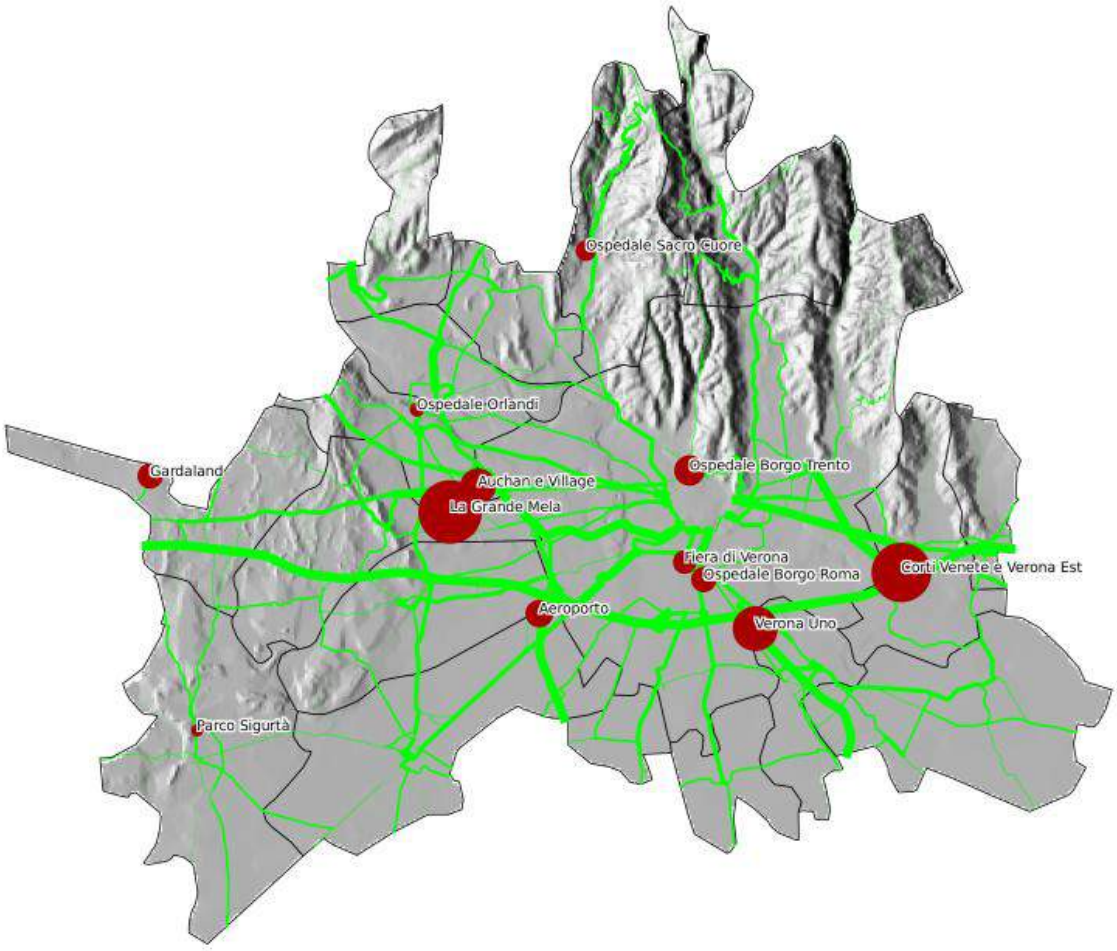


Figura 2-92: Mappa dei principali attrattori di traffico: la dimensione del simbolo è proporzionale al numero di veicoli/anno riportato in Tabella 2-35.

2.1.5.4.5 Emissioni dall'aeroporto

L'impatto delle emissioni dovute alle operazioni di decollo, atterraggio e sorvolo in corrispondenza di aeroporti è una problematica oggetto di continui approfondimenti nella letteratura tecnico-scientifica, anche in relazione alla progressiva evoluzione tecnologica dei motori aerei e del continuo sviluppo delle condizioni di traffico aereo nei diversi scali.

I processi che determinano la maggiore quantità di emissioni sono primariamente quelli legati alle operazioni di decollo, e, secondariamente, alle operazioni di atterraggio e sorvolo in bassa quota. Sono in prima approssimazione trascurabili gli effetti locali al suolo attribuibili al sorvolo in alta quota su rotte di transito.

Secondo la metodologia di calcolo delle emissioni Corinair (EMEP/CORINAIR, 2009), per quanto riguarda le emissioni dovute al traffico aereo si distinguono le seguenti attività:

- ciclo LTO (Landing/Take Off) ossia il ciclo di atterraggio/decollo, che include tutte le attività degli aeromobili che avvengono in corrispondenza dell'aeroporto a quote inferiori ai 1000 m (rispetto all'altitudine dello stesso), e quindi il transito in pista, il decollo e l'atterraggio.

- crociera: comprende le attività che hanno luogo a quote superiori i 1000 m senza limitazione superiore di quota. La crociera include quindi l'ascesa del velivolo dai 1000 m fino all'altezza di crociera, e successivamente, nel momento dell'atterraggio, la discesa del velivolo dalla quota di crociera ai 1000 m.

Nella presente analisi si sono considerate le emissioni relative ai cicli LTO. Si noti che un ciclo LTO comprende sia il decollo che l'atterraggio dell'aereo, e pertanto il numero di cicli LTO corrisponderà alla metà del numero di singoli veivoli movimentati.
I dati riguardanti il traffico aereo presso l'aeroporto Valerio Catullo relativi all'anno 2007, sono riportati in Tabella 2-36. Nella stessa tabella sono riportate anche le emissioni specifiche per le tipologie di aeromobile ed i totali annui per gli inquinanti NOx e CO. Si noti che il dato fornito dall'aeroporto è in realtà più dettagliato e fornisce i singoli movimenti con la specifica di ogni velivolo. Non disponendo tuttavia di tutti i fattori di emissione essi sono stati raggruppati in tipologie equivalenti seguendo le classificazioni ICAO e IATA.

Tabella 2-36: Dati dei movimenti aerei all'aeroporto Valerio Catullo nell'anno 2007 e relative emissioni.

Tipo aeromobile (o tipologia assimilabile)	Traffico [aeromobili / anno]	Traffico [LTO / anno]	Emissione specifica NO_x [t / LTO]	Emissione specifica CO [t / LTO]	Emissione totale NO_x [t/a]	Emissione totale CO [t/a]
A310	1346	673.0	23.2	25839.7	16	17
A320	5451	2725.5	10.8	17593.2	30	48
A330	1041	520.5	36.1	21500.0	19	11
B727	95	47.5	12.6	26372.7	1	1
B737-100	1357	678.5	8.0	4816.8	5	3
B737-400	7648	3824.0	8.3	11830.9	32	45
B757	1725	862.5	19.7	12545.4	17	11
B767-300	312	156.0	26.0	6077.3	4	1
BAe146	7390	3695.0	4.2	9692.4	15	36
F100	4291	2145.5	5.8	13677.8	12	29
F28	475	237.5	5.2	327.2	1	0
MD81-88	8880	4440.0	12.3	6521.1	55	29
"Small"	3010	1505.0	2.1	4846.2	3	7
Totale	**43021**	**21010.5**	**-**	**-**	**210**	**240**

La ripartizione delle emissioni di inquinanti sui Comuni confinanti è eseguito attribuendo l'emissione al tracciato delle rotte all'interno del ciclo LTO incidenti percentualmente sul territorio. Nello specifico si è considerata una ripartizione delle rotte del 50% sul territorio del Comune di Verona e, 25% ciascuno sul Comune di Villafranca e Sommacampagna. Le

emissioni attribuibili ai suddetti territori comunali interessati direttamente dall'impatto dell'aeroporto sono riportati in Tabella 2-37.

Tabella 2-37: Ripartizione delle emissioni di CO e NO_x dovute alla presenza dell'aeroporto.

Comune		**Emissioni NO_x [t/a]**	**Emissioni CO [t/a]**
Verona	50%	105	120
Villafranca di Verona	25%	52.5	60
Sommacampagna	25%	52.5	60
Totale	100%	210	240

2.1.5.5 Emissioni diffuse

Le emissioni da sorgenti diffuse, ossia distribuite sul territorio, vengono calcolate, in linea generale (salvo casi più complessi), a partire dai dati degli indicatori relativi all'attività considerata e da specifici fattori di emissione. La metodologia di calcolo si basa su una relazione lineare fra l'attività della sorgente e l'emissione, secondo la seguente relazione:

$E_i = FE_i \bullet A$

dove:

E_i : emissione dell'inquinante i (t/anno);

FE_i : fattore di emissione dell'inquinante i (g/unità di attività);

A : indicatore dell'attività (unità di attività)

L'adeguatezza di questa stima dipende fortemente, oltre che dalla bontà del dato di attività, dal fattore di emissione utilizzato. Si può fare riferimento ai fattori di emissione standard utilizzati da INEMAR, scelti sulla base di dati di letteratura derivanti dalle fonti bibliografiche ritenute più complete e affidabili: i rapporti a cura dell'Environmental Protection Agency degli Stati Uniti, i fattori di emissione raccolti e proposti nell'ambito del progetto europeo CORINAIR, raccolti in tre successive versioni del Guidebook, e, in ambito nazionale, i fattori di emissione forniti dall'APAT.

Se il valore dell'indicatore di attività è disponibile a livello comunale, il calcolo delle emissioni avviene direttamente a livello comunale. Se invece, come succede in molti casi, è possibile ricavare il dato dell'indicatore solamente a livello provinciale, le emissioni vengono calcolate a livello provinciale e la disaggregazione spaziale a livello comunale si ottiene attraverso l'utilizzo di opportune variabili proxy di disaggregazione.

2.1.5.5.1 Il riscaldamento domestico

Si è effettuata una stima delle emissioni derivanti da riscaldamento domestico, che sono classificate all'interno del macrosettore 2. Esso comprende le attività legate al riscaldamento degli edifici residenziali, del terziario, commerciali e agricoli. A loro volta, gli impianti si differenziano a seconda del combustibile utilizzato: metano, gasolio e GPL.

Il dato fondamentale per poter calcolare le emissioni derivanti dagli impianti di combustione domestica è il consumo di combustibile.

2.1.5.5.1.1 Metano

Per quanto attiene al consumo di metano per riscaldamento domestico, si sono fatte valutazioni separate per il Comune di Verona e per gli altri Comuni appartenenti all'area in esame.

Per il solo Comune di Verona, infatti, AGSM, il gestore del gas metano, ha fornito il volume totale di gas erogato nel 2006, pari a 251.3 milioni di metri cubi. Data l'incertezza sul numero di impianti allacciati alla rete, si è deciso di rapportare questo consumo al numero di abitanti, ottenendo un consumo pro capite medio di circa 1000 m^3 all'anno.

Si è confrontato il volume di gas erogato con il dato fornito a livello provinciale dal Ministero dello Sviluppo Economico, nelle statistiche relative all'energia e ottenute sulla base dei dati SNAM Rete Gas[5]. Il valore per la provincia di Verona relativo all'anno 2008 è pari a 916.6 milioni di metri cubi. Esso si riferisce al volume di gas distribuito su reti secondarie ai settori residenziale, terziario, industriale e termoelettrico. Considerando la popolazione dell'intera provincia, si ottiene nuovamente un consumo pro capite di circa 1000 m^3 all'anno. All'interno di questo quantitativo però ricadono anche il terziario e la piccola industria. Ciò fa presumere che anche il dato di AGSM contenga anche la frazione di gas distribuita a questi settori.

Per questa ragione si è cercata un'altra stima del consumo medio annuo di gas metano per abitante dovuto al riscaldamento domestico. L'Istat ha pubblicato nel 2009 i risultati della rilevazione "Dati ambientali nelle città", in cui vengono esaminati alcuni indicatori ambientali urbani, relativi ai 111 Comuni capoluogo di provincia, in serie storica dal 2000 al 2008. Per Verona, è stimato un consumo medio annuo di 585 m^3 di metano per abitante riferito all'anno 2008, mentre se si considera il consumo medio per il periodo 2000-2008 si ottiene un valore pari a 551.8 m^3 Come si può notare, questo dato risulta notevolmente inferiore al consumo stimato sulla base del gas erogato.

La Regione Veneto ha pubblicato un "Rapporto Statistico 2008, il Veneto si racconta, il Veneto si confronta" in cui vengono fornite delle stime di consumo per i diversi capoluoghi di Provincia[6]. Per Verona per l'anno 2006 è riportato un consumo medio pro capite di 517 m^3 all'anno, che corrisponde al valore pubblicato dall'ISTAT per lo stesso anno.

[5] Pubblicate all'indirizzo: http://dgerm.sviluppoeconomico.gov.it/dgerm/consumigasprovinciali.asp.

[6] Le diverse stime per il consumo medio di gas metano pro capite sono riportate nel sito: http://statistica.regione.veneto.it/Pubblicazioni/RapportoStatistico2008/index.jsp.

Tabella 2-38: Stime per il consumo medio di gas metano pro capite.

Consumo medio annuo di metano per abitante	Fonte	Periodo di riferimento
999 m^3	Consumo AGSM	2006
1000 m^3	Dato SNAM Rete Gas	2008
585 m^3	ISTAT	2008
551.8 m^3	ISTAT	Media 2000-2008
517 m^3	Statistica Regione Veneto	2006

Si è deciso di utilizzare il valore medio per il periodo 2000-2008 calcolato sulla base dei dati ISTAT, pari a 551.8 m^3.

A Verona è attivo un sistema di teleriscaldamento, costituito da cinque centrali di cogenerazione che servono una volumetria superiore a 8 milioni di metri cubi, equivalenti a circa 30000 unità abitative di superficie pari a 100 metri quadrati. Per il teleriscaldamento, sono state fornite le emissioni di NO_x (espressi come NO_2) e di CO. Utilizzando i fattori di emissione di INEMAR si è dedotta la quantità di energia prodotta e di conseguenza le emissioni degli altri inquinanti.

Per i rimanenti Comuni appartenenti alla zona in esame si è ipotizzato lo stesso consumo di gas che si ha nel Comune di Verona, scalandolo sul numero di abitanti, in mancanza di dati più precisi e ipotizzando che la percentuale di metanizzazione non vari molto all'interno della provincia.

Si sono quindi utilizzati i fattori di emissione contenuti all'interno dell'inventario delle emissioni INEMAR, che corrispondono ai dati di letteratura ritenuti più affidabili. Per caldaie di potenza inferiore a 50 MW, alimentate a metano e destinate ad uso residenziale, i fattori di emissione utilizzati sono i seguenti:

Tabella 2-39: Fattori di emissioni utilizzati da INEMAR per le caldaie a metano con potenza inferiore ai 50 MW.

Inquinante	FE	Unità di misura	Fonte
SO_2	0.5	g / GJ	CTN-ACE, 2002
NO_x	50	g / GJ	EMEP-CORINAIR,1999
COV	5	g / GJ	EMEP-CORINAIR,1999
CH_4	3	g / GJ	EMEP-CORINAIR,1999
CO	25	g / GJ	EMEP-CORINAIR,1999
CO_2	55	kg / GJ	CTN-ACE, 2002
N_2O	3	g / GJ	TNO,1992
PTS	0.2	g / GJ	CTN-ACE, 2002

Ipotizzando un potere calorifico inferiore pari a 35.6 MJ per metro cubo di gas impiegato, si possono calcolare le emissioni totali annue per ciascun Comune e per ciascun inquinante (Tabella 2-40 e Tabella 2-41).

Tabella 2-40: Emissioni totali annue di biossido di zolfo (SO_2), biossido di azoto (NO_2), composti organici volatili (COV) e metano (CH_4), espresse in t/anno e dovute agli impianti civili di riscaldamento a metano.

	SO_2	NO_2	COV	CH_4
Bussolengo	0.17	16.68	1.67	1.00
Buttapietra	0.06	5.70	0.57	0.34
Castel d'Azzano	0.10	10.06	1.01	0.60
Castelnuovo del G.	0.08	8.46	0.85	0.51
Grezzana	0.10	9.87	0.99	0.59
Lavagno	0.06	5.86	0.59	0.35
Negrar	0.16	15.90	1.59	0.95
Pescantina	0.12	12.19	1.22	0.73
S.Giovanni L.	0.21	20.92	2.09	1.26
S. Martino B.A.	0.13	12.86	1.29	0.77
S.Pietro in C.	0.12	12.26	1.23	0.74
S. Ambrogio di V.	0.10	9.51	0.95	0.57
Sommacampagna	0.13	12.77	1.28	0.77
Sona	0.14	14.02	1.40	0.84
Valeggio	0.11	10.75	1.07	0.64
Verona	2.49	248.70	24.87	14.92
Villafranca	0.29	28.83	2.88	1.73
Zevio	0.12	11.82	1.18	0.71
Verona - TELERISCALDAMENTO	2.34	255.79	23.38	14.03
TOTALE	**7.01**	**722.94**	**70.1**	**42.06**
Unità di misura	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**

Tabella 2-41: Emissioni totali annue di monossido di carbonio (CO), anidride carbonica (CO_2), protossido di azoto (N_2O) e polveri totali sospese (PTS), espresse in t/anno e dovute agli impianti civili di riscaldamento a metano.

Inquinante	CO	CO_2	N_2O	PTS
Bussolengo	8.34	18352.09	1	0.07
Buttapietra	2.85	6267.54	0.34	0.02
Castel d'Azzano	5.03	11065.71	0.6	0.04
Castelnuovo	4.23	9304.61	0.51	0.03
Grezzana	4.93	10852.86	0.59	0.04
Lavagno	2.93	6443.65	0.35	0.02
Negrar	7.95	17485.59	0.95	0.06

Pescantina	6.1	13412.39	0.73	0.05
S. Giovanni L.	10.46	23010.88	1.26	0.08
S. Martino B.A.	6.43	14148.16	0.77	0.05
S. Pietro in C.	6.13	13488.02	0.74	0.05
S. Ambrogio di V.	4.75	10459.59	0.57	0.04
Sommacampagna	6.38	14046.6	0.77	0.05
Sona	7.01	15423.06	0.84	0.06
Valeggio sul Mincio	5.37	11820.92	0.64	0.04
Verona	124.35	273572.1	14.92	0.99
Villafranca di Verona	14.42	31713.7	1.73	0.12
Zevio	5.91	13002.91	0.71	0.05
Verona - TELERISCALDAMENTO	105.93	257200.35	14.03	0.94
TOTALE	**339.5**	**771070.72**	**42.06**	**2.8**
Unità di misura	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**

2.1.5.5.1.2 Gasolio e GPL

Dal Rapporto Statistico 2008 della regione Veneto, è stata dedotta anche la percentuale di famiglie collegate alla rete del gas, pari all'83.4%. Partendo da questo dato di metanizzazione, si è ipotizzato che il rimanente 16.6% utilizzi per il riscaldamento domestico impianti alimentati per metà a gasolio (8.3%) e per metà a GPL (8.3%).
Anche per le caldaie a GPL e a gasolio, sono stati utilizzati i fattori di emissioni inseriti all'interno di INEMAR, riportati rispettivamente in Tabella 2-42 e Tabella 2-43.

Tabella 2-42: Fattori di emissioni utilizzati da INEMAR per le caldaie a GPL con potenza inferiore ai 50 MW.

Inquinante	FE	Unità di misura	Fonte
NO_x	50	g / GJ	EMEP-CORINAIR,1999
COV	2	g / GJ	EMEP-CORINAIR,1999
CH_4	1	g / GJ	EMEP-CORINAIR,1999
CO	10	g / GJ	EMEP-CORINAIR,1999
CO_2	62.4	kg / GJ	CTN-ACE, 2002
N_2O	14	g / GJ	TNO,1992
PTS	0.2	g / GJ	CTN-ACE, 2002
NO_x	60	g / GJ	CTN-ACE, 2002

Tabella 2-43: Fattori di emissioni utilizzati da INEMAR per le caldaie a metano con potenza inferiore ai 50 MW.

Inquinante	FE	Unità di misura	Fonte
SO_2	1.00E+002	g / GJ	ANPA 1999 - Inemar, 2002
NO_x	5.00E+001	g / GJ	EMEP-CORINAIR,1999
COV	3.00E+000	g / GJ	EMEP-CORINAIR,1999

CH_4	7.00E+000	g / GJ	EMEP-CORINAIR,1999
CO	2.00E+001	g / GJ	EMEP-CORINAIR,1999
CO_2	7.40E+001	kg / GJ	Inemar, 2001
N_2O	1.40E+001	g / GJ	TNO,1992
PTS	5.00E+000	g / GJ	Inemar 2001
NO_x	6.00E+001	g / GJ	REVISIONE PIEMONTE

Tabella 2-44: Emissioni totali annue di biossido di azoto (NO_2), composti organici volatili (COV) e metano (CH_4), espresse in t/anno e dovute agli impianti civili di riscaldamento a GPL.

	NO_2	COV	CH_4
Bussolengo	1.66	0.07	0.03
Buttapietra	0.57	0.02	0.01
Castel d'Azzano	1	0.04	0.02
Castelnuovo del G.	0.84	0.03	0.02
Grezzana	0.98	0.04	0.02
Lavagno	0.58	0.02	0.01
Negrar	1.58	0.06	0.03
Pescantina	1.21	0.05	0.02
S. Giovanni L.	2.08	0.08	0.04
S. Martino B.A.	1.28	0.05	0.03
S. Pietro in C.	1.22	0.05	0.02
S. Ambrogio di V.	0.95	0.04	0.02
Sommacampagna	1.27	0.05	0.03
Sona	1.4	0.06	0.03
Valeggio sul Mincio	1.07	0.04	0.02
Verona	24.75	0.99	0.5
Villafranca di Verona	2.87	0.11	0.06
Zevio	1.18	0.05	0.02
TOTALE	**46.49**	**1.86**	**0.93**
Unità di misura	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**

Tabella 2-45: Emissioni totali annue di monossido di carbonio (CO), anidride carbonica (CO_2), protossido di azoto (N_2O) e polveri totali sospese (PTS), espresse in t/anno e dovute agli impianti civili di riscaldamento a GPL.

Inquinante	CO	CO_2	N_2O	PTS
Bussolengo	0.33	2072.14	0.46	0.01
Buttapietra	0.11	707.67	0.16	0
Castel d'Azzano	0.2	1249.43	0.28	0
Castelnuovo del G.	0.17	1050.59	0.24	0
Grezzana	0.2	1225.4	0.27	0

Lavagno	0.12	727.56	0.16	0
Negrar	0.32	1974.3	0.44	0.01
Pescantina	0.24	1514.4	0.34	0
S. Giovanni L.	0.42	2598.17	0.58	0.01
S. Martino B.A.	0.26	1597.47	0.36	0.01
S. Pietro in C.	0.24	1522.94	0.34	0
S. Ambrogio di V.	0.19	1181	0.26	0
Sommacampagna	0.25	1586.01	0.36	0.01
Sona	0.28	1741.42	0.39	0.01
Valeggio sul Mincio	0.21	1334.71	0.3	0
Verona	4.95	30889.14	6.93	0.1
Villafranca di Verona	0.57	3580.81	0.8	0.01
Zevio	0.24	1468.16	0.33	0
TOTALE	**9.3**	**58021.31**	**13.02**	**0.19**
Unità di misura	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**

Tabella 2-46: Emissioni totali annue di biossido di zolfo (SO_2), biossido di azoto (NO_2), composti organici volatili (COV) e metano (CH_4), espresse in t/anno e dovute agli impianti civili di riscaldamento a gasolio.

Inquinante	SO_2	NO_2	COV	CH_4
Bussolengo	3.32	1.66	0.1	0.23
Buttapietra	1.13	0.57	0.03	0.08
Castel d'Azzano	2	1	0.06	0.14
Castelnuovo del G.	1.68	0.84	0.05	0.12
Grezzana	1.96	0.98	0.06	0.14
Lavagno	1.17	0.58	0.03	0.08
Negrar	3.16	1.58	0.09	0.22
Pescantina	2.43	1.21	0.07	0.17
S. Giovanni L.	4.16	2.08	0.12	0.29
S. Martino B.A.	2.56	1.28	0.08	0.18
S. Pietro in C.	2.44	1.22	0.07	0.17
S. Ambrogio di V.	1.89	0.95	0.06	0.13
Sommacampagna	2.54	1.27	0.08	0.18
Sona	2.79	1.4	0.08	0.2
Valeggio sul Mincio	2.14	1.07	0.06	0.15
Verona	49.5	24.75	1.49	3.47
Villafranca di Verona	5.74	2.87	0.17	0.4
Zevio	2.35	1.18	0.07	0.16
TOTALE	**92.98**	**46.49**	**2.79**	**6.51**
Unità di misura	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**

Tabella 2-47: Emissioni totali annue di monossido di carbonio (CO), anidride carbonica (CO_2), protossido di azoto (N_2O) e polveri totali sospese (PTS), espresse in t/anno e dovute agli impianti civili di riscaldamento a gasolio.

Inquinante	CO	CO_2	N_2O	PTS
Bussolengo	0.66	2457.35	0.46	0.17
Buttapietra	0.23	839.22	0.16	0.06
Castel d'Azzano	0.4	1481.7	0.28	0.1
Castelnuovo del G.	0.34	1245.89	0.24	0.08
Grezzana	0.39	1453.2	0.27	0.1
Lavagno	0.23	862.81	0.16	0.06
Negrar	0.63	2341.32	0.44	0.16
Pescantina	0.49	1795.92	0.34	0.12
S. Giovanni L.	0.83	3081.16	0.58	0.21
S. Martino B.A.	0.51	1894.44	0.36	0.13
S. Pietro in C.	0.49	1806.05	0.34	0.12
S. Ambrogio	0.38	1400.54	0.26	0.09
Sommacampagna	0.51	1880.84	0.36	0.13
Sona	0.56	2065.15	0.39	0.14
Valeggio sul Mincio	0.43	1582.82	0.3	0.11
Verona	9.9	36631.35	6.93	2.48
Villafranca di Verona	1.15	4246.47	0.8	0.29
Zevio	0.47	1741.09	0.33	0.12
TOTALE	**18.6**	**68807.32**	**13.02**	**4.65**
Unità di misura	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**

Sommando tutti i contributi degli impianti a metano, del teleriscaldamento, degli impianti a GPL e di quelli a gasolio, si ottengono i valori di emissione per il macrosettore del riscaldamento domestico riportati in Tabella 2-48.

Tabella 2-48: Emissioni totali annue di biossido di zolfo (SO_2), biossido di azoto (NO_2), composti organici volatili (COV) e metano (CH_4), espresse in t/anno e dovute macrosettore del riscaldamento domestico.

Inquinante	SO_2	NO_2	COV	CH_4
Bussolengo	3.49	20	1.83	1.27
Buttapietra	1.19	6.83	0.63	0.43
Castel d'Azzano	2.1	12.06	1.11	0.76
Castelnuovo del G.	1.77	10.14	0.93	0.64
Grezzana	2.06	11.83	1.08	0.75
Lavagno	1.22	7.02	0.64	0.44
Negrar	3.32	19.06	1.75	1.21
Pescantina	2.55	14.62	1.34	0.93

S. Giovanni L.	4.37	25.08	2.3	1.59
S. Martino B.A.	2.69	15.42	1.41	0.98
S. Pietro in C.	2.56	14.7	1.35	0.93
S. Ambrogio di V.	1.99	11.4	1.05	0.72
Sommacampagna	2.67	15.31	1.4	0.97
Sona	2.93	16.81	1.54	1.06
Valeggio sul Mincio	2.25	12.89	1.18	0.82
Verona	54.33	553.99	50.73	32.91
Villafranca di Verona	6.03	34.57	3.17	2.19
Zevio	2.47	14.17	1.3	0.9
TOTALE	**99.99**	**815.92**	**74.75**	**49.5**
Unità di misura	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**

Tabella 2-49: Emissioni totali annue di monossido di carbonio (CO), anidride carbonica (CO_2), protossido di azoto (N_2O) e polveri totali sospese (PTS), espresse in t/anno e dovute all'intero settore del macrosettore del riscaldamento domestico.

Inquinante	CO	CO_2	N_2O	PTS
Bussolengo	9.34	22881.58	1.93	0.24
Buttapietra	3.19	7814.44	0.66	0.08
Castel d'Azzano	5.63	13796.84	1.16	0.14
Castelnuovo del G.	4.73	11601.09	0.98	0.12
Grezzana	5.52	13531.46	1.14	0.14
Lavagno	3.28	8034.01	0.68	0.08
Negrar	8.9	21801.22	1.84	0.23
Pescantina	6.82	16722.71	1.41	0.17
S. Giovanni L.	11.71	28690.21	2.42	0.3
S. Martino B.A.	7.2	17640.07	1.49	0.18
S. Pietro in C.	6.86	16817	1.42	0.18
S. Ambrogio di V.	5.32	13041.13	1.1	0.14
Sommacampagna	7.15	17513.45	1.48	0.18
Sona	7.85	19229.63	1.62	0.2
Valeggio sul Mincio	6.01	14738.45	1.24	0.15
Verona	245.13	598292.93	42.81	4.5
Villafranca di Verona	16.14	39540.97	3.34	0.41
Zevio	6.62	16212.16	1.37	0.17
TOTALE	**367.4**	**897899.35**	**68.09**	**7.64**
Unità di misura	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**

Come controllo di congruenza, i risultati ottenuti con questa procedura *bottom-up* sono stati confrontati con i dati dell'inventario *top-down* ISPRA disaggregato ed elaborato da ORAR (Osservatorio Aria Regione Veneto) per il macrosettore 2 del riscaldamento domestico.

Tabella 2-50: Confronto dei risultati per il settore del riscaldamento domestico con i dati dell'inventario ISPRA disaggregato su base comunale.

	Somma contributi riscaldamento	Inventario ISPRA disaggregato Macrosettore 2	Rapporto
SO_2 [t/anno]	100.0	71.4	140.1%
NO_x [t/anno]	815.9	1223.7	66.7%
COV [t/anno]	74.8	485.9	15.4%
CH_4 [t/anno]	49.5	176.6	28.0%
CO [t/anno]	367.4	2983.1	12.3%
CO_2 [t/anno]	897899.4	1127150.0	79.7%
N_2O [t/anno]	68.1	29.0	234.8%
PTS [t/anno]	7.6	116.6	6.6%

Come si può notare, le differenze tra la stima ottenuta sulla base dei consumi di combustibili e il dato dell'Inventario ISPRA disaggregato è piuttosto rilevante soprattutto per quanto riguarda COV, CO, NO_2 e PTS.

2.1.5.5.2 Le attività agricole

Le emissioni diffuse derivanti dalle attività agricole sono suddivise in emissioni dovute all'agricoltura ed emissioni dovute all'allevamento. Di seguito sono illustrate le metodologie di calcolo utilizzate e i risultati ottenuti. Per entrambi i settori è stata adottata la metodologia implementata in INEMAR.

2.1.5.5.2.1 L'agricoltura

Le emissioni diffuse derivanti dal settore agricoltura sono calcolate sulla base dell'utilizzo di fertilizzanti e delle superfici agricole utilizzate, secondo la metodologia adottata da INEMAR che a sua volta si rifà a quella proposta dall'"Atmospheric Emission Inventory Guidebook" dell'Agenzia Europea per l'ambiente (EEA). Essa considera gli inquinanti NH_3, N_2O e NO_x, generati dall'applicazione ai suoli agricoli di fertilizzanti, che nel contesto preso in esame sono quelli a base azotata.

La tipologia e il quantitativo di inquinanti emessi sono influenzati dalle dosi, dal tipo di fertilizzante utilizzato, dal tipo di suolo (parametri specifici caratteristici: chimico-fisici-agronomici) e infine dalle condizioni pedoclimatiche. Una stima delle emissioni con un livello di dettaglio comunale può essere ottenuta attraverso un algoritmo che tenga in considerazione il fabbisogno azotato (kg N/ha) per singola coltura, gli ettari di superficie agraria utilizzabile (S.A.U.) sul territorio comunale dedicati alle diverse tipologie colturali e le

unità di azoto dei fertilizzanti azotati venduti per provincia. Gli ettari di superficie agraria utilizzabile (S.A.U.) sono forniti dall'ISTAT; il dato più recente a livello comunale è quello del 2000. Si è quindi deciso di utilizzare il dato S.A.U. del 2007 a livello regionale e di ridistribuire le superfici agrarie all'interno dei diversi Comuni utilizzando la stessa ripartizione dei dati comunali del 2000.
Le vendite di fertilizzanti sono anch'esse un dato ISTAT con periodicità annuale e riferito alla provincia.
I fertilizzanti vengono poi suddivisi sulle coltivazioni permanenti, sui terreni arabili e sulle foraggere sulla base dei dati S.A.U.. In questo modo è possibile utilizzare i fattori di emissione INEMAR riportati in Tabella 2-51.

Tabella 2-51: Fattori di emissioni utilizzati da INEMAR per le coltivazioni con fertilizzanti.

Inquinante	FE	Unità di misura	Tipologia terreno
NO_x	6000	g / t fertilizzante venduto	Coltivazioni permanenti
NO_x	6000	g / t fertilizzante venduto	Terreni arabili
NO_x	6000	g / t fertilizzante venduto	Foraggere
N_2O	20000	g / t fertilizzante venduto	Coltivazioni permanenti
N_2O	20000	g / t fertilizzante venduto	Terreni arabili
N_2O	20000	g / t fertilizzante venduto	Foraggere
NH_3	143000	g / t fertilizzante venduto	Coltivazioni permanenti
NH_3	140000	g / t fertilizzante venduto	Terreni arabili
NH_3	130000	g / t fertilizzante venduto	Foraggere

Per le coltivazioni che non richiedono l'uso di fertilizzanti, sono stati utilizzati i fattori di emissione adottati da INEMAR che fanno riferimento all'estensione delle superfici foraggiere (Tabella 2-52).

Tabella 2-52: Fattori di emissioni utilizzati da INEMAR per le coltivazioni senza fertilizzanti.

Inquinante	FE	Unità di misura	Tipologia terreno
N_2O	2730	g / ha	Foraggere
NH_3	2970	g / ha	Foraggere

Sommando le emissioni derivanti dalle coltivazioni con fertilizzanti a quelle dovute alle coltivazioni senza uso di fertilizzanti, si ottiene la stima globale delle emissioni annue per ciascun Comune derivate dal settore dell'agricoltura.

Tabella 2-53: Emissioni totali annue di ossidi di azoto (NO_x), protossido di azoto (N_2O) e ammoniaca (NH_3), espresse in t/anno dovute al settore dell'agricoltura.

Inquinante	NO_x	N_2O	NH_3
Bussolengo	22.88	5.91	1.93
Buttapietra	17.02	3.16	1.03
Castel d'Azzano	14.72	2.75	0.90
Castelnuovo del G.	24.90	4.81	1.57
Grezzana	2.41	0.87	0.29
Lavagno	6.50	1.63	0.53
Negrar	3.93	1.68	0.55
Pescantina	4.93	1.74	0.57
S. Giovanni L.	13.95	2.52	0.83
S. Martino B.A.	22.38	4.21	1.38
S. Pietro in C.	2.93	1.43	0.47
S. Ambrogio di V.	3.67	0.94	0.31
Sommacampagna	32.30	6.61	2.16
Sona	29.06	6.62	2.17
Valeggio sul Mincio	64.75	12.70	4.16
Verona	64.94	15.18	4.97
Villafranca di Verona	51.42	11.02	3.61
Zevio	56.44	11.05	3.62
TOTALE	**449.63**	**97.23**	**31.83**
Unità di misura	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**

Questa metodologia, corretta a livello di stima a livello regionale, può portare ad alcuni errori quando i dati vengono disaggregati a livello comunale. Un incremento in una tipologia di coltura, ad esempio, viene ripartito sui Comuni in cui la coltura era già maggiormente presente, quando invece potrebbe trattarsi di una sostituzione di coltura in un Comune in cui prima non era presente.

2.1.5.5.2.2 Gli allevamenti

La fonte dei dati utilizzati per la stima delle emissioni dovute agli allevamenti zootecnici è la banca dati degli allevamenti zootecnici costituita a livello regionale sulla base delle comunicazioni dovute a seguito della 91/676/CEE (Direttiva Nitrati). Il dato di base per il calcolo delle emissioni è il numero di capi allevati nel corso dell'annata.

La metodologia di stima è basata sul prodotto tra numero di capi (per ogni categoria zootecnica) e il relativo fattore di emissione per ogni inquinante (in g/capo). Sono stati utilizzati i fattori di emissione adottati da INEMAR per le diverse tipologie di animali, che non fanno riferimento direttamente ai fattori di emissioni proposti nell'"Atmospheric

Emission Inventory Guidebook" dell'Agenzia Europea per l'ambiente EEA, bensì utilizzano quanto proposto da APAT nello studio NIR 2007 (National Inventory Report), per poter procedere a stime più coerenti con le condizioni climatiche e la realtà specifica della zootecnia italiana.

In Tabella 2-54 e Tabella 2-55 viene riassunta la consistenza degli allevamenti zootecnici in ciascun Comune, secondo le tipologie di animali utilizzate da INEMAR. Si segnala esplicitamente che sulla base delle informazioni pervenute nel Comune di S. Pietro in Cariano non risulta presente alcun allevamento.

Tabella 2-54: Consistenza degli allevamenti zootecnici – parte I.

	Vacche da latte	Altri bovini	Maiali da ingrasso	Scrofe	Cavalli
Bussolengo	263	2990	373		
Buttapietra	425	318	1710		
Castel d'Azzano		417			
Castelnuovo del G.	425	359			
Grezzana	1339	956	7	850	
Lavagno					
Negrar	181	112	241		
Pescantina	265	149			28
S. Giovanni Lupatoto	212	105	1726		
S. Martino B.A.	1434	1931	1008		
S. Ambrogio di V.	91	13	11730	1020	
Sommacampagna	592	524	26158	2344	12
Sona	862	2421	334	22	
Valeggio sul Mincio	2685	3510	65692	7392	12
Verona	1427	1617	30		
Villafranca di Verona	2803	9198	3423	238	
Zevio	1157	880	21492	8303	

Tabella 2-55: Consistenza degli allevamenti zootecnici – parte II.

	Galline ovaiole	Pollastri	Altri avicoli anatre oche	Bufalini	Conigli
Bussolengo		210000	87163	93	
Buttapietra		235114	26561		
Castel d'Azzano		89603	5753	74	
Castelnuovo del G.		104025	4438	6624	
Grezzana	200321	1650302	393501	22	
Lavagno		344849	48043		
Negrar	192855	214990	3600		

Pescantina	2470480	64300	3699	7	
S. Giovanni Lupatoto	5000	419887	109123	450	
S. Martino B.A.	23836	451253	86346	474	7800
S. Ambrogio di V.					
Sommacampagna		424259	154138	5876	2250
Sona		464178	332291	1836	
Valeggio sul Mincio	76534	730997	153326	2297	11600
Verona	153362	828063	187428	2484	
Villafranca di Verona	14542	98849	113904	9721	
Zevio	137343	361248	313843	5727	28090

I fattori di emissione di INEMAR sono riferiti ai seguenti processi: fermentazione enterica, gestione dei reflui riferita ai composti organici, gestione dei reflui riferita ai composti azotati e emissione di particolato dagli allevamenti.

Tabella 2-56: Fattori di emissione di INEMAR per gli allevamenti zootecnici.

FE [g / (capo · anno)]	N_2O	NH_3	PM_{10}	PTS	$PM_{2.5}$	COV	CH_4
Vacche da latte	5090	48500	94	235	28	60	128000
Altri bovini	2250	21500	94	235	28	60	54200
Maiali da ingrasso	413	5830	69	171	21	21	9850
Scrofe	845	12700	69	171	21	21	23800
Cavalli	1120	5990				31	19500
Pecore	101	675					8000
Galline ovaiole	23	221	11	16	6		82
Pollastri	28	153	11	16	6		79
Altri avicoli anatre oche	47	352	11	16	6		79
Bufalini	4060	42200				60	83300
Conigli	38	545					158

Tabella 2-57: Emissione di metano (CH_4) dagli allevamenti zootecnici per le diverse specie animali espresse in t/anno - parte I.

CH_4 - metano	Altri avicoli	Altri bovini	Bufalini	Cavalli	Conigli
Bussolengo	6.89	162.00	7.75	0.00	0.00
Buttapietra	2.10	17.23	0.00	0.00	0.00
Castel d'Azzano	0.45	22.59	6.16	0.00	0.00
Castelnuovo del G.	0.35	19.45	551.78	0.00	0.00
Grezzana	31.09	51.80	1.83	0.00	0.00
Lavagno	3.80	0.00	0.00	0.00	0.00
Negrar	0.28	6.07	0.00	0.00	0.00

Pescantina	0.29	8.07	0.60	0.55	0.00
S. Giovanni Lupatoto	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00
S. Martino B.A.	8.62	5.69	37.49	0.00	0.00
S. Ambrogio di V.	6.82	104.62	39.48	0.00	1.23
Sommacampagna	12.18	28.39	489.47	0.23	0.35
Sona	26.25	131.17	152.94	0.00	0.00
Valeggio sul Mincio	12.11	190.17	191.34	0.23	1.83
Verona	14.81	87.61	206.92	0.00	0.00
Villafranca di Verona	9.00	498.35	809.76	0.00	0.00
Zevio	24.79	47.68	477.06	0.00	4.43
TOTALE	**159.83**	**1381.59**	**2972.58**	**1.01**	**7.84**

Tabella 2-58: Emissione di metano (CH_4) dagli allevamenti zootecnici per le diverse specie animali espresse in t/anno - parte II.

CH_4 - metano	Galline ovaiole	Maiali da ingrasso	Pecore	Pollastri	Scrofe	Vacche da latte
Bussolengo	0.00	3.67	0.00	16.59	0.00	33.66
Buttapietra	0.00	16.84	0.00	18.57	0.00	54.40
Castel d'Azzano	0.00	0.00	0.00	7.08	0.00	0.00
Castelnuovo del G.	0.00	0.00	0.00	8.22	0.00	54.40
Grezzana	16.47	0.07	6.80	130.37	20.23	171.39
Lavagno	0.00	0.00	0.00	27.24	0.00	0.00
Negrar	15.85	2.37	0.00	16.98	0.00	23.17
Pescantina	203.07	0.00	0.00	5.08	0.00	33.92
S. Giovanni Lupatoto	0.00	115.54	8.16	0.00	24.28	11.65
S. Martino B.A.	0.41	17.00	0.00	33.17	0.00	27.14
S. Ambrogio di V.	1.96	9.93	0.00	35.65	0.00	183.55
Sommacampagna	0.00	257.66	18.75	33.52	55.79	75.78
Sona	0.00	3.29	0.18	36.67	0.52	110.34
Valeggio sul Mincio	6.29	647.07	59.14	57.75	175.93	343.68
Verona	12.61	0.30	0.00	65.42	0.00	182.66
Villafranca di Verona	1.20	33.72	1.90	7.81	5.66	358.78
Zevio	11.29	211.70	66.42	28.54	197.61	148.10
TOTALE	**269.15**	**1319.15**	**161.35**	**528.66**	**480.02**	**1812.61**

Tabella 2-59: Emissione di ammoniaca (NH_3) dagli allevamenti zootecnici per le diverse specie animali espresse in t/anno - parte I.

NH_3-ammoniaca	Altri avicoli	Altri bovini	Bufalini	Cavalli	Conigli
Bussolengo	30.68	64.29	3.92	0.00	0.00
Buttapietra	9.35	6.84	0.00	0.00	0.00

Castel d'Azzano	2.03	8.97	3.12	0.00	0.00
Castelnuovo del G.	1.56	7.72	279.53	0.00	0.00
Grezzana	138.51	20.55	0.93	0.00	0.00
Lavagno	16.91	0.00	0.00	0.00	0.00
Negrar	1.27	2.41	0.00	0.00	0.00
Pescantina	1.30	3.20	0.30	0.17	0.00
S. Giovanni Lupatoto	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00
S. Martino B.A.	38.41	2.26	18.99	0.00	0.00
S. Ambrogio di V.	30.39	41.52	20.00	0.00	4.25
Sommacampagna	54.26	11.27	247.97	0.07	1.23
Sona	116.97	52.05	77.48	0.00	0.00
Valeggio sul Mincio	53.97	75.47	96.93	0.07	6.32
Verona	65.97	34.77	104.82	0.00	0.00
Villafranca di Verona	40.09	197.76	410.23	0.00	0.00
Zevio	110.47	18.92	241.68	0.00	15.31
TOTALE	**712.15**	**548.25**	**1505.91**	**0.31**	**27.11**

Tabella 2-60: Emissione di ammoniaca (NH_3) dagli allevamenti zootecnici per le diverse specie animali espresse in t/anno - parte II.

NH3 - ammoniaca	Galline ovaiole	Maiali da ingrasso	Pecore	Pollastri	Scrofe	Vacche da latte
Bussolengo	0.00	2.17	0.00	32.13	0.00	12.76
Buttapietra	0.00	9.97	0.00	35.97	0.00	20.61
Castel d'Azzano	0.00	0.00	0.00	13.71	0.00	0.00
Castelnuovo del G.	0.00	0.00	0.00	15.92	0.00	20.61
Grezzana	44.27	0.04	0.57	252.50	10.80	64.94
Lavagno	0.00	0.00	0.00	52.76	0.00	0.00
Negrar	42.62	1.41	0.00	32.89	0.00	8.78
Pescantina	545.98	0.00	0.00	9.84	0.00	12.85
S. Giovanni Lupatoto	0.00	68.39	0.69	0.00	12.95	4.41
S. Martino B.A.	1.11	10.06	0.00	64.24	0.00	10.28
S. Ambrogio di V.	5.27	5.88	0.00	69.04	0.00	69.55
Sommacampagna	0.00	152.50	1.58	64.91	29.77	28.71
Sona	0.00	1.95	0.01	71.02	0.28	41.81
Valeggio sul Mincio	16.91	382.98	4.99	111.84	93.88	130.22
Verona	33.89	0.17	0.00	126.69	0.00	69.21
Villafranca di Verona	3.21	19.96	0.16	15.12	3.02	135.95
Zevio	30.35	125.30	5.60	55.27	105.45	56.11
TOTALE	**723.61**	**780.78**	**13.61**	**1023.86**	**256.15**	**686.81**

Tabella 2-61: Emissione di protossido di azoto (N_2O) dagli allevamenti zootecnici per le diverse specie animali espresse in t/anno - parte I.

N_2O – protossido di azoto	Altri avicoli	Altri bovini	Bufalini	Cavalli	Conigli
Bussolengo	4.08	6.73	0.38	0.00	0.00
Buttapietra	1.24	0.72	0.00	0.00	0.00
Castel d'Azzano	0.27	0.94	0.30	0.00	0.00
Castelnuovo del G.	0.21	0.81	26.89	0.00	0.00
Grezzana	18.42	2.15	0.09	0.00	0.00
Lavagno	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00
Negrar	0.17	0.25	0.00	0.00	0.00
Pescantina	0.17	0.34	0.03	0.03	0.00
S. Giovanni Lupatoto	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
S. Martino B.A.	5.11	0.24	1.83	0.00	0.00
S. Ambrogio di V.	4.04	4.34	1.92	0.00	0.29
Sommacampagna	7.21	1.18	23.86	0.01	0.08
Sona	15.55	5.45	7.45	0.00	0.00
Valeggio sul Mincio	7.18	7.90	9.33	0.01	0.44
Verona	8.77	3.64	10.09	0.00	0.00
Villafranca di V.	5.33	20.70	39.47	0.00	0.00
Zevio	14.69	1.98	23.25	0.00	1.06
TOTALE	**94.68**	**57.38**	**144.88**	**0.06**	**1.87**

Tabella 2-62: Emissione di protossido di azoto (N_2O) dagli allevamenti zootecnici per le diverse specie animali espresse in t/anno - parte II.

N_2O – protossido di azoto	Galline ovaiole	Maiali da ingrasso	Pecore	Pollastri	Scrofe	Vacche da latte
Bussolengo	0.00	0.15	0.00	5.86	0.00	1.34
Buttapietra	0.00	0.71	0.00	6.56	0.00	2.16
Castel d'Azzano	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00
Castelnuovo del G.	0.00	0.00	0.00	2.90	0.00	2.16
Grezzana	4.51	0.00	0.09	46.04	0.72	6.82
Lavagno	0.00	0.00	0.00	9.62	0.00	0.00
Negrar	4.34	0.10	0.00	6.00	0.00	0.92
Pescantina	55.59	0.00	0.00	1.79	0.00	1.35
S. Giovanni Lupatoto	0.00	4.84	0.10	0.00	0.86	0.46
S. Martino B.A.	0.11	0.71	0.00	11.71	0.00	1.08
S. Ambrogio di V.	0.54	0.42	0.00	12.59	0.00	7.30
Sommacampagna	0.00	10.80	0.24	11.84	1.98	3.01
Sona	0.00	0.14	0.00	12.95	0.02	4.39

Valeggio sul Mincio	1.72	27.13	0.75	20.39	6.25	13.67
Verona	3.45	0.01	0.00	23.10	0.00	7.26
Villafranca di V.	0.33	1.41	0.02	2.76	0.20	14.27
Zevio	3.09	8.88	0.84	10.08	7.02	5.89
TOTALE	**73.67**	**55.31**	**2.04**	**186.70**	**17.04**	**72.08**

Tabella 2-63: Emissione di composti organici volatili (COV) dagli allevamenti zootecnici per le diverse specie animali espresse in t/anno.

COV	Altri bovini	Bufalini	Cavalli	Maiali da ingrasso	Scrofe	Vacche da latte
Bussolengo	0.18	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02
Buttapietra	0.02	0.00	0.00	0.04	0.00	0.03
Castel d'Azzano	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Castelnuovo del G.	0.02	0.40	0.00	0.00	0.00	0.03
Grezzana	0.06	0.00	0.00	0.00	0.02	0.08
Lavagno	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Negrar	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Pescantina	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
S. Giovanni Lupatoto	0.00	0.00	0.00	0.25	0.02	0.01
S. Martino B.A.	0.01	0.03	0.00	0.04	0.00	0.01
S. Ambrogio di V.	0.12	0.03	0.00	0.02	0.00	0.09
Sommacampagna	0.03	0.35	0.00	0.55	0.05	0.04
Sona	0.15	0.11	0.00	0.01	0.00	0.05
Valeggio sul Mincio	0.21	0.14	0.00	1.38	0.16	0.16
Verona	0.10	0.15	0.00	0.00	0.00	0.09
Villafranca di V.	0.55	0.58	0.00	0.07	0.00	0.17
Zevio	0.05	0.34	0.00	0.45	0.17	0.07
TOTALE	**1.53**	**2.14**	**0.00**	**2.81**	**0.42**	**0.85**

Tabella 2-64: Emissione di PM_{10} dagli allevamenti zootecnici per le diverse specie animali espresse in t/anno – parte I.

PM_{10}	Altri avicoli	Altri bovini	Galline ovaiole	Maiali da ingrasso	Pollastri
Bussolengo	0.96	0.28	0.00	0.03	2.31
Buttapietra	0.29	0.03	0.00	0.12	2.59
Castel d'Azzano	0.06	0.04	0.00	0.00	0.99
Castelnuovo del G.	0.05	0.03	0.00	0.00	1.14
Grezzana	4.33	0.09	2.20	0.00	18.15
Lavagno	0.53	0.00	0.00	0.00	3.79
Negrar	0.04	0.01	2.12	0.02	2.36
Pescantina	0.04	0.01	27.18	0.00	0.71

S. Giovanni Lupatoto	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00
S. Martino B.A.	1.20	0.01	0.06	0.12	4.62
S. Ambrogio di V.	0.95	0.18	0.26	0.07	4.96
Sommacampagna	1.70	0.05	0.00	1.79	4.67
Sona	3.66	0.23	0.00	0.02	5.11
Valeggio sul Mincio	1.69	0.33	0.84	4.50	8.04
Verona	2.06	0.15	1.69	0.00	9.11
Villafranca di V.	1.25	0.86	0.16	0.23	1.09
Zevio	3.45	0.08	1.51	1.47	3.97
TOTALE	**22.25**	**2.40**	**36.02**	**9.17**	**73.61**

Tabella 2-65: Emissione di PM_{10} dagli allevamenti zootecnici per le diverse specie animali espresse in t/anno – parte II.

PM_{10}	Scrofe	Vacche da latte
Bussolengo	0.00	0.02
Buttapietra	0.00	0.04
Castel d'Azzano	0.00	0.00
Castelnuovo del G.	0.00	0.04
Grezzana	0.06	0.13
Lavagno	0.00	0.00
Negrar	0.00	0.02
Pescantina	0.00	0.02
S. Giovanni Lupatoto	0.07	0.01
S. Martino B.A.	0.00	0.02
S. Ambrogio di V.	0.00	0.13
Sommacampagna	0.16	0.06
Sona	0.00	0.08
Valeggio sul Mincio	0.51	0.25
Verona	0.00	0.13
Villafranca di V.	0.02	0.26
Zevio	0.57	0.11
TOTALE	1.38	1.33

Tabella 2-66: Emissione di $PM_{2.5}$ dagli allevamenti zootecnici per le diverse specie animali espresse in t/anno – parte I.

PM2.5	Altri avicoli	Altri bovini	Galline ovaiole	Maiali da ingrasso	Pollastri
Bussolengo	0.48	0.08	0.00	0.01	1.16
Buttapietra	0.15	0.01	0.00	0.04	1.29
Castel d'Azzano	0.03	0.01	0.00	0.00	0.49

Castelnuovo del G.	0.02	0.01	0.00	0.00	0.57
Grezzana	2.16	0.03	1.10	0.00	9.08
Lavagno	0.26	0.00	0.00	0.00	1.90
Negrar	0.02	0.00	1.06	0.00	1.18
Pescantina	0.02	0.00	13.59	0.00	0.35
S. Giovanni Lupatoto	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00
S. Martino B.A.	0.60	0.00	0.03	0.04	2.31
S. Ambrogio di V.	0.47	0.05	0.13	0.02	2.48
Sommacampagna	0.85	0.01	0.00	0.54	2.33
Sona	1.83	0.07	0.00	0.01	2.55
Valeggio sul Mincio	0.84	0.10	0.42	1.35	4.02
Verona	1.03	0.05	0.84	0.00	4.55
Villafranca di V.	0.63	0.26	0.08	0.07	0.54
Zevio	1.73	0.02	0.76	0.44	1.99
TOTALE	**11.13**	**0.72**	**18.01**	**2.75**	**36.81**

Tabella 2-67: Emissione di $PM_{2.5}$ dagli allevamenti zootecnici per le diverse specie animali espresse in t/anno – parte II.

$PM_{2.5}$	Scrofe	Vacche da latte
Bussolengo	0	0.01
Buttapietra	0	0.01
Castel d'Azzano	0	0
Castelnuovo del G.	0	0.01
Grezzana	0.02	0.04
Lavagno	0	0
Negrar	0	0.01
Pescantina	0	0.01
S. Giovanni Lupatoto	0.02	0
S. Martino B.A.	0	0.01
S. Ambrogio di V.	0	0.04
Sommacampagna	0.05	0.02
Sona	0	0.02
Valeggio sul Mincio	0.15	0.08
Verona	0	0.04
Villafranca di Verona	0	0.08
Zevio	0.17	0.03
TOTALE	**0.41**	**0.4**

Tabella 2-68: Emissione di polveri totali sospese (PTS) dagli allevamenti zootecnici per le diverse specie animali espresse in t/anno – parte I.

PTS	Altri avicoli	Altri bovini	Galline ovaiole	Maiali da ingrasso	Pollastri
Bussolengo	1.37	0.70	0.00	0.06	3.30
Buttapietra	0.42	0.07	0.00	0.29	3.69
Castel d'Azzano	0.09	0.10	0.00	0.00	1.41
Castelnuovo del G.	0.07	0.08	0.00	0.00	1.63
Grezzana	6.18	0.22	3.15	0.00	25.91
Lavagno	0.75	0.00	0.00	0.00	5.41
Negrar	0.06	0.03	3.03	0.04	3.38
Pescantina	0.06	0.04	38.79	0.00	1.01
S. Giovanni Lupatoto	0.00	0.00	0.00	2.01	0.00
S. Martino B.A.	1.71	0.02	0.08	0.30	6.59
S. Ambrogio di V.	1.36	0.45	0.37	0.17	7.08
Sommacampagna	2.42	0.12	0.00	4.47	6.66
Sona	5.22	0.57	0.00	0.06	7.29
Valeggio sul Mincio	2.41	0.82	1.20	11.23	11.48
Verona	2.94	0.38	2.41	0.01	13.00
Villafranca di Verona	1.79	2.16	0.23	0.59	1.55
Zevio	4.93	0.21	2.16	3.68	5.67
TOTALE	**31.76**	**5.99**	**51.41**	**22.90**	**105.06**

Tabella 2-69: Emissione di polveri totali sospese (PTS) dagli allevamenti zootecnici per le diverse specie animali espresse in t/anno – parte II.

PTS	Scrofe	Vacche da latte
Bussolengo	0.00	0.06
Buttapietra	0.00	0.10
Castel d'Azzano	0.00	0.00
Castelnuovo del G.	0.00	0.10
Grezzana	0.15	0.31
Lavagno	0.00	0.00
Negrar	0.00	0.04
Pescantina	0.00	0.06
S. Giovanni Lupatoto	0.17	0.02
S. Martino B.A.	0.00	0.05
S. Ambrogio di V.	0.00	0.34
Sommacampagna	0.40	0.14
Sona	0.00	0.20

Valeggio sul Mincio	1.26	0.63
Verona	0.00	0.34
Villafranca di Verona	0.04	0.66
Zevio	1.42	0.27
TOTALE	**3.45**	**3.33**

Sommando le emissioni provenienti da tutte le specie animali si ottiene l'emissione totale derivante dal settore dell'allevamento zootecnico in ciascun Comune.

Tabella 2-70: Emissione derivanti dagli allevamenti zootecnici per ciascun Comune, espresse in t/anno.

	CH_4	**NH_3**	**N_2O**	**COV**	**PM_{10}**	**$PM_{2.5}$**	**PTS**
Bussolengo	230.56	145.95	18.54	0.21	3.60	1.73	5.49
Buttapietra	109.15	82.74	11.39	0.08	3.07	1.50	4.58
Castel d'Azzano	36.29	27.82	4.01	0.03	1.09	0.54	1.60
Castelnuovo del G.	634.20	325.34	32.97	0.44	1.27	0.62	1.89
Grezzana	430.05	533.11	78.83	0.16	24.96	12.42	35.92
Lavagno	31.04	69.67	11.87	0.00	4.32	2.16	6.17
Negrar	64.73	89.37	11.78	0.02	4.57	2.28	6.57
Pescantina	251.57	573.64	59.30	0.03	27.96	13.97	39.95
S. Giovanni Lupatoto	129.51	145.35	20.79	0.08	6.02	2.98	8.75
S. Martino B.A.	383.25	245.90	31.45	0.25	6.56	3.20	9.78
S. Ambrogio di V.	160.33	86.72	6.30	0.27	0.88	0.26	2.20
Sommacampagna	972.11	592.26	60.22	1.02	8.42	3.80	14.22
Sona	461.36	361.56	45.95	0.31	9.09	4.48	13.34
Valeggio sul Mincio	1685.54	973.59	94.76	2.04	16.16	6.96	29.04
Verona	570.31	435.54	56.32	0.33	13.15	6.52	19.07
Villafranca di Verona	1726.18	825.50	84.48	1.38	3.88	1.66	7.01
Zevio	1217.62	764.47	76.76	1.09	11.17	5.14	18.33
TOTALE	**9093.78**	**6278.55**	**705.71**	**7.76**	**146.17**	**70.22**	**223.90**

2.1.5.5.2.3 Confronto con i dati dell'inventario ISPRA disaggregato

Sommando i contributi delle emissioni derivanti dal settore dell'agricoltura e da quello degli allevamenti zootecnici, è possibile ottenere una stima delle emissioni dovute al macrosettore 10 "Agricoltura".

Tabella 2-71: Emissione totali annue derivanti dal macrosettore 10, espresse in t/anno.

	CH_4	**NH_3**	**N_2O**	**COV**	**PM_{10}**	**$PM_{2.5}$**
Bussolengo	230.56	168.83	24.44	0.21	3.60	1.73
Buttapietra	109.15	99.76	14.54	0.08	3.07	1.50

Castel d'Azzano	36.29	42.54	6.76	0.03	1.09	0.54
Castelnuovo del G.	634.20	350.24	37.78	0.44	1.27	0.62
Grezzana	430.05	535.52	79.70	0.16	24.96	12.42
Lavagno	31.04	76.17	13.50	0.00	4.32	2.16
Negrar	64.73	93.30	13.46	0.02	4.57	2.28
Pescantina	251.57	578.56	61.03	0.03	27.96	13.97
S. Giovanni Lupatoto	129.51	159.30	23.31	0.08	6.02	2.98
S. Martino B.A.	383.25	268.28	35.66	0.25	6.56	3.20
S. Pietro in C.	0.00	2.93	1.43	0.00	0.00	0.00
S. Ambrogio di V.	160.33	90.39	7.24	0.27	0.88	0.26
Sommacampagna	972.11	624.57	66.83	1.02	8.42	3.80
Sona	461.36	390.62	52.57	0.31	9.09	4.48
Valeggio sul Mincio	1685.54	1038.34	107.45	2.04	16.16	6.96
Verona	570.31	500.47	71.51	0.33	13.15	6.52
Villafranca di Verona	1726.18	876.92	95.51	1.38	3.88	1.66
Zevio	1217.62	820.91	87.81	1.09	11.17	5.14
TOTALE	**9093.78**	**6717.66**	**800.54**	**7.76**	**146.17**	**70.22**

Questi valori di emissioni possono essere confrontati con i corrispondenti dati dell'inventario ISPRA disaggregato che si riferiscono allo stesso macrosettore.

Tabella 2-72: Emissione totali annue derivanti dal macrosettore 10, espresse in t/anno: dato dell'inventario ISPRA disaggregato.

	CH_4	**NH_3**	**N_2O**	**COV**	**PM_{10}**	**$PM_{2.5}$**
Bussolengo	159.9	183.6	27.15	0.15	13.95	2.47
Buttapietra	84.1	105.6	19.94	0.1	6.21	1.19
Castel d'Azzano	155.7	242	23.39	0.11	38.2	5.44
Castelnuovo del G.	136.7	149.2	25.03	0.16	7.26	1.63
Grezzana	392.1	587.2	31.26	0.26	122.5	16.57
Lavagno	47.32	134.1	10.72	0.02	28.81	3.81
Negrar	85.95	107.1	6.01	0.06	20.2	2.8
Pescantina	221.7	355.1	20.96	0.13	76.85	10.47
S.Giovanni Lupatoto	52.48	113.7	17.46	0.05	15.39	2.22
S.Martino B.A.	207.8	253	27.58	0.13	33.04	4.88
S. Pietro in C.	93.34	31.62	4.05	0.02	0.22	0.09
S. Ambrogio di V.	326.4	377	39.59	0.23	46.03	7.08
Sommacampagna	434.4	327.9	34.3	0.34	28.18	4.99
Sona	780.2	889.8	84.47	0.54	100.4	15.57
Valeggio sul Mincio	635.4	621.6	77.47	0.74	66.85	10.88

Verona	773.3	631	63.89	0.59	36.17	7.6
Villafranca di Verona	421.5	444.9	60.1	0.35	27.73	5.15
Zevio	9.15	13.64	3.74	0.02	0.1	0.06
TOTALE	**5017.44**	**5568.06**	**577.1**	**4.01**	**668.09**	**102.9**

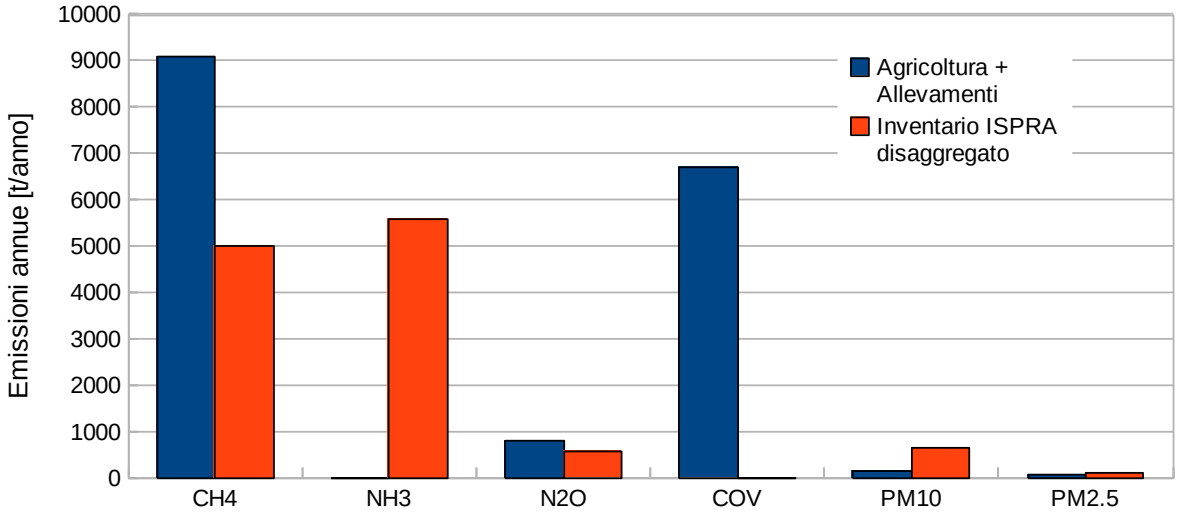


Figura 2-93: Confronto tra le emissioni totali annue derivanti dall'agricoltura e dagli allevamenti e le emissioni del Macrosettore 10 – dato dell'Inventario ISPRA disaggregato (espresse in t/anno).

Come si può osservare, emergono delle discrepanze tra le due stime, specialmente per alcuni inquinanti: per quanto riguarda il metano, che deriva interamente dagli allevamenti, la stima delle emissioni qui valutata è decisamente superiore alla stima dell'inventario ISPRA disaggregato. Questo potrebbe dipendere da diversi fattori di emissione considerati. Il PM_{10} invece risulta sottostimato rispetto all'inventario ISPRA disaggregato: in questo caso potrebbe darsi che quest'ultimo si riferisca alle polveri totali (PTS) e non alla frazione PM_{10}; questo potrebbe spiegare anche perché la stima di $PM_{2.5}$ sia invece abbastanza vicina all'inventario ISPRA disaggregato.

2.1.5.6 Analisi della ripartizione delle emissioni

Le emissioni di inquinanti sono state calcolate, come si è visto nei paragrafi precedenti, per ciascun macrosettore SNAP. I macrosettori SNAP sono stati a loro volta aggregati tra di loro per ottenere una stima globale delle emissione dovute ai macro-comparti più significativi, riassunti in Tabella 2-73.

Le elaborazioni che seguono sono state effettuate sulle emissioni calcolate precedentemente ma, laddove non erano presenti altre informazioni, sono stati utilizzati i dati dell'inventario ISPRA disaggregato. Appare evidente come questo approccio non sia ottimale dal punto di vista teorico, ma è stato ritenuto il metodo migliore per non perdere il dettaglio spaziale

ottenuto grazie all'elaborazione dei dati locali e allo stesso tempo non alterare il risultato globale a causa di informazioni carenti o mancanti.

Sinteticamente questa è la sequenza delle operazioni che è stata effettuata per giungere alle emissioni utilizzate nelle analisi seguenti:

- analisi dell'inventario delle emissioni top-down ISPRA 2005 sulla Provincia di Verona;
- assegnazione di un peso dei diversi settori emissivi nei 18 Comuni del PQA secondo la disaggregazione top-down ISPRA a cura di ORAR;
- valutazione delle fonti emissive locali per tutte le basi di dati disponibili al fine di integrare, bilanciare ed eventualmente correggere la disaggregazione top-down delle emissioni;
- confronto di consistenza per macrosettori con l'inventario top-down ISPRA per eliminare le eventuali incongruenze;
- definizione delle emissioni per Comune, come anche riportato nel capitolo 5.

Si ribadisce altresì che i risultati presentati, per quanto definiti con la maggiore cura possibile, non possono e non devono essere assunti come inventario definitivo delle emissioni, in quanto un inventario dettagliato di tipo bottom-up è attualmente in corso di elaborazione da parte di ORAR.

Tabella 2-73: Classificazione dei macrosettori SNAP e aggregazione utilizzata.

Macrosettore SNAP		Aggregazione utilizzata	
1	Produzione di energia	1+3+4+5+6	Industria
2	Riscaldamento	2	Riscaldamento
3	Industria	7	Traffico
4	Processi produttivi	10	Agricoltura/Allevamento
5	Estrazione	8+9+11	Altro
6	Solventi		
7	Traffico		
8	Altri trasporti		
9	Rifiuti		
10	Agricoltura		
11	Altre sorgenti		

Quest'analisi è stata effettuata per ciascun Comune, in modo da poter valutare localmente la diversa importanza di ciascuna fonte di emissione rispetto alle altre. Una valutazione comparativa tra le diverse sorgenti di emissione è fondamentale per poter valutare quali fonti esercitano la pressione maggiore e di conseguenza per decidere quali azioni intraprendere per migliorare lo stato della qualità dell'aria.

2.1.5.6.1 Il biossido di zolfo: SO_2

Tabella 2-74: Emissioni di SO_2, espresse in t/anno, ripartite nei macro-comparti individuati.

Comune	industria	riscaldamento	traffico	agric./allev.	altro	totale
Bussolengo	0.7	3.5	2.7	0.0	0.1	9.8
Buttapietra	2.7	1.2	0.2	0.0	0.1	4.4
Castel d'Azzano	4.1	2.1	0.3	0.0	0.1	6.9
Castelnuovo del Garda	0.1	1.8	2.2	0.0	0.1	6.4
Grezzana	0.3	2.1	0.7	0.0	0.1	3.9
Lavagno	0.4	1.2	2.7	0.0	0.0	7.1
Negrar	0.3	3.3	0.9	0.0	0.1	5.6
Pescantina	0.6	2.5	1.0	0.0	0.1	5.2
San Giovanni Lupatoto	3.8	4.4	4.1	0.0	0.2	9.1
San Martino Buon Albergo	11.7	2.7	5.6	0.0	0.1	22.8
San Pietro in Cariano	0.0	2.6	0.6	0.0	0.1	13.9
Sant'Ambrogio di Valpolicella	0.2	2.0	0.4	0.0	0.1	9.0
Sommacampagna	49.0	2.7	3.4	0.0	0.8	60.4
Sona	0.5	2.9	4.0	0.0	0.1	4.6
Valeggio sul Mincio	0.0	2.2	0.7	0.0	0.1	3.8
Verona	162.3	52.0	21.7	0.0	26.5	278.1
Villafranca di Verona	42.5	6.0	2.5	0.0	3.4	56.9
Zevio	1.0	2.5	1.5	0.0	0.2	6.7
Totale	280.2	97.7	104.6	0.0	32.2	514.6

Tabella 2-75: Emissione percentuale delle emissioni di SO_2 nei macro-comparti individuati.

Comune	industria	riscaldamento	traffico	agric./allev.	altro	totale
Bussolengo	10.1%	49.5%	38.4%	0.0%	2.1%	100.0%
Buttapietra	64.2%	28.5%	5.8%	0.0%	1.5%	100.0%
Castel d'Azzano	61.8%	31.9%	4.8%	0.0%	1.5%	100.0%
Castelnuovo del Garda	2.3%	42.4%	53.5%	0.0%	1.7%	100.0%
Grezzana	9.0%	64.6%	23.4%	0.0%	2.9%	100.0%
Lavagno	9.3%	28.0%	62.0%	0.0%	0.7%	100.0%
Negrar	6.3%	71.4%	19.5%	0.0%	2.8%	100.0%
Pescantina	14.7%	59.7%	22.9%	0.0%	2.7%	100.0%
San Giovanni Lupatoto	30.4%	35.0%	33.1%	0.0%	1.5%	100.0%
San Martino Buon Albergo	58.3%	13.4%	27.8%	0.0%	0.5%	100.0%
San Pietro in Cariano	0.3%	79.5%	17.3%	0.0%	2.8%	100.0%
Sant'Ambrogio di Valpolicella	7.2%	75.4%	13.9%	0.0%	3.5%	100.0%
Sommacampagna	87.8%	4.8%	6.1%	0.0%	1.4%	100.0%

Sona	6.2%	39.0%	53.2%	0.0%	1.5%	100.0%
Valeggio sul Mincio	0.6%	72.6%	23.4%	0.0%	3.4%	100.0%
Verona	61.8%	19.8%	8.3%	0.0%	10.1%	100.0%
Villafranca di Verona	78.1%	11.1%	4.6%	0.0%	6.2%	100.0%
Zevio	19.1%	47.8%	29.9%	0.0%	3.2%	100.0%

2.1.5.6.2 Gli ossidi di azoto: NO_x

Tabella 2-76: Emissioni di NO_x, espresse in t/anno, ripartite nei macro-comparti individuati.

Comune	**industria**	**riscaldamento**	**traffico**	**agric./allev.**	**altro**	**totale**
Bussolengo	7.8	20.0	356.7	0.0	47.2	431.7
Buttapietra	20.9	6.8	31.3	0.0	22.1	81.1
Castel d'Azzano	22.1	12.1	40.9	0.0	31.8	106.9
Castelnuovo del Garda	5.0	10.1	298.2	0.0	22.5	335.9
Grezzana	6.2	11.8	96.5	0.0	31.6	146.2
Lavagno	4.4	7.0	357.6	0.0	7.9	376.9
Negrar	4.7	19.1	117.1	0.0	41.0	181.9
Pescantina	7.2	14.6	126.1	0.0	37.9	185.8
San Giovanni Lupatoto	37.5	25.1	538.8	0.0	59.6	169.5
San Martino Buon Albergo	107.9	15.4	736.3	0.0	29.1	691.2
San Pietro in Cariano	2.3	14.7	71.9	0.0	28.8	782.0
Sant'Ambrogio di Valpolicella	3.2	11.4	47.3	0.0	30.2	497.9
Sommacampagna	32.9	15.3	453.1	0.0	97.0	679.5
Sona	43.8	16.8	534.3	0.0	52.5	185.0
Valeggio sul Mincio	6.0	12.9	93.5	0.1	37.9	150.3
Verona	993.4	298.2	2833.3	0.1	165.0	3885.3
Villafranca di Verona	77.1	34.6	332.7	0.1	35.0	479.4
Zevio	11.7	14.2	199.6	0.1	64.5	290.0
Totale	1394.0	560.1	7265.0	0.6	841.5	9656.6

Tabella 2-77: Emissione percentuale delle emissioni di NO_x nei macro-comparti individuati.

Comune	**industria**	**riscaldamento**	**traffico**	**agric./allev.**	**altro**	**totale**
Bussolengo	1.8%	4.6%	82.6%	0.0%	10.9%	100.0%
Buttapietra	25.7%	8.4%	38.5%	0.0%	27.3%	100.0%
Castel d'Azzano	20.7%	11.3%	38.2%	0.0%	29.8%	100.0%
Castelnuovo del Garda	1.5%	3.0%	88.8%	0.0%	6.7%	100.0%
Grezzana	4.2%	8.1%	66.0%	0.0%	21.6%	100.0%
Lavagno	1.2%	1.9%	94.9%	0.0%	2.1%	100.0%
Negrar	2.6%	10.5%	64.4%	0.0%	22.5%	100.0%
Pescantina	3.9%	7.9%	67.9%	0.0%	20.4%	100.0%

San Giovanni Lupatoto	5.7%	3.8%	81.5%	0.0%	9.0%	100.0%
San Martino Buon Albergo	12.1%	1.7%	82.8%	0.0%	3.3%	100.0%
San Pietro in Cariano	1.9%	12.5%	61.1%	0.0%	24.4%	100.0%
Sant'Ambrogio di Valpolicella	3.4%	12.4%	51.3%	0.0%	32.8%	100.0%
Sommacampagna	5.5%	2.6%	75.7%	0.0%	16.2%	100.0%
Sona	6.8%	2.6%	82.5%	0.0%	8.1%	100.0%
Valeggio sul Mincio	4.0%	8.6%	62.2%	0.1%	25.2%	100.0%
Verona	23.2%	7.0%	66.0%	0.0%	3.8%	100.0%
Villafranca di Verona	16.1%	7.2%	69.4%	0.0%	7.3%	100.0%
Zevio	4.0%	4.9%	68.8%	0.0%	22.2%	100.0%

2.1.5.6.3 Il monossido di carbonio: CO

Tabella 2-78: Emissioni di CO, espresse in t/anno, ripartite nei macro-comparti individuati.

Comune	**industria**	**riscaldamento**	**traffico**	**agric./allev.**	**altro**	**totale**
Bussolengo	113.0	9.3	1153.0	1.0	80.7	1357.0
Buttapietra	93.5	3.2	97.1	1.0	39.1	234.0
Castel d'Azzano	20.6	5.6	127.0	0.7	41.8	195.7
Castelnuovo del Garda	49.0	4.7	986.2	1.4	58.4	1099.7
Grezzana	48.9	5.5	299.8	0.1	67.9	422.2
Lavagno	26.9	3.3	1155.2	0.3	27.0	1212.6
Negrar	39.9	8.9	363.8	0.0	76.6	489.2
Pescantina	25.1	6.8	391.7	0.2	60.5	484.3
San Giovanni Lupatoto	348.1	11.7	1704.3	0.6	78.7	586.0
San Martino Buon Albergo	108.0	7.2	2366.8	0.7	59.7	1879.9
San Pietro in Cariano	24.9	6.9	223.3	0.2	55.0	2453.7
Sant'Ambrogio di Valpolicella	11.9	5.3	146.8	0.2	41.6	1561.4
Sommacampagna	139.5	7.1	1502.4	1.3	155.0	2071.7
Sona	49.7	7.8	1768.9	1.0	144.0	426.0
Valeggio sul Mincio	83.8	6.0	290.4	2.3	115.2	497.7
Verona	814.4	139.2	8973.3	3.1	817.0	9465.1
Villafranca di Verona	99.7	16.1	1073.7	1.5	257.8	1448.9
Zevio	91.1	6.6	619.9	2.1	125.3	845.1
Totale	2188.1	261.5	23243.6	17.8	2301.1	26730.2

Tabella 2-79: Emissione percentuale delle emissioni di CO nei macro-comparti individuati.

Comune	**industria**	**riscaldamento**	**traffico**	**agric./allev.**	**altro**	**totale**
Bussolengo	8.3%	0.7%	85.0%	0.1%	5.9%	100.0%
Buttapietra	40.0%	1.4%	41.5%	0.4%	16.7%	100.0%
Castel d'Azzano	10.5%	2.9%	64.9%	0.3%	21.4%	100.0%

Castelnuovo del Garda	4.5%	0.4%	89.7%	0.1%	5.3%	100.0%
Grezzana	11.6%	1.3%	71.0%	0.0%	16.1%	100.0%
Lavagno	2.2%	0.3%	95.3%	0.0%	2.2%	100.0%
Negrar	8.2%	1.8%	74.4%	0.0%	15.7%	100.0%
Pescantina	5.2%	1.4%	80.9%	0.0%	12.5%	100.0%
San Giovanni Lupatoto	16.2%	0.5%	79.5%	0.0%	3.7%	100.0%
San Martino Buon Albergo	4.2%	0.3%	93.1%	0.0%	2.3%	100.0%
San Pietro in Cariano	8.0%	2.2%	72.0%	0.1%	17.7%	100.0%
Sant'Ambrogio di Valpolicella	5.8%	2.6%	71.3%	0.1%	20.2%	100.0%
Sommacampagna	7.7%	0.4%	83.2%	0.1%	8.6%	100.0%
Sona	2.5%	0.4%	89.7%	0.1%	7.3%	100.0%
Valeggio sul Mincio	16.8%	1.2%	58.3%	0.5%	23.1%	100.0%
Verona	7.6%	1.3%	83.5%	0.0%	7.6%	100.0%
Villafranca di Verona	6.9%	1.1%	74.1%	0.1%	17.8%	100.0%
Zevio	10.8%	0.8%	73.4%	0.3%	14.8%	100.0%

2.1.5.6.4 Il metano: CH_4

Tabella 2-80: Emissioni di CH_4, espresse in t/anno, ripartite nei macro-comparti individuati.

Comune	**industria**	**riscaldamento**	**traffico**	**agric./allev.**	**altro**	**totale**
Bussolengo	808.4	1.3	11.2	230.6	114.2	1165.9
Buttapietra	3.1	0.4	1.0	109.2	4.9	118.7
Castel d'Azzano	2.4	0.8	1.3	36.3	2.3	43.3
Castelnuovo del Garda	43.8	0.6	9.3	634.2	84.6	792.4
Grezzana	3.7	0.7	3.1	430.1	3.4	441.0
Lavagno	1.1	0.4	11.2	31.0	1.1	44.9
Negrar	3.2	1.2	3.7	64.7	3.3	76.1
Pescantina	5.0	0.9	4.0	251.6	1800.0	2061.5
San Giovanni Lupatoto	7.2	1.6	17.0	129.5	3.1	144.2
San Martino Buon Albergo	1001.1	1.0	23.1	383.3	66.8	1470.6
San Pietro in Cariano	18.4	0.9	2.3	0.0	18.5	61.0
Sant'Ambrogio di Valpolicella	6.0	0.7	1.5	160.3	2.3	183.4
Sommacampagna	474.0	1.0	14.1	972.1	7.5	1488.9
Sona	189.3	1.1	16.7	461.4	21.2	680.7
Valeggio sul Mincio	128.8	0.8	3.0	1685.5	128.8	1953.8
Verona	1032.3	18.9	89.4	570.3	854.9	2560.5
Villafranca di Verona	30.9	2.2	10.4	1726.2	33.8	1832.6
Zevio	5.7	0.9	6.3	1217.6	5.3	1253.1
Totale	3764.4	35.5	228.7	9093.8	3156.0	16372.6

Tabella 2-81: Emissione percentuale delle emissioni di CH_4 nei macro-comparti individuati.

Comune	industria	riscaldamento	traffico	agric./allev.	altro	totale
Bussolengo	69.4%	0.1%	1.0%	19.8%	9.8%	100.0%
Buttapietra	2.6%	0.4%	0.8%	92.0%	4.2%	100.0%
Castel d'Azzano	5.6%	1.8%	3.0%	84.3%	5.3%	100.0%
Castelnuovo del Garda	5.7%	0.1%	1.2%	82.1%	10.9%	100.0%
Grezzana	0.8%	0.2%	0.7%	97.5%	0.8%	100.0%
Lavagno	2.5%	1.0%	25.0%	69.1%	2.4%	100.0%
Negrar	4.2%	1.6%	4.9%	85.0%	4.3%	100.0%
Pescantina	0.2%	0.0%	0.2%	12.2%	87.3%	100.0%
San Giovanni Lupatoto	4.5%	1.0%	10.7%	81.8%	1.9%	100.0%
San Martino Buon Albergo	67.9%	0.1%	1.6%	26.0%	4.5%	100.0%
San Pietro in Cariano	45.9%	2.3%	5.7%	0.0%	46.1%	100.0%
Sant'Ambrogio di Valpolicella	3.5%	0.4%	0.9%	93.9%	1.3%	100.0%
Sommacampagna	32.3%	0.1%	1.0%	66.2%	0.5%	100.0%
Sona	27.4%	0.2%	2.4%	66.9%	3.1%	100.0%
Valeggio sul Mincio	6.6%	0.0%	0.2%	86.6%	6.6%	100.0%
Verona	40.2%	0.7%	3.5%	22.2%	33.3%	100.0%
Villafranca di Verona	1.7%	0.1%	0.6%	95.7%	1.9%	100.0%
Zevio	0.5%	0.1%	0.5%	98.5%	0.4%	100.0%

2.1.5.6.5 L'ammoniaca: NH_3

Tabella 2-82: Emissioni di NH_3, espresse in t/anno, ripartite nei macro-comparti individuati.

Comune	industria	riscaldamento	traffico	agric./allev.	altro	totale
Bussolengo	0.0	0.0	12.1	168.8	0.0	181.0
Buttapietra	1.3	0.0	1.0	99.8	0.0	102.0
Castel d'Azzano	0.0	0.0	1.3	42.5	0.0	43.9
Castelnuovo del Garda	0.0	0.0	10.4	350.2	0.0	360.6
Grezzana	0.0	0.0	3.2	535.5	0.0	538.7
Lavagno	0.0	0.0	12.2	76.2	0.0	88.3
Negrar	0.0	0.0	3.8	93.3	0.0	97.1
Pescantina	52.7	0.0	4.1	578.6	52.7	688.1
San Giovanni Lupatoto	0.0	0.0	18.0	159.3	0.0	160.9
San Martino Buon Albergo	0.1	0.0	24.9	268.3	0.0	286.3
San Pietro in Cariano	17.5	0.0	2.4	2.9	0.0	45.4
Sant'Ambrogio di Valpolicella	0.0	0.0	1.5	90.4	0.0	106.2
Sommacampagna	0.0	0.0	15.8	624.6	0.0	643.2
Sona	0.0	0.0	18.6	390.6	0.0	393.0

Valeggio sul Mincio	0.0	0.0	3.1	1038.3	0.0	1041.4
Verona	14.2	0.0	94.5	500.5	0.1	595.8
Villafranca di Verona	0.0	0.0	11.3	876.9	0.0	888.2
Zevio	31.5	0.0	6.5	820.9	0.0	859.0
Totale	117.3	0.0	244.8	6717.7	52.9	7119.2

Tabella 2-83: Emissione percentuale delle emissioni di NH_3 nei macro-comparti individuati.

Comune	**industria**	**riscaldamento**	**traffico**	**agric./allev.**	**altro**	**totale**
Bussolengo	0.0%	0.0%	6.7%	93.3%	0.0%	100.0%
Buttapietra	1.2%	0.0%	1.0%	97.8%	0.0%	100.0%
Castel d'Azzano	0.0%	0.0%	3.0%	96.9%	0.0%	100.0%
Castelnuovo del Garda	0.0%	0.0%	2.9%	97.1%	0.0%	100.0%
Grezzana	0.0%	0.0%	0.6%	99.4%	0.0%	100.0%
Lavagno	0.0%	0.0%	13.8%	86.2%	0.0%	100.0%
Negrar	0.0%	0.0%	3.9%	96.0%	0.0%	100.0%
Pescantina	7.7%	0.0%	0.6%	84.1%	7.7%	100.0%
San Giovanni Lupatoto	0.0%	0.0%	10.1%	89.9%	0.0%	100.0%
San Martino Buon Albergo	0.0%	0.0%	8.5%	91.5%	0.0%	100.0%
San Pietro in Cariano	76.8%	0.0%	10.3%	12.8%	0.0%	100.0%
Sant'Ambrogio di Valpolicella	0.0%	0.0%	1.7%	98.3%	0.0%	100.0%
Sommacampagna	0.0%	0.0%	2.5%	97.5%	0.0%	100.0%
Sona	0.0%	0.0%	4.6%	95.4%	0.0%	100.0%
Valeggio sul Mincio	0.0%	0.0%	0.3%	99.7%	0.0%	100.0%
Verona	2.3%	0.0%	15.5%	82.1%	0.0%	100.0%
Villafranca di Verona	0.0%	0.0%	1.3%	98.7%	0.0%	100.0%
Zevio	3.7%	0.0%	0.8%	95.6%	0.0%	100.0%

2.1.5.6.6 Le polveri sottili: PM_{10}

Tabella 2-84: Emissioni di PM_{10}, espresse in t/anno, ripartite nei macro-comparti individuati.

Comune	**industria**	**riscaldamento**	**traffico**	**agric./allev.**	**altro**	**totale**
Bussolengo	18.2	0.2	28.9	3.6	3.9	54.9
Buttapietra	11.1	0.1	2.6	3.1	1.9	18.8
Castel d'Azzano	13.0	0.1	3.4	1.1	2.3	19.9
Castelnuovo del Garda	4.7	0.1	23.9	1.3	2.3	32.3
Grezzana	9.9	0.1	8.0	25.0	2.9	45.9
Lavagno	3.1	0.1	29.0	4.3	0.9	37.3
Negrar	6.2	0.2	9.7	4.6	3.5	24.2
Pescantina	3.0	0.2	10.4	28.0	1.0	42.5
San Giovanni Lupatoto	108.2	0.3	44.1	6.0	4.2	122.6

San Martino Buon Albergo	10.2	0.2	59.8	6.6	2.5	63.5
San Pietro in Cariano	5.3	0.2	5.9	0.0	1.5	66.7
Sant'Ambrogio di Valpolicella	19.4	0.1	3.9	0.9	2.3	58.9
Sommacampagna	31.9	0.2	36.3	8.4	4.1	87.4
Sona	20.8	0.2	42.8	9.1	3.6	39.6
Valeggio sul Mincio	5.8	0.2	7.7	16.2	4.6	34.3
Verona	224.0	3.6	231.6	13.1	33.1	472.4
Villafranca di Verona	10.4	0.4	27.0	3.9	9.3	51.0
Zevio	27.2	0.2	16.5	11.2	6.1	61.1
Totale	532.4	6.7	591.3	146.2	90.0	1333.5

Tabella 2-85: Emissione percentuale delle emissioni di PM_{10} nei macro-comparti individuati.

Comune	**industria**	**riscaldamento**	**traffico**	**agric./allev.**	**altro**	**totale**
Bussolengo	33.2%	0.4%	52.6%	6.6%	7.1%	100.0%
Buttapietra	59.1%	0.4%	13.7%	16.3%	10.4%	100.0%
Castel d'Azzano	65.1%	0.7%	16.9%	5.5%	11.7%	100.0%
Castelnuovo del Garda	14.6%	0.4%	73.9%	3.9%	7.2%	100.0%
Grezzana	21.6%	0.3%	17.3%	54.4%	6.3%	100.0%
Lavagno	8.2%	0.2%	77.6%	11.6%	2.4%	100.0%
Negrar	25.8%	0.9%	39.9%	18.9%	14.5%	100.0%
Pescantina	7.1%	0.4%	24.4%	65.7%	2.4%	100.0%
San Giovanni Lupatoto	66.5%	0.2%	27.1%	3.7%	2.6%	100.0%
San Martino Buon Albergo	12.9%	0.2%	75.5%	8.3%	3.1%	100.0%
San Pietro in Cariano	40.9%	1.4%	46.1%	0.0%	11.7%	100.0%
Sant'Ambrogio di Valpolicella	73.0%	0.5%	14.7%	3.3%	8.5%	100.0%
Sommacampagna	39.5%	0.2%	44.8%	10.4%	5.1%	100.0%
Sona	27.2%	0.3%	55.9%	11.9%	4.7%	100.0%
Valeggio sul Mincio	16.8%	0.4%	22.4%	47.0%	13.3%	100.0%
Verona	44.3%	0.7%	45.8%	2.6%	6.5%	100.0%
Villafranca di Verona	20.5%	0.8%	52.9%	7.6%	18.2%	100.0%
Zevio	44.6%	0.3%	26.9%	18.3%	10.0%	100.0%

Per una migliore visione d'insieme, i Comuni sono stati aggregati in quattro gruppi, ciascuno contenente i Comuni affini per localizzazione geografica, caratteristiche del territorio e tipologia di problematiche evidenziate:

- Gruppo 1: Verona, Grezzana;
- Gruppo 2: Castelnuovo del Garda, Sommacampagna, Sona, Valeggio sul Mincio, Villafranca di Verona;

- Gruppo 3: Buttapietra, Castel d'Azzano, Lavagno, S. Giovanni Lupatoto, S. Martino Buon Albergo, Zevio;
- Gruppo 4: Bussolengo, Negrar, Pescantina, S. Pietro in Cariano, Sant'Ambrogio di Valpolicella.

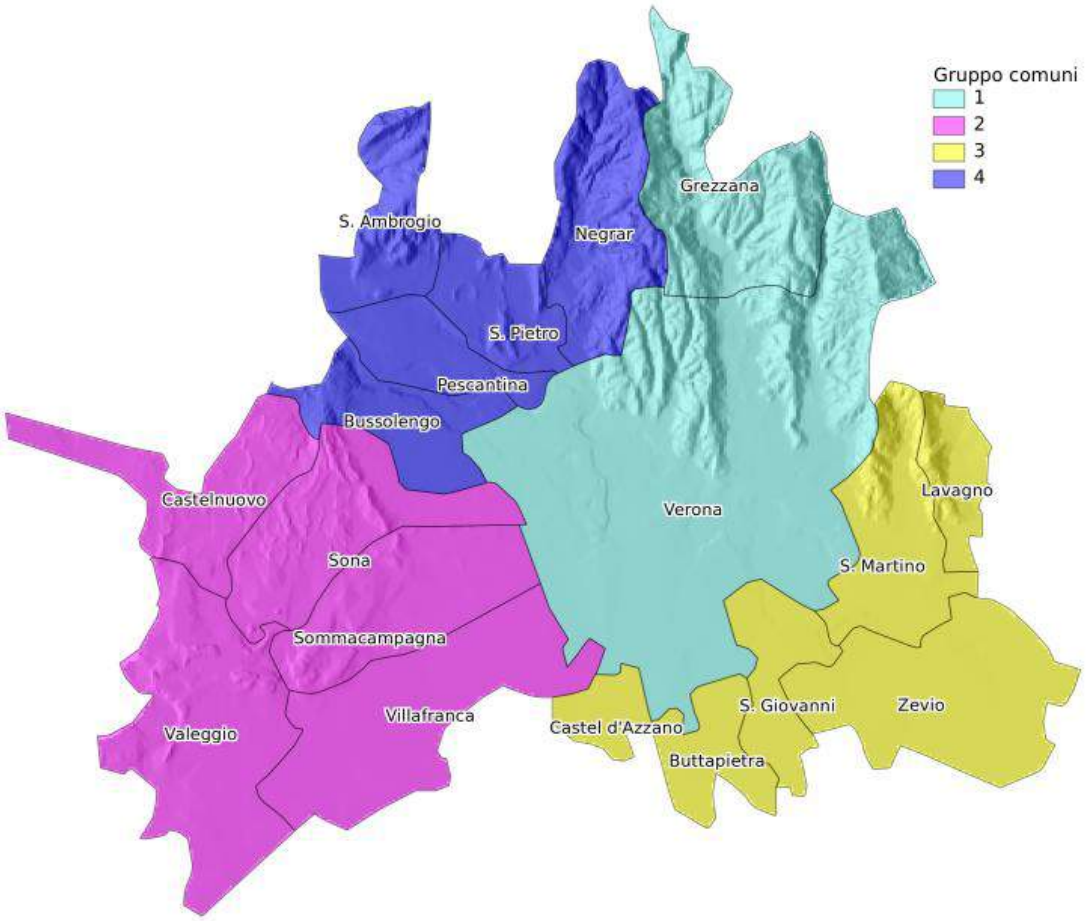


Figura 2-94: Mappa dei 4 gruppi di Comuni individuati.

Per ciascun gruppo, sono state calcolate le emissioni provenienti dai diversi settori sommando quelle dei singoli Comuni che appartengono a ciascun gruppo. I risultati sono mostrati di seguito.

Gruppo 1

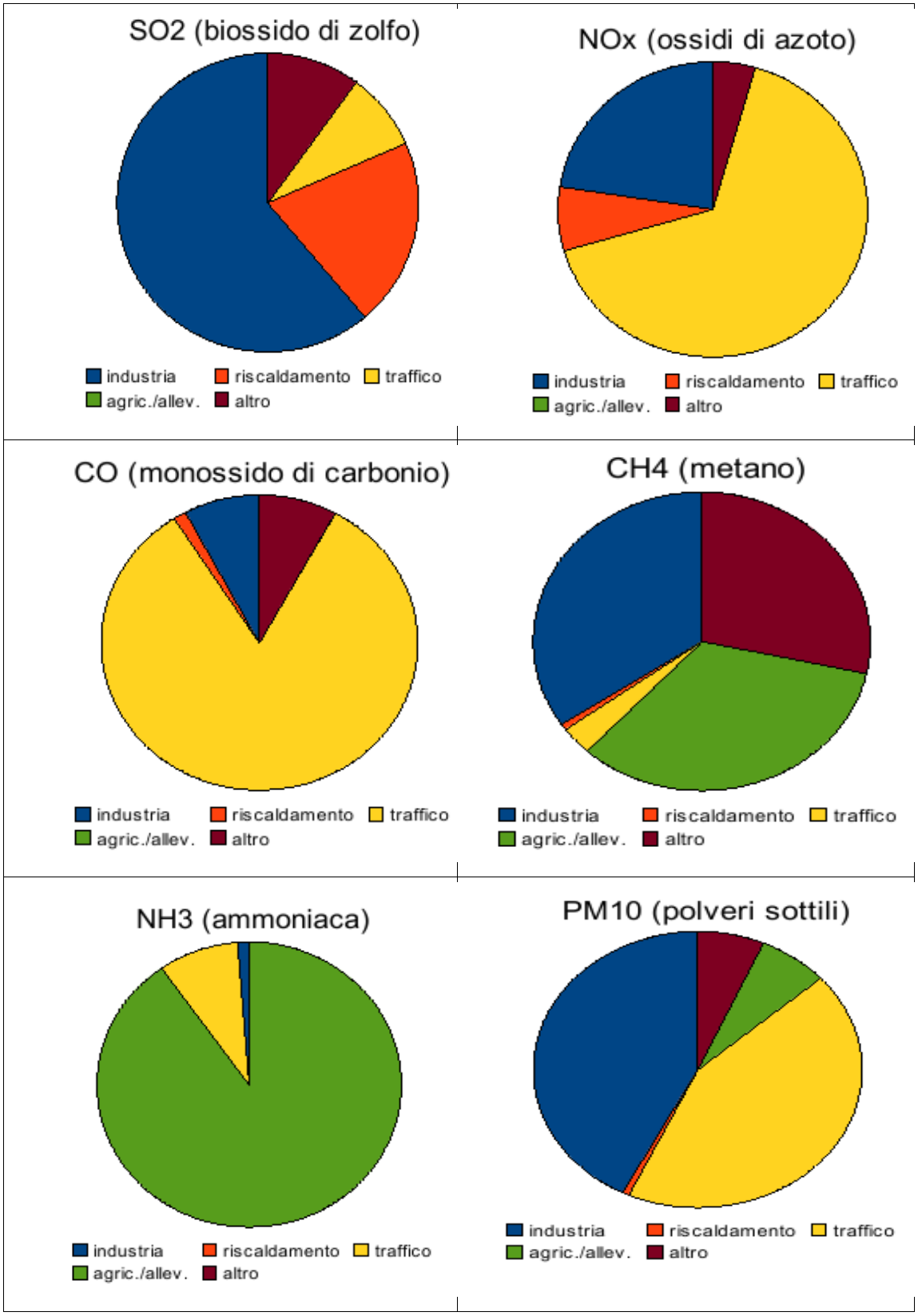


Figura 2-95: Ripartizione delle emissioni nei diversi macrosettori per il gruppo 1.

Come si può osservare dall'analisi dei grafici in Figura 2-95, l'origine del biossido di zolfo è principalmente industriale, mentre gli ossidi di azoto derivano maggiormente dal traffico e in

parte anche dall'industria. Per quanto riguarda il PM_{10}, il contributo del traffico e dell'industria sono praticamente equivalenti.

Gruppo 2

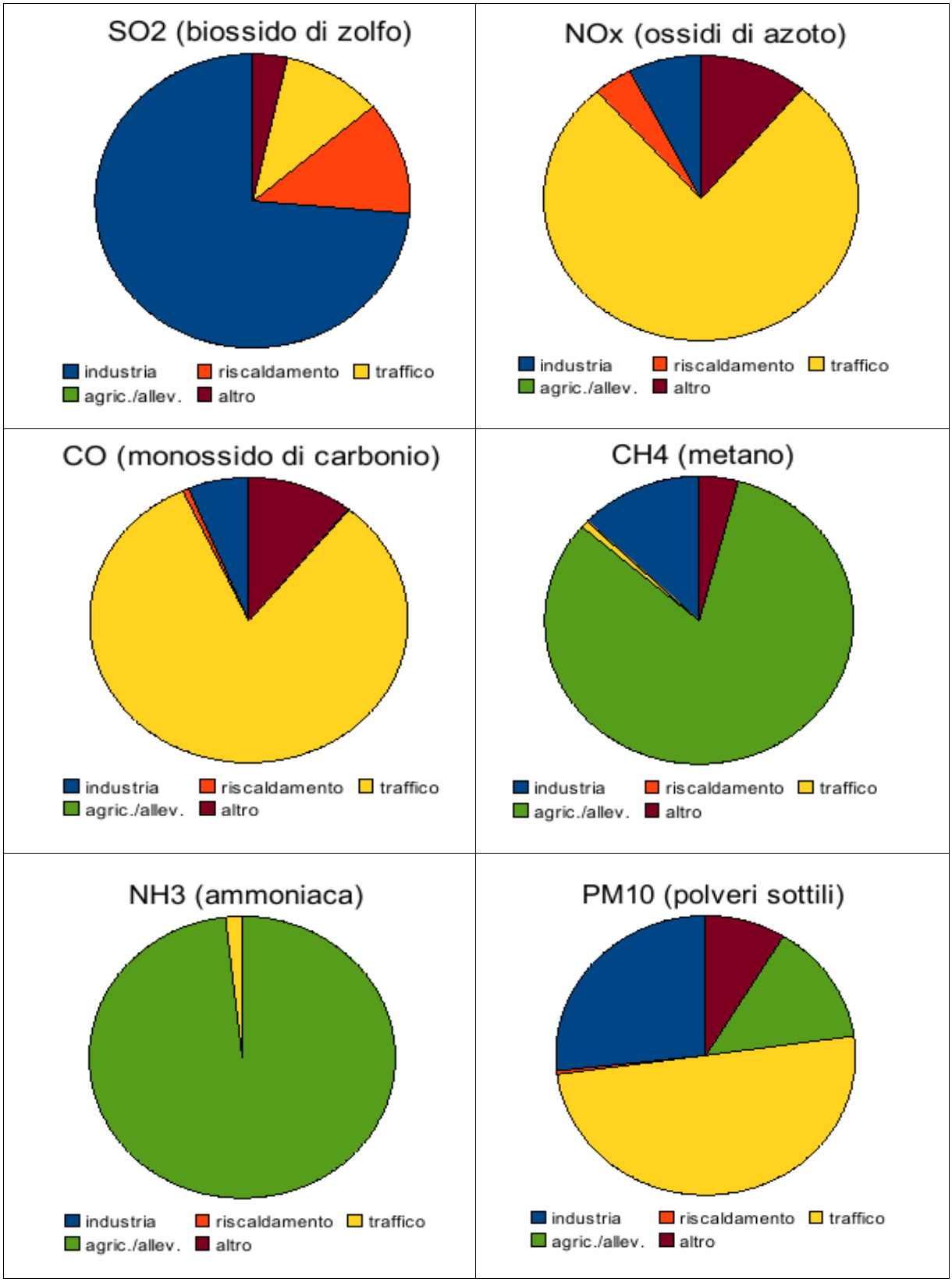
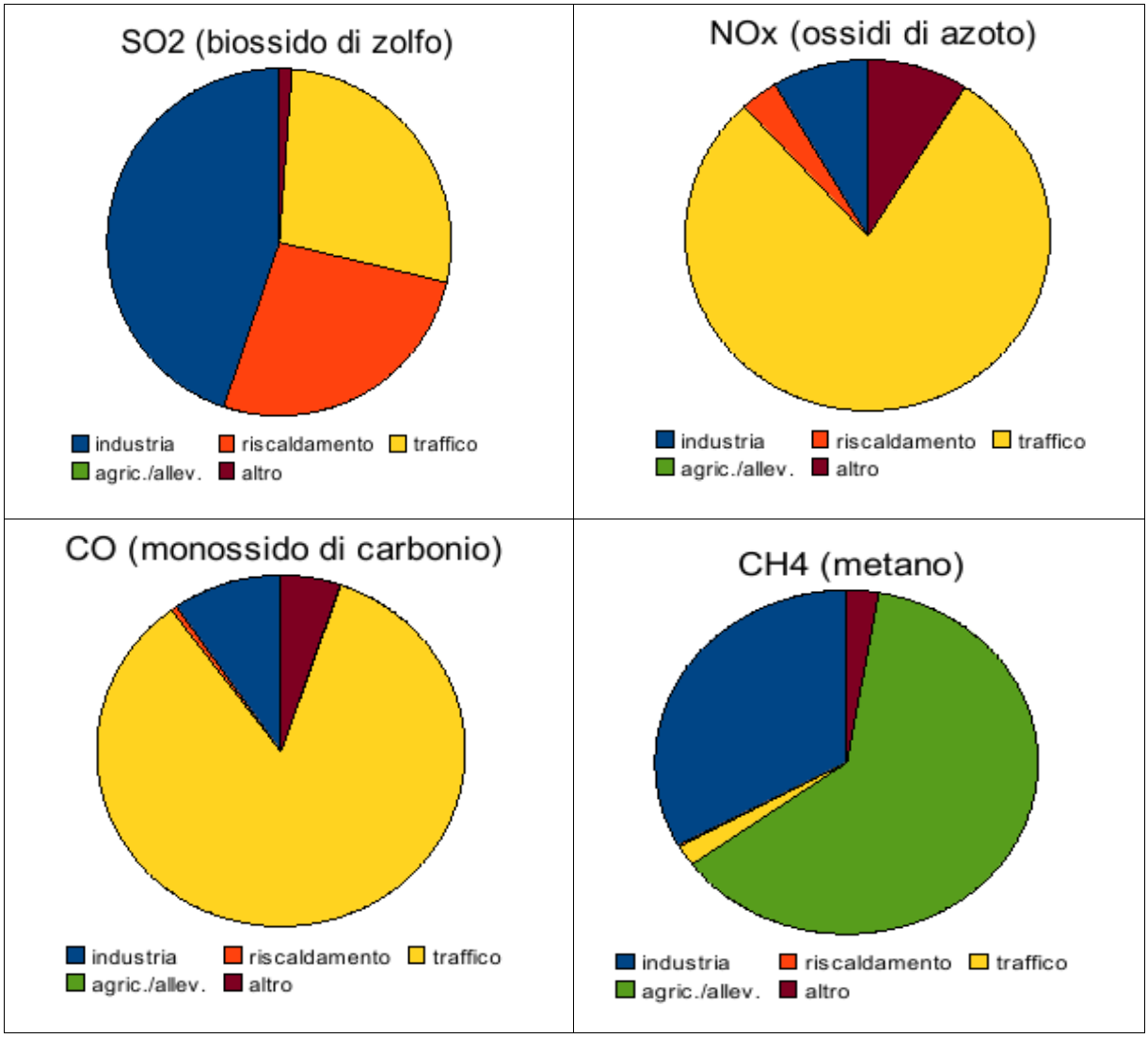


Figura 2-96: Ripartizione delle emissioni nei diversi macrosettori per il gruppo 2.

Come si può osservare dall'analisi dei grafici in Figura 2-96, gli ossidi di azoto derivano in misura preponderante dal traffico e che anche il PM_{10} è maggiormente originato dal traffico (circa per il 50%) e in misura minore da industria e allevamenti e agricoltura.

Gruppo 3



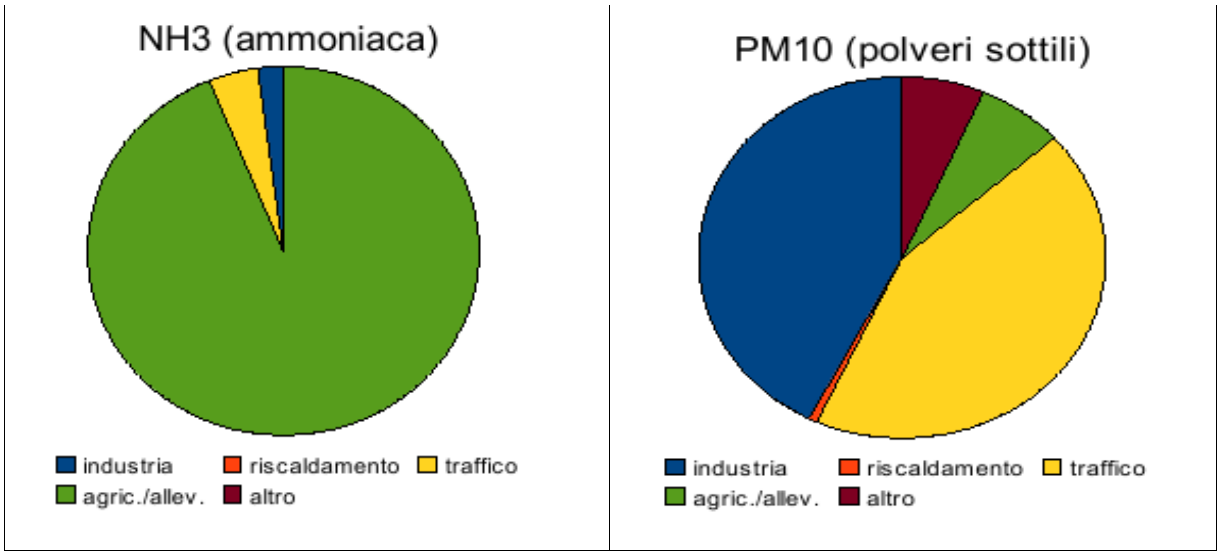
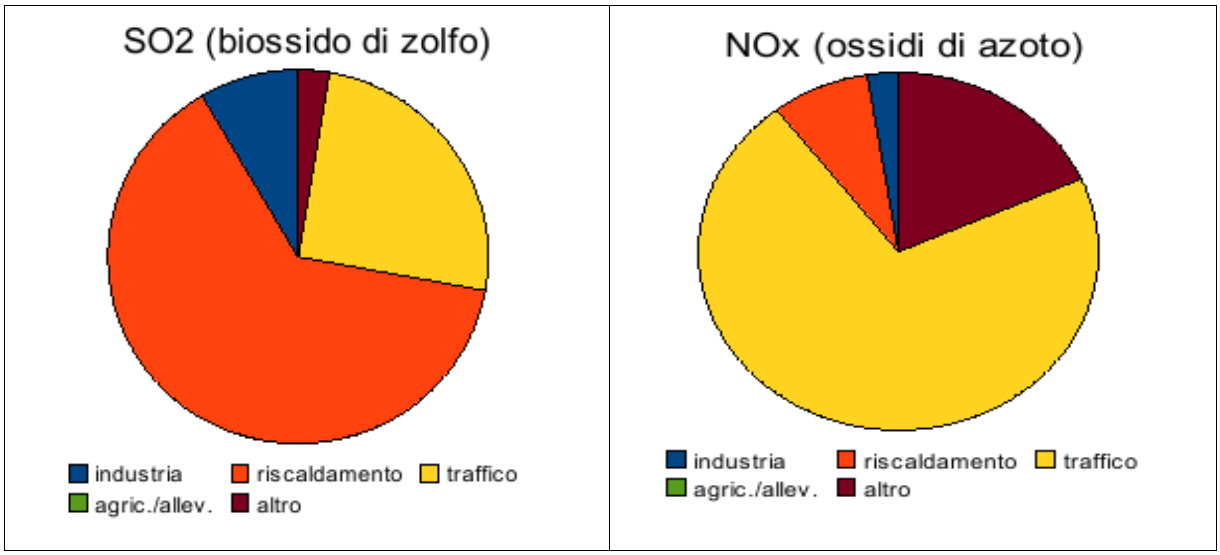


Figura 2-97: Ripartizione delle emissioni nei diversi macrosettori per il gruppo 3.

Come si può osservare dall'analisi dei grafici in Figura 2-97, si è stimato che gli ossidi di azoto derivino in misura preponderante dal traffico mentre il ruolo dell'industria risulta in questo caso marginale. Per il PM_{10} invece si osserva che il contributo del traffico e dell'industria sono essenzialmente equivalenti, con una leggera prevalenza dell'industria. Gli allevamenti e l'agricoltura danno un contributo modesto alla formazione di PM_{10}.

Gruppo 4



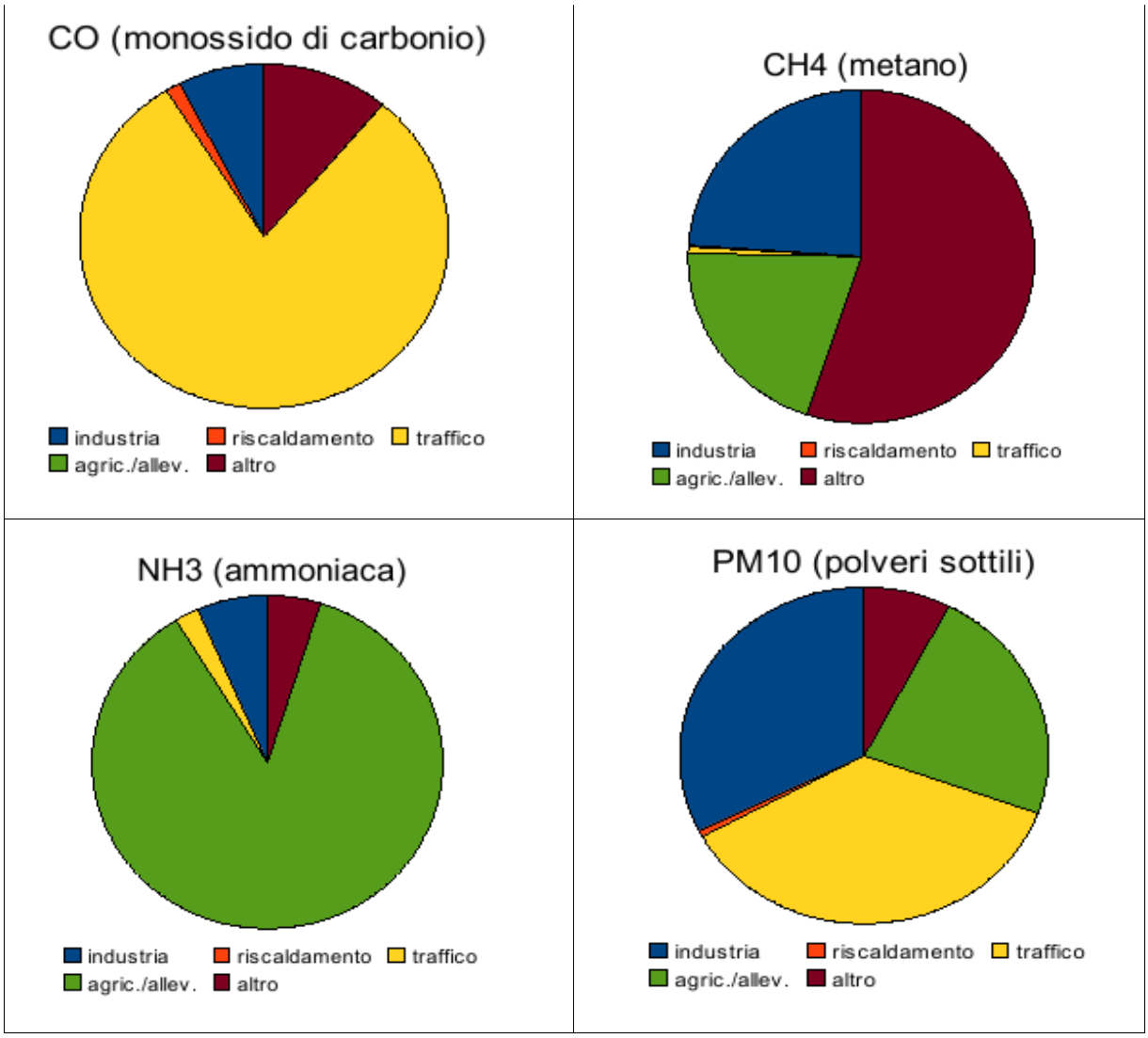


Figura 2-98: Ripartizione delle emissioni nei diversi macrosettori per il gruppo 4.

Come si può osservare dall'analisi dei grafici in Figura 2-98, si è stimato che gli ossidi di azoto derivino in misura preponderante dal traffico mentre il ruolo dell'industria risulta in questo caso marginale. Per il PM_{10} invece si osserva che il contributo del traffico e dell'industria sono essenzialmente equivalenti, con una leggera prevalenza del traffico. Gli allevamenti e l'agricoltura danno un contributo importante alla formazione di PM_{10}.

2.1.5.7 Inquinamento di fondo diffuso nel bacino della Pianura Padana

Diversi studi sull'argomento, effettuati anche da varie Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente, mostrano che la qualità dell'aria della zona risente fortemente della situazione presente complessivamente nella pianura Padana, specialmente in assenza di venti o in presenza di venti deboli, condizione peraltro molto frequente con particolare riferimento al periodo invernale.

Un piano di qualità dell'aria non è il luogo dove effettuare uno studio dettagliato sul background. Al fine di approfondire e validare questa valutazione sarebbe comunque utile

disporre di dati da campionamenti di inquinanti in siti remoti distribuiti sul territorio provinciale e regionale. Informazioni utili sul possibile apporto di inquinanti da aree esterne al bacino dei 18 Comuni e, più in generale, alla Provincia di Verona, possono essere dedotte dall'analisi dei dati di qualità dell'aria e dei dati meteorologici registrati dalle centraline di ARPAV. In Veneto oltre a Boscochiesanuova ci sono Passo Valles, Parco colli Euganei, Cavaso del Tomba, Asiago Cima Ekart. Tali campionamenti permetterebbero infatti di ricostruire lo scenario della qualità dell'aria di background sul territorio, che è legato prevalentemente alla dispersione su meso-scala degli inquinanti. Di particolare interesse sarebbe il campionamento e l'analisi della composizione chimica del particolato atmosferico in aree remote, il che permetterebbe di ottenere informazioni utili sulla formazione del particolato primario e secondario e sulle possibili sorgenti.

Attualmente, sul territorio della Provincia di Verona esiste una sola stazione fissa di rilevamento degli inquinanti posta in luogo remoto parzialmente rappresentativa di una "vera" situazione di background in un'area ad orografia complessa: si tratta della centralina di Bosco Chiesanuova, nella quale vengono misurati CO, NO_x, SO_2, O_3 e dove dal 2007 è stata avviata anche la misura del PM_{10}.

Il campionamento in siti remoti può permettere anche di identificare, almeno parzialmente, e di seguire l'evoluzione spaziale e temporale di singoli eventi di distribuzione del particolato atmosferico correlato a trasporti a lungo raggio, come la dispersione di polveri di origine desertica o comunque di origine naturale (es. aerosol marino). Il bacino del Mediterraneo rappresenta un'area soggetta a tale tipo di fenomeni in quanto masse d'aria d'origine sahariana, in presenza di condizioni anticicloniche persistenti e forti venti da Sud, possono trasportare sul continente europeo elevate quantità di particolato solido; la distanza coperta è legata al tempo di residenza in atmosfera e tanto più lungo quanto più ridotto è il diametro delle particelle. L'incidenza delle condizioni meteo che portano a questo fenomeno è, per l'Italia settentrionale, dell'ordine di pochi punti percentuali. Ne consegue che il trasporto di inquinanti di origine antropica dal bacino della Pianura Padana, è significativamente più importante in termini di afflusso di massa dalle regioni confinanti (Barnaba e Gobbi, 2004).

Il trasporto di masse d'aria da Sud in presenza di forti situazioni avvettive può essere rapportato, almeno in linea di massima, alla rosa dei venti di una stazione più elevata rispetto alla pianura in quota. Verificando quella di Bosco Chiesanuova si evince come valori di vento elevati (> 5 m/s) corrispondano ad una frequenza di accadimento inferiore al 4%. Di questi eventi, peraltro, non tutti corrispondono a condizioni meteorologiche continentali tali da indurre un trasporto di polveri da aree esterne, ma possono essere sufficienti a indurre un afflusso di aria dal bacino padano.

È comunque possibile, in linea teorica, dedurre in maniera più precisa i percorsi delle polveri sottili originatesi sul bacino del Mediterraneo tramite tecniche modellistiche avanzate, che consistono sostanzialmente nell'applicazione di algoritmi di simulazione lagrangiana (backward particle tracking). Il tracciamento all'indietro delle traiettorie, nell'ipotesi di

conoscere le condizioni meteorologiche su tutto il continente con risoluzione spazio temporale adeguato, consente di risalire alle aree di origine del particolato. Altro metodo consiste nell'analisi di foto da satellite, da cui è possibile dedurre lo spessore dello strato di polveri e il loro trasporto nel tempo. Si tratta, in ambedue i casi, di tecniche avanzate e complesse che richiedono elevate risorse di calcolo computerizzato.
Altri aspetti riguardanti l'inquinamento da aree esterne sono riportati nel paragrafo 4.5.

2.1.6 Approfondimenti: analisi di alcuni casi pilota selezionati

Alla base della valutazione dell'impatto sulla salute determinato dalla presenza di inquinanti in atmosfera vi è la valutazione quantitativa delle concentrazioni degli stessi. Particolare importanza riveste a tal fine la stima della presenza di contaminanti nelle masse d'aria che si trovano a più diretto contatto con la popolazione. Il destino delle sostanze inquinanti emesse in un determinato punto è governato da molteplici fattori: le caratteristiche fisiche degli strati d'aria sovrastanti che ne determinano la diffusione, i processi di rimozione che ne influenzano il tempo di permanenza in atmosfera, le trasformazioni chimiche che creano, a loro volta, altre sostanze.
Le tecniche di simulazione mediante modelli numerici rappresentano quindi un notevole strumento che permette di arrivare ad avere una stima realistica della concentrazione di inquinanti in aria, anche in assenza di stazioni di misura. Infatti, simulando i processi fisici e chimici alla base del fenomeno della dispersione atmosferica, è possibile valutare l'impatto di una sorgente sulla qualità dell'aria. Un'applicazione tipica della modellistica è il calcolo a scala locale della diffusione e del trasporto di inquinanti immessi in atmosfera da una sorgente di emissione specifica, sia essa rappresentata da una sorgente puntuale, come un camino, da una sorgente lineare, come una strada, areale o volumetrica, come ad esempio un'area industriale o una discarica.
Alla base della possibilità di avvalersi dello strumento della modellistica nel campo della valutazione della qualità dell'aria vi è la necessità di possedere determinate informazioni in ingresso, come le caratteristiche del territorio in esame (orografia, uso del suolo, rugosità, etc...), la descrizione delle condizioni meteorologiche (vento e turbolenza) e ovviamente la caratterizzazione delle sorgenti emissive (inventario delle emissioni). Le informazioni devono essere il più possibile affidabili e complete affinché il risultato della modellazione risulti verosimile.
Esistono numerose tipologie di modelli utilizzabili: la scelta del modello ottimale dipende da diversi fattori come la scala temporale a cui si fa riferimento, la scala spaziale a cui si osserva il fenomeno e le caratteristiche della sorgente.
Le potenzialità derivanti dall'utilizzo dei modelli di dispersione sono molto elevate, ma è necessario che i dati in ingresso, tra cui quelli relativi alle emissioni, siano completi e affidabili. Per questa ragione, in mancanza di un inventario delle emissioni non è possibile

valutare le concentrazioni sull'intera area in esame, perché si otterrebbero risultati parziali e non attendibili.

Si è perciò ritenuto utile in questo contesto effettuare alcune applicazioni specifiche, per approfondire lo studio di alcuni casi ritenuti particolarmente critici e rappresentativi per quanto riguarda la qualità dell'aria. In particolare si sono analizzate nel dettaglio tre diverse tipologie di sorgenti:

a. il caso di una emissione da una sorgente puntuale corrispondente ad un'azienda (§2.1.6.1);
b. il caso di emissione da sorgente lineare corrispondente a un tratto stradale in area urbana (§2.1.6.2);
c. il caso di emissioni da una sede autostradale avvalendosi dei risultati del progetto europeo Interreg III ALPNAP[7] (che ha visto il coinvolgimento tra gli altri dell'Università di Trento e del Dipartimento ARPAV di Verona) nell'ambito del quale è stato valutato, tra le altre cose, l'impatto di un'importante arteria (l'autostrada A22 Modena Brennero), valutando anche il rischio per la salute umana (§2.1.6.3).

Queste applicazioni selezionate costituiscono casi pilota rappresentativi di una metodologia di studio dettagliata, che potrà essere in futuro applicata in altri contesti analoghi del territorio. I risultati infatti non sono automaticamente trasferibili ad altri casi, per quanto apparentemente "simili": tuttavia si può applicare in maniera analoga, fatti i dovuti adattamenti, la metodologia.

Effettuando analoghe simulazioni - con gli opportuni scenari di traffico, emissioni, condizioni meteorologiche, esposizione della popolazione, ecc. - si possono derivare importanti proiezioni sui livelli di concentrazioni attesi e sul rischio per la salute connesso. In tal senso, queste simulazioni costituiscono un indispensabile strumento di supporto delle decisioni per poter valutare i differenti effetti che i diversi interventi possono determinare a seconda delle condizioni di attuazione. Ciò presuppone necessariamente la disponibilità di un set di dati di input necessari a descrivere in maniera sufficientemente accurata l'emissione degli inquinanti, così come le condizioni che ne determinano la dispersione e la ricaduta al suolo.

Peraltro, non è pensabile che l'applicazione di tali metodologie conoscitive possa essere svolta in proprio dai Comuni: competono piuttosto agli organi tecnici a cui è demandata la valutazione della qualità ambientale e la protezione dell'ambiente e della salute.

Si ricorda ad esempio che il Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona ha utilizzato in passato il modello ADSM Urban, unitamente al software Emit (modulo per la determinazione delle emissioni) per valutare le concentrazioni di inquinanti da traffico in area urbana. ADSM Urban è un modello avanzato che consente la simulazione anche di situazioni complesse come la presenza di "strade a canyon".

[7] "Monitoraggio e minimizzazione dell'inquinamento acustico ed atmosferico causato dal traffico veicolare lungo le principali vie di comunicazione alpine". www.alpnap.org

2.1.6.1 Impianto produttivo

Come caso rappresentativo della dispersione degli inquinanti in uscita da una sorgente puntuale si è adottata la Mondadori Printing S.p.A. La scelta è stata motivata, non dal fatto che essa sia per qualche motivo il caso critico più eclatante, bensì per il fatto che per l'impianto in questione risultano disponibili i dati relativi alle emissioni autorizzate con un elevato grado di descrizione. Inoltre essa si trova inserita in un contesto fortemente urbanizzato, per cui la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria può risultare utile nell'ottica di stimare il rischio per la salute dei cittadini. L'obiettivo dell'approfondimento è stato quello di individuare eventuali criticità, relativamente all'esposizione della popolazione agli inquinanti emessi, in funzione di differenti modalità di rilascio in atmosfera.
Per la determinazione delle emissioni si sono utilizzati i dati contenuti nella scheda allegata alla pratica relativa alla autorizzazione alle emissioni in atmosfera dell'impianto.
L'attenzione si è focalizzata in particolare sulle emissioni di ossidi di azoto (NO_x), biossido di zolfo (SO_2), polveri totali (PTS) e infine di cromo esavalente ($Cr^{(VI)}$). Questa specie, pur non rientrando in senso stretto nell'ambito degli inquinanti atmosferici (come definiti dal D. Lgs. 351/99 e ss. mm. e richiamati nel Capitolo 1 del presente lavoro) presenta un contributo significativo in termini di rischio per la salute.

Figura 2-99: Localizzazione dell'impianto della Mondadori Printing.

Dalla documentazione risulta che le emissioni sono localizzate in numerosi punti di emissione, tutti a bassa quota, dal momento che tutti i camini presentano un'altezza inferiore a

25 m. Per gli inquinanti considerati, si sono sommati i contributi di tutti i camini ottenendo le emissioni totali riportate in Tabella 2-86.

Tabella 2-86: Emissioni totali autorizzate: impianto produttivo Mondadori Printing S.p.A.

Sostanza	Emissione annua
NO_x	70.6 t/anno
SO_2	12.9 t/anno
PTS	24.4 t/anno
$Cr^{(VI)}$	19.8 kg/anno ([8])

Per ciascun camino (per un totale di 16 camini), si è tenuto conto della temperatura, della portata dei fumi e del diametro del camino stesso. Si tenga conto che lo scenario evidenziato equivale allo scenario peggiore possibile corrispondente all'ipotesi che le emissioni dell'industria eguaglino costantemente il limite autorizzativo.
La simulazione è stata condotta con il modello ISC, sviluppato e implementato dall'U.S. EPA (United States Environmental Protection Agency). ISC è un modello gaussiano tridimensionale stazionario che fornisce i valori di concentrazione media annua e di deposizione al suolo su base annua dovute alle emissione sia da sorgenti puntiformi che areali. Il modello è fondato sulla soluzione dell'equazione della convezione-diffusione, con opportune modifiche che consentono di tenere conto in maniera approssimata di condizioni meteorologiche ed orografiche complesse (variazione dell'altimetria e della direzione dei flussi d'aria da punto a punto). Il modello considera la soluzione stazionaria dell'equazione: si ipotizza quindi che le scale temporali di variazione delle condizioni meteorologiche e dei parametri chimico-fisici caratteristici delle emissioni risultino sufficientemente lente e che sia dunque lecito assumere che il campo di concentrazione si adatti istantaneamente alle diverse condizioni meteorologiche che si susseguono nel tempo. Tale ipotesi viene usualmente adottata nei modelli di dispersione di inquinanti e pare del tutto giustificata quando l'obiettivo dello studio, come nel caso in esame, è quello di fornire una valutazione delle concentrazioni su base annua.
Il dominio di calcolo utilizzato è un quadrato di lato pari a 4 km; si è scelta una risoluzione orizzontale di griglia pari a 40 m. I dati meteorologici forniti come input al modello sono quelli della stazione ARPAV di Verona, via Dominutti, relativi all'anno 2007. Il modello utilizza i dati relativi a velocità e direzione del vento, temperatura dell'aria, pioggia e radiazione solare.

[8] L'emissione deriva dai camini del reparto cromatura dei cilindri per la stampa rotocalco. L'emissione di tali camini è legata al numero settimanale di cilindri da preparare che a sua volta dipende dal tipo di stampa: grossa tiratura, piccola o media (Comunicazione ARPAV in data 25/03/2010). Il valore in tabella si riferisce al caso limite di funzionamento continuo di tale attività con riferimento al valore ci concentrazioni in emissioe autorizzato.

Le mappe di concentrazione media annua per ciascun inquinante considerato e ottenute dalla simulazione condotta sul dominio in esame sono riportate di seguito.

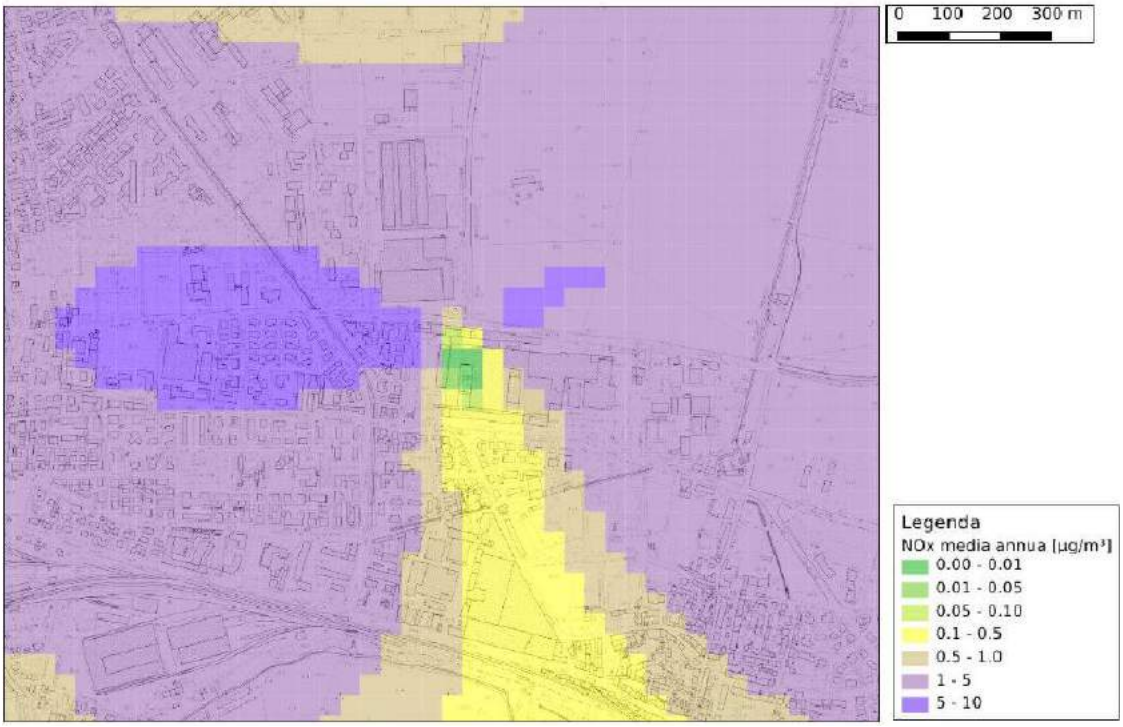


Figura 2-100: Mappa delle concentrazioni medie annue di NO_x (valori autorizzati).

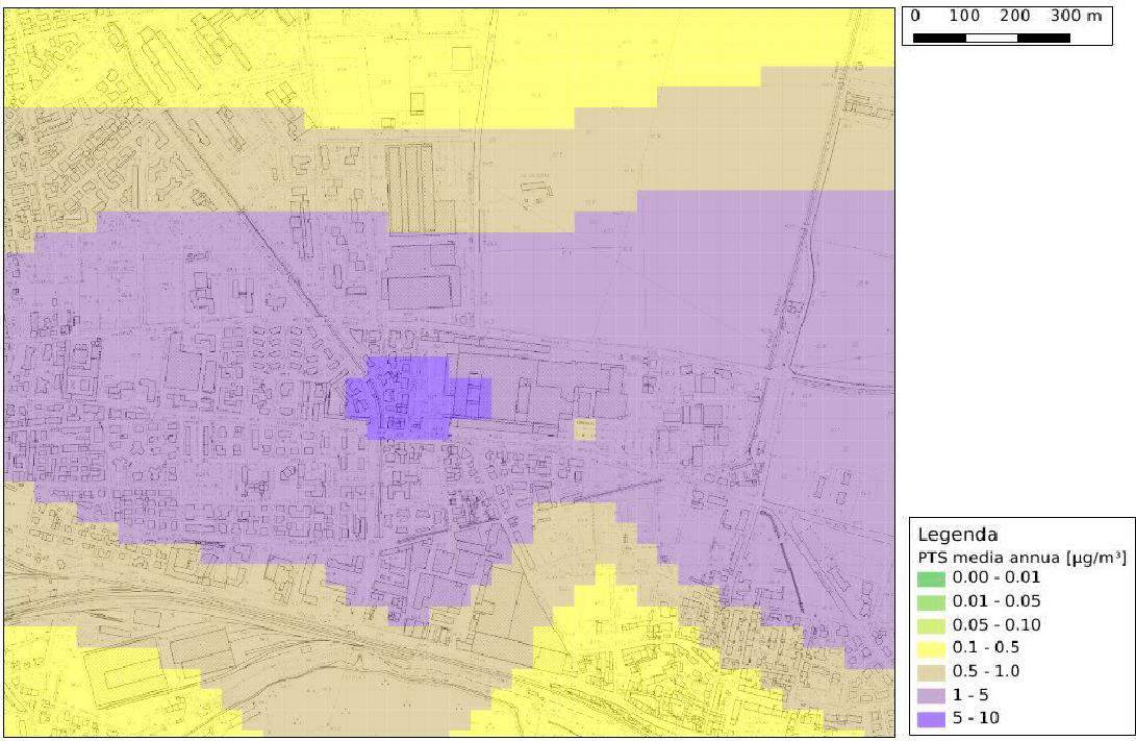


Figura 2-101: Mappa delle concentrazioni medie annue di PTS (valori autorizzati).

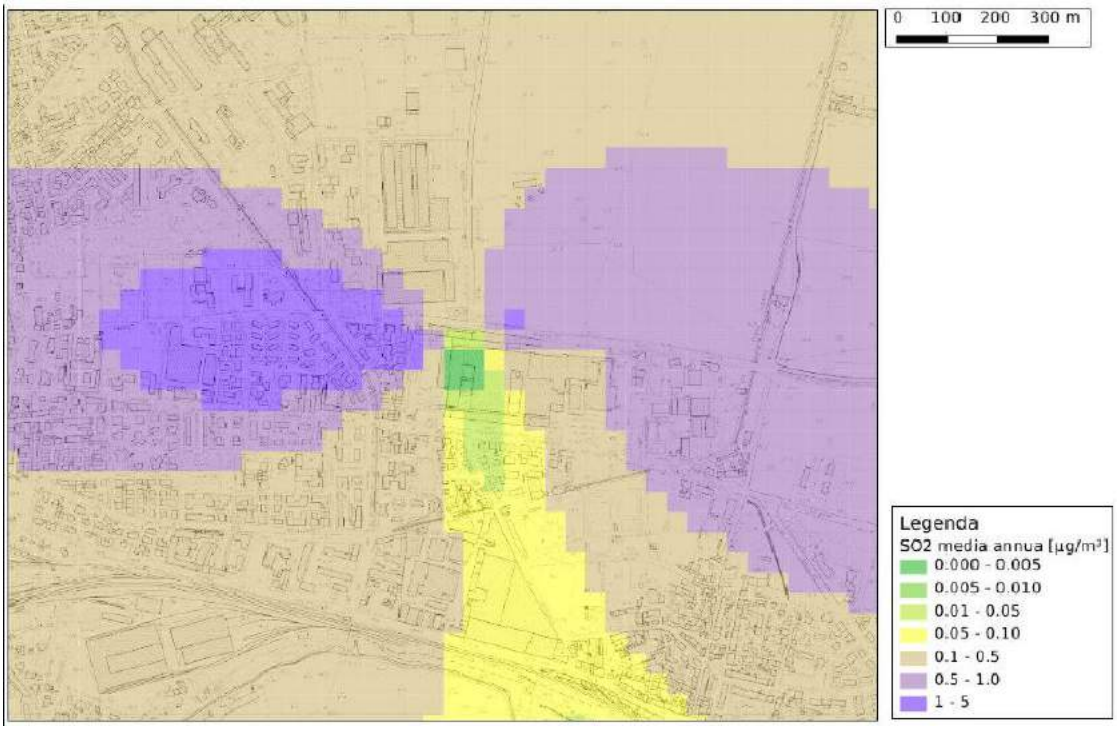


Figura 2-102: Mappa delle concentrazioni medie annue di SO_2 (valori autorizzati).

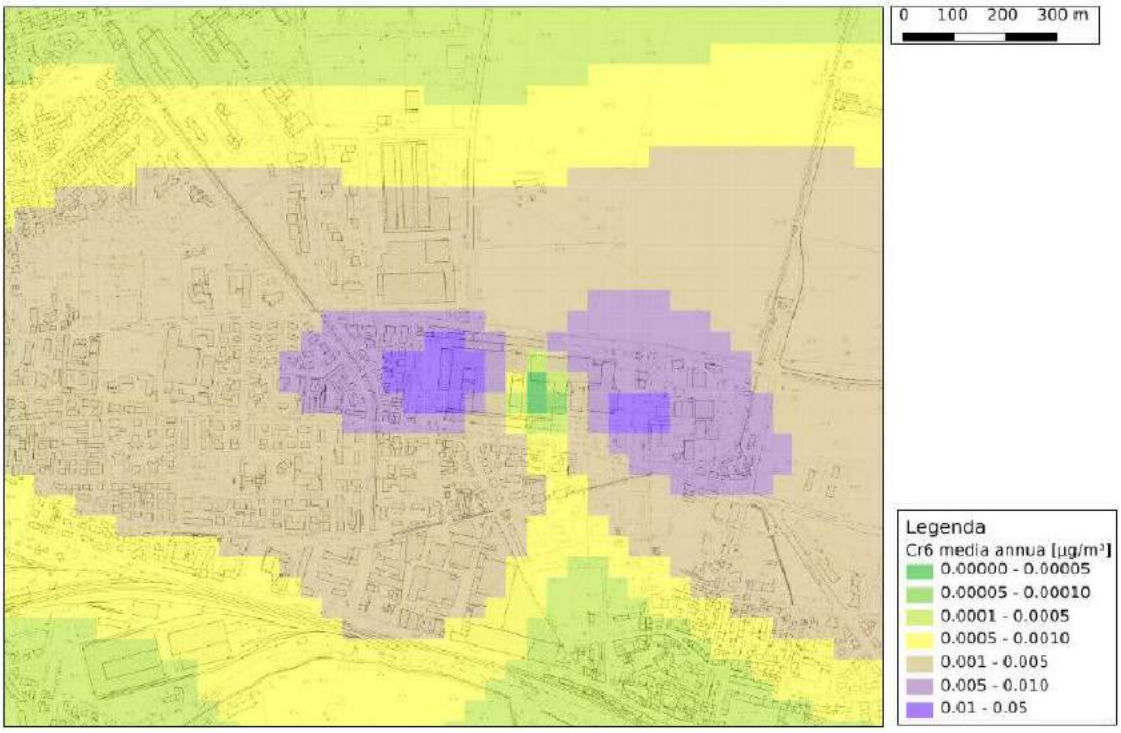


Figura 2-103: Mappa delle concentrazioni medie annue di $Cr^{(VI)}$ in caso di emissione continua (valori autorizzati).

Analizzando i risultati ottenuti, si può notare come le concentrazioni medie annue di polveri totali attribuibili all'impianto siano caratterizzate da un valore massimo compreso tra 5 e 10 µg/m^3 in una zona con diametro pari a circa 300 m. Esse assumono invece valori compresi tra 1 e 5 µg/m^3 in una zona piuttosto estesa. L'impatto può sembrare non molto elevato, se

considerato dal punto di vista assoluto, ma si deve tener conto che esso va a sommarsi al contributo di numerose altre sorgenti, come il traffico, il riscaldamento domestico e altre sorgenti puntuali. La concentrazione media annua non deve superare il valore di 40 $\mu g/m^3$ (D.M. 60/2002) e il solo impianto fornisce un contributo superiore al 10% del limite in una zona abbastanza ampia. Al riguardo un criterio per la classificazione degli impatti è stato proposto nel 2001 da A.N.P.A.: l'impatto di una sorgente può considerarsi scarsamente significativo se la concentrazione indotta sul territorio è inferiore al 5% della situazione esistente.

Per quanto riguarda il biossido di zolfo, il massimo delle concentrazioni medie annue attribuibili all'impianto è compreso tra 1 e 5 $\mu g/m^3$. Tenendo conto anche del fatto che il biossido di zolfo non rappresenta praticamente più un problema perché negli ultimi 20 anni si è riusciti ad abbatterne le emissioni primarie, riducendo o eliminando il contenuto di zolfo nei combustibili, si può assumere che il contributo dell'impianto non sia significativo.

Per quanto riguarda gli ossidi di azoto, i massimi delle concentrazioni medie annue attribuibili all'impianto sono compresi tra 5 e 10 $\mu g/m^3$. Considerando il valore di NO_x assimilabile a NO_2 (l'approssimazione è a favore di sicurezza ed è comunque accettabile per periodi di tempo lunghi), si verifica che l'impatto non è trascurabile, tenuto conto il limite da normativa per il biossido di azoto sulla media annua pari a 40 $\mu g/m^3$ (D.M. 60/2002). Inoltre in una grande percentuale del dominio, le concentrazioni medie annue sono comprese tra 1-5 $\mu g/m^3$.

Una attenzione particolare va riservata al caso del cromo esavalente perché, nonostante le emissioni autorizzate siano inferiori ai limiti di legge imposti dal D.Lgs. 152/2006 e non esistano dei limiti di legge sulle concentrazioni in atmosfera, esso è una sostanza particolarmente pericolosa per la salute umana. In questo approfondimento si è voluto evidenziare come già in fase progettuale debbano essere ottimizzate le modalità di rilascio degli inquinanti al fine di ridurne gli impatti nella zona di massimo accumulo sotto livelli trascurabili. Se infatti si considera la concentrazione per il $Cr^{(VI)}$ in aria ambiente (Ellor e Stemniski, 2007) di 0.08 ng/m^3, per la quale una persona esposta per tutto l'arco della vita subisce un rischio incrementale di insorgenza di un evento tumorale pari a una probabilità su un milione, è chiaro che per il caso in esame l'esposizione può risultare più elevata (il valore dipende comunque dal numero di ore di funzionamento all'anno dell'attività del comparto interessato a tali emissioni). Questo tipo di problema può talvolta essere risolto in fase progettuale applicando il criterio dettato dal Testo Unico Ambientale (D. Lgs. 152/2006) all'art. 270 (convogliamento delle emissioni):

- In sede di autorizzazione, l'autorità competente verifica se le emissioni diffuse di un impianto o di un macchinario fisso dotato di autonomia funzionale sono tecnicamente convogliabili sulla base delle migliori tecniche disponibili e sulla base delle pertinenti prescrizioni dell'Allegato I alla parte quinta del citato decreto e, in tal caso, ne dispone la captazione ed il convogliamento.

- In presenza di particolari situazioni di rischio sanitario o di zone che richiedono una particolare tutela ambientale, l'autorità competente dispone la captazione ed il convogliamento delle emissioni diffuse ai sensi del comma 1 anche se la tecnica individuata non soddisfa il requisito della disponibilità di cui all'articolo 268, comma 1, lettera aa), numero 2).

Dai due commi si deduce l'importanza di promuovere soluzioni con flussi convogliati in maniera ottimizzata, per favorire l'emissione da quote più elevate, in grado di garantire diluizioni più significative e quindi di ridurre efficacemente l'esposizione della popolazione agli inquinanti atmosferici.
Nel caso analizzato il flusso in questione, emesso in due punti di emissione, non è convogliato nel camino principale.

2.1.6.2 Traffico urbano

Sulla base delle valutazioni effettuate in seno al Comitato Tecnico si è deciso di esaminare nel dettaglio il tratto di strada statale 11 che attraversa il Comune di Lavagno in località Vago: esso è stato identificato come un tratto particolarmente critico, in quanto molto trafficato e soprattutto caratterizzato dalla presenza ravvicinata di abitazioni che sono disposte lungo l'asse stradale (situazione che si riscontra anche in altre aree del territorio esaminato dal presente elaborato tecnico a servizio del Piano).

Figura 2-104: La SS11 a Vago di Lavagno.

Il modello matematico prescelto per la simulazione è AUSTAL2000 (versione 2.4.7 del 2009), un modello lagrangiano, particolarmente adatto per stimare la concentrazione di inquinanti dovuta alla sola componente del traffico. AUSTAL2000 è un modello tridimensionale e non stazionario, che necessita di un preprocessore meteorologico che calcola il campo di vento tridimensionale (e tutte le altre grandezze necessarie). La diffusione di inquinanti viene simulata tramite l'integrazione della traiettoria di un gran numero di particelle: vengono risolte in modo esplicito le equazioni di Langevin, che tengono conto del moto medio "deterministico" e delle fluttuazioni turbolente. Esso può essere utilizzato su siti pianeggianti così come anche su quelli caratterizzati da orografia complessa o caratterizzati da forte urbanizzazione.

Come input sono stati utilizzati i dati meteorologici della stazione di via Dominutti a Verona relativi all'anno 2007. La scelta è ricaduta su questa stazione nonostante essa si trovi a più di 10 km di distanza dal tratto stradale in esame, perché non esistono stazioni meteorologiche più vicine ad eccezione di quella di Illasi. Quest'ultima però, come si può notare dall'analisi della rosa dei venti, è fortemente influenzata dall'orografia circostante: la direzione prevalente del vento è infatti quella N-S che caratterizza l'andamento della valle. Queste condizioni potrebbero non essere però adatte a descrivere il campo di vento lungo la SS11. Inoltre il vento medio della stazione di Illasi è leggermente maggiore rispetto a quello della stazione di Verona – via Dominutti. Quindi utilizzare il dato di Verona risulta essere a favore di cautela (la dispersione risulta così sottostimata).

Il dominio di calcolo utilizzato è un rettangolo i cui lati hanno dimensioni pari a 1.5 km e 0.6 km. La risoluzione orizzontale adottata è pari a 10 m. È stato utilizzato come input anche la geometria degli edifici (posizione, dimensione orizzontale e altezza), in modo da poter valutare la dispersione all'interno di un dominio tridimensionale a geometria complessa. La risoluzione verticale edifici è pari a 1 m.

Il modello utilizza 25 piani verticali per il calcolo tridimensionale della dispersione, non equispaziati e le cui quote variano tra 0 e 1500 m.

Le emissioni da traffico sono state calcolate mediante il modello COPERT semplificato, secondo le indicazioni di ARPA Lombardia, poiché non era disponibile il dato di velocità sull'arco stradale considerato. La semplificazione consiste di fatto nell'utilizzare un fattore di emissione non variabile con la velocità bensì mediato e variabile solo a seconda della classe di veicolo. Data la presenza di due intersezioni significative, i fattori di emissione sono stati aumentati del 30% per tener conto dell'incremento di emissioni dovuto alle condizioni di "stop & go" Si è inoltre ipotizzato che il 20% dei transiti fosse costituito da mezzi pesanti.

Tabella 2-87: Fattori di emissione utilizzati nella simulazione.

Inquinante	FE utilizzati [g/(km·veh)]
Consumo	62.9
SO_2	0.0062
NO_x	0.8004
COV	0.3302
CH_4	0.0254
CO	2.4864
CO_2	198.2
N_2O	0.0054
NH_3	0.0262
$PM_{2.5}$	0.0517
PM_{10}	0.0660
PTS	0.0813

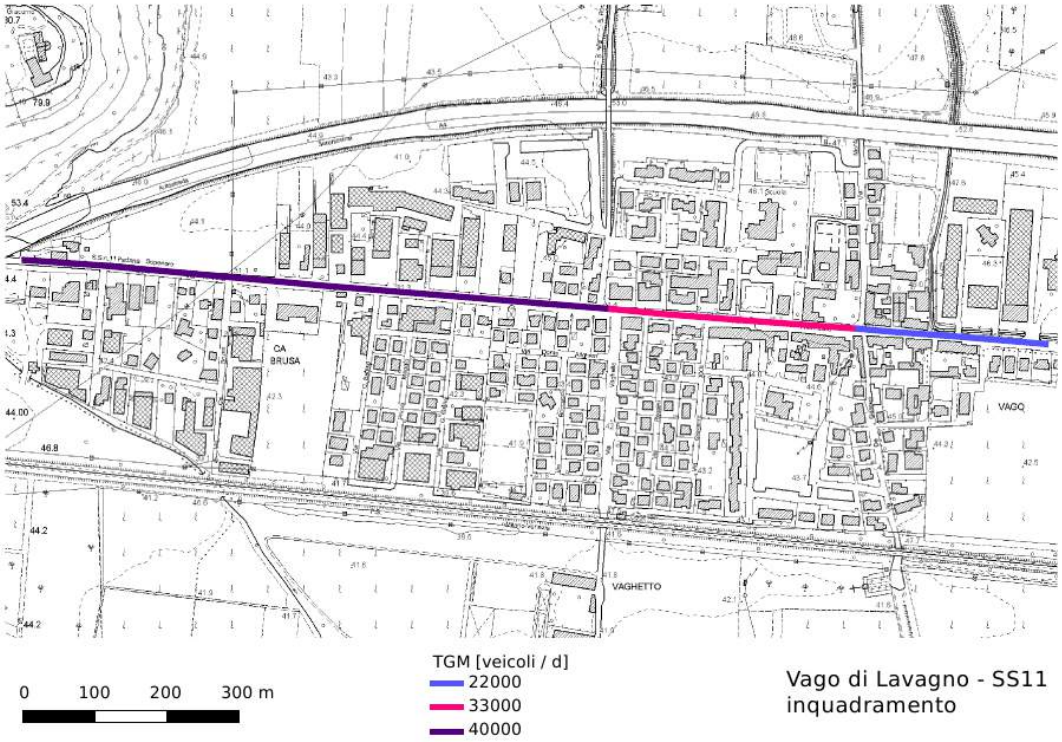


Figura 2-105: Planimetria del tratto di strada in esame e TGM.

Il traffico medio giornaliero (TGM) utilizzato è quello del grafo del PTCP adottato anche nella stima delle emissioni da traffico.

Si è quindi effettuata una simulazione per la durata di un anno, in cui vengono calcolate per ciascuna ora i valori di concentrazione in ciascun punto della griglia di calcolo. Le mappe di concentrazione media annua, ottenute mediando i valori di concentrazione in ciascuna cella relativi a ogni ora dell'anno simulato, per i diversi inquinanti sono riportate di seguito. Il

tratto bianco rappresenta il tracciato della strada ed è stato sovrapposto alle mappe di concentrazione.

In Figura 2-106 è evidenziato il dettaglio della zona centrale di Lavagno, in corrispondenza dell'intersezione della SS11 con la via S. Rocco, dove si evidenzia la situazione più critica. Si tenga tuttavia conto che la simulazione è stata eseguita con dati di traffico stimati (fonte PTCP) e non misurati, per cui è raccomandabile l'effetuazione di un monitoraggio diretto per verificare i risultati forniti dal modello.

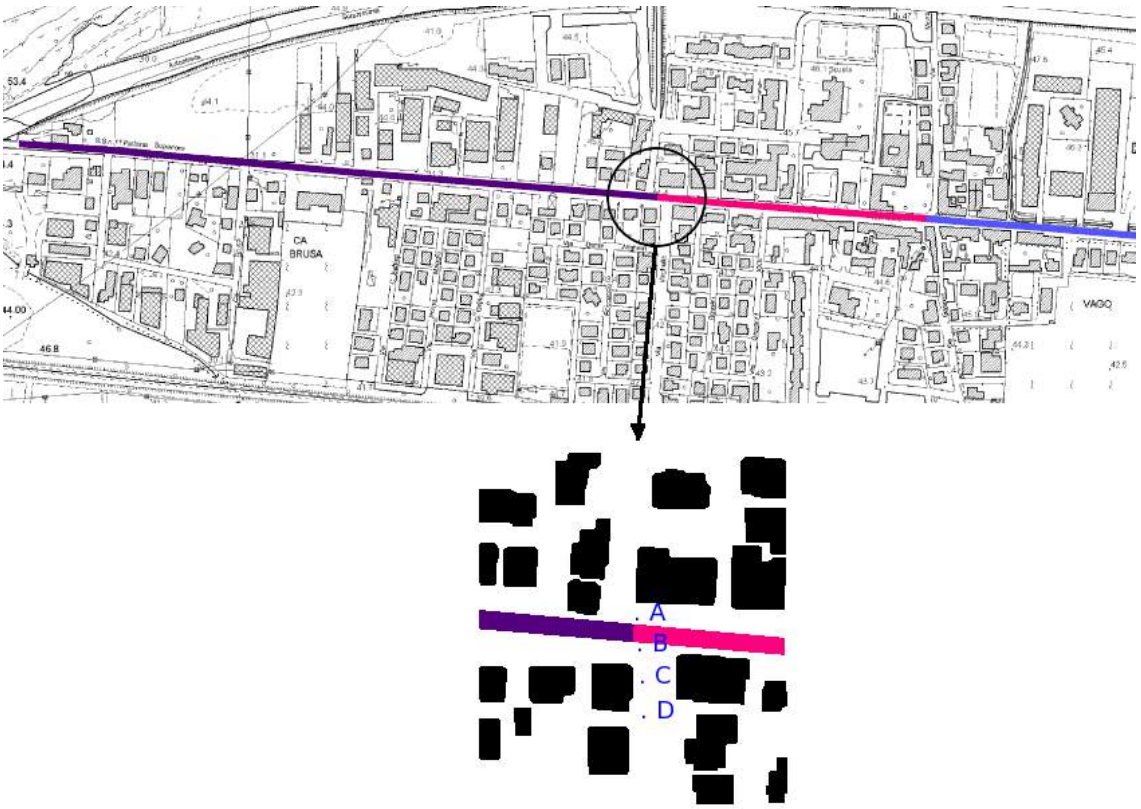


Figura 2-106: Dettaglio della zona a maggiore inquinamento secondo la simulazione effettuata.

Tabella 2-88: Valore medio annuo, massimo e minimo orario di NO_x nei punti indicati in Figura 2-106, in corrispondenza dell'incrocio più trafficato.

Punto	NO_x media annua [µg/m³]	NO_x minimo orario [µg/m³]	NO_x massimo orario [µg/m³]
A (sede stradale)	545	27	3195
B (bordo strada)	140	7	1415
C (10 m dal centro strada)	95	4	1200
D (30 m dal centro strada)	70	5	960

Tabella 2-89: Valore medio annuo, massimo e minimo giornaliero di PM_{10} nei punti indicati in Figura 2-106 in corrispondenza dell'incrocio più trafficato.

Punto	PM_{10} media annua [µg/m³]	PM_{10} minimo giornaliero [µg/m³]	PM_{10} massimo giornaliero [µg/m³]
A (centro sede stradale)	40	5	61
B (bordo strada)	9	3	15
C (15 m dal centro strada)	6	1	11
D (35 m dal centro strada)	4	0	8

Il fatto di avere eseguito la simulazione della dispersione di inquinanti con una risoluzione di griglia pari a 10 m ha permesso di tenere conto in maniera esplicita della presenza degli edifici, simulando anche l'effetto di canyon stradale che tende a "intrappolare" gli inquinanti emessi a bassa quota (si veda lo schema in Figura 2-107).

Si tenga conto che gli elevati valori di concentrazione indotti dal traffico secondo la simulazione mostrata sono relativi alla sede stradale. Il confronto con eventuali misure deve essere condotto prendendo come riferimento i valori chiaramente oltre il bordo stradale (es. punto C o D), in maniera tale da considerare un effettivo valore di *immissione* e non una misura / stima di *emissione*. (Italcementi, 2009)

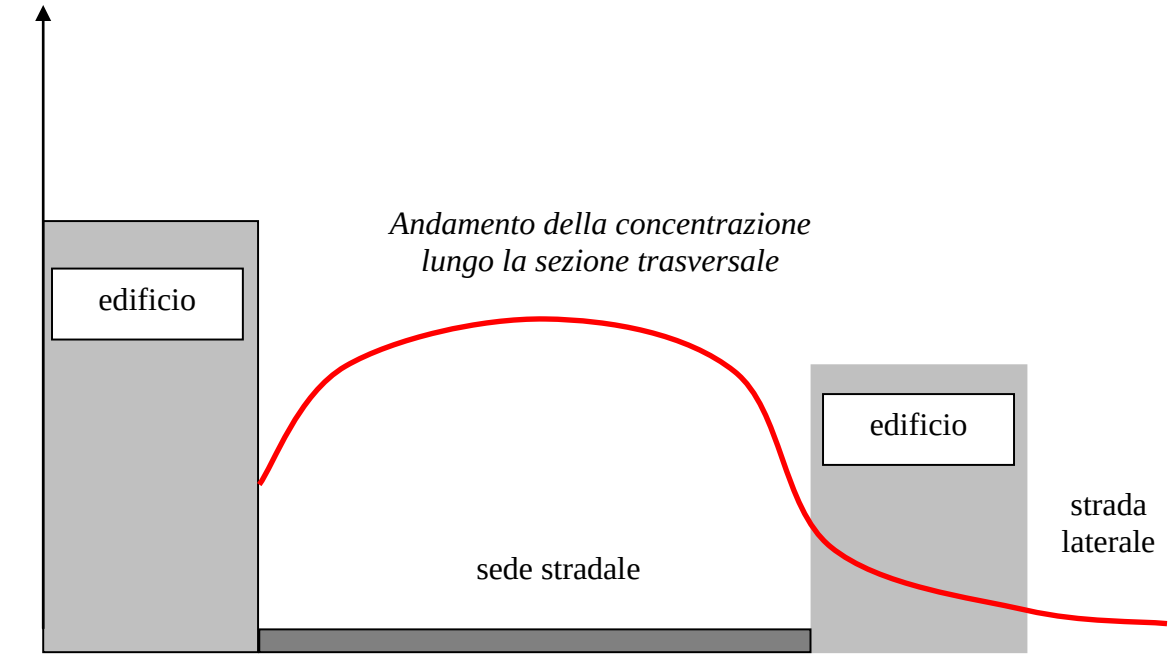


Figura 2-107: Schema indicativo della variazione della concentrazione in corrispondenza di un canyon stradale. Si osserva che, tipicamente, si ha un'elevata concentrazione in sede stradale all'interno del volume d'aria contenuto tra gli edifici, e una rapida decrescita verso l'esterno o comunque subito alle spalle della prima fila di edifici.

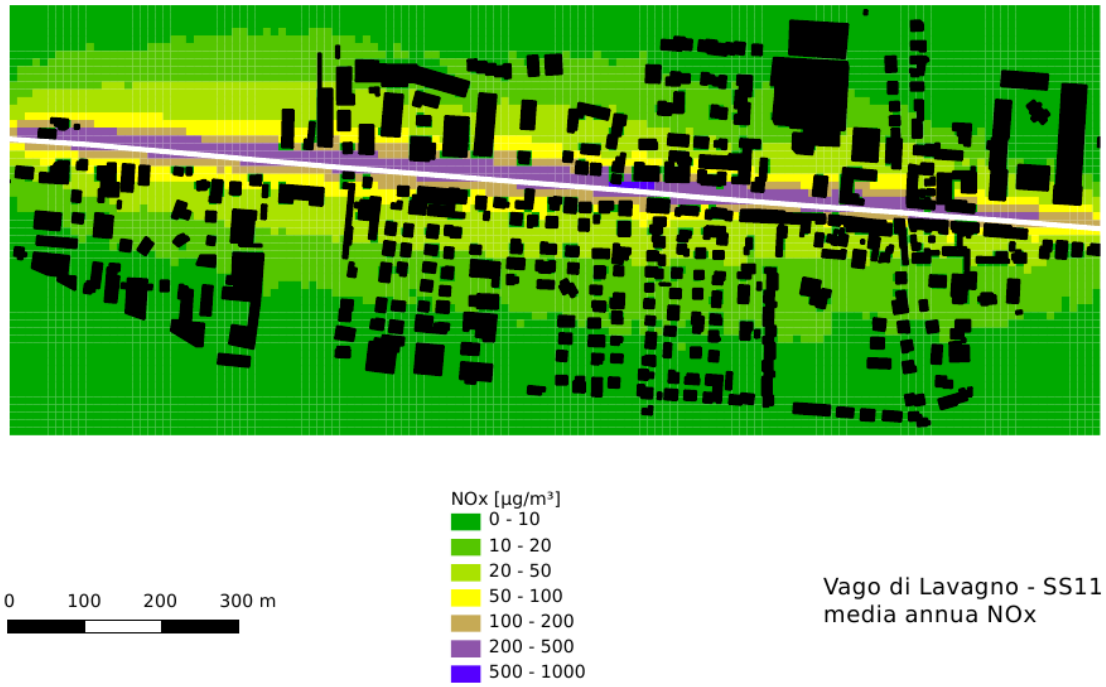


Figura 2-108: Mappa delle concentrazioni medie annue di NO_x.

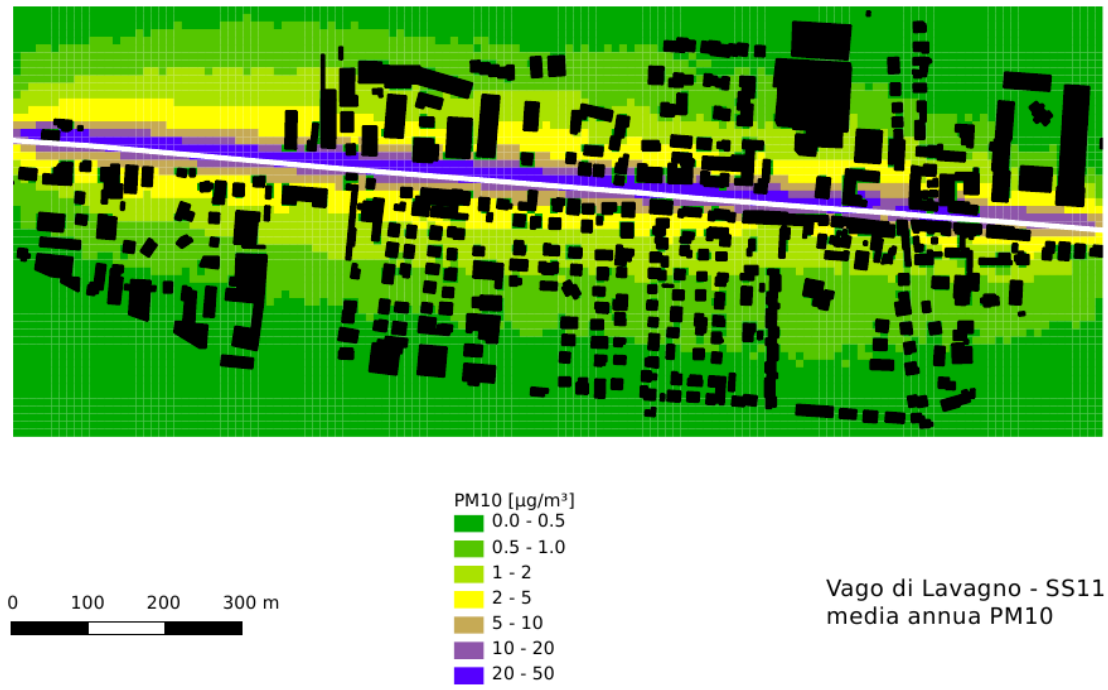


Figura 2-109: Mappa delle concentrazioni medie annue di PM_{10}.

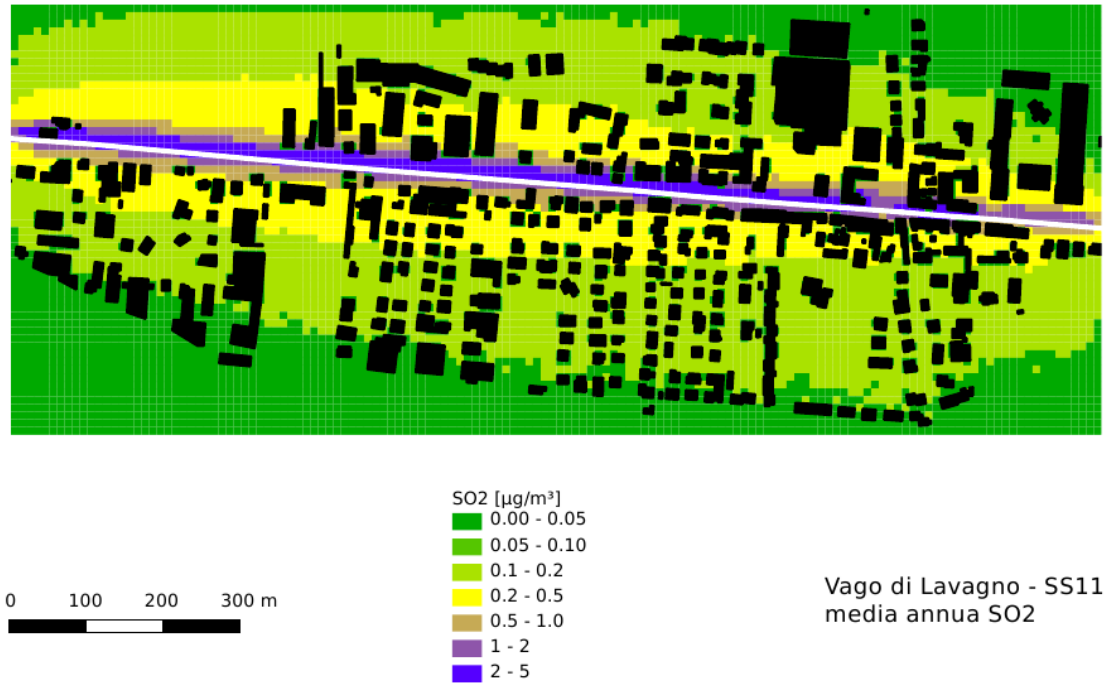


Figura 2-110: Mappa delle concentrazioni medie annue di SO_2.

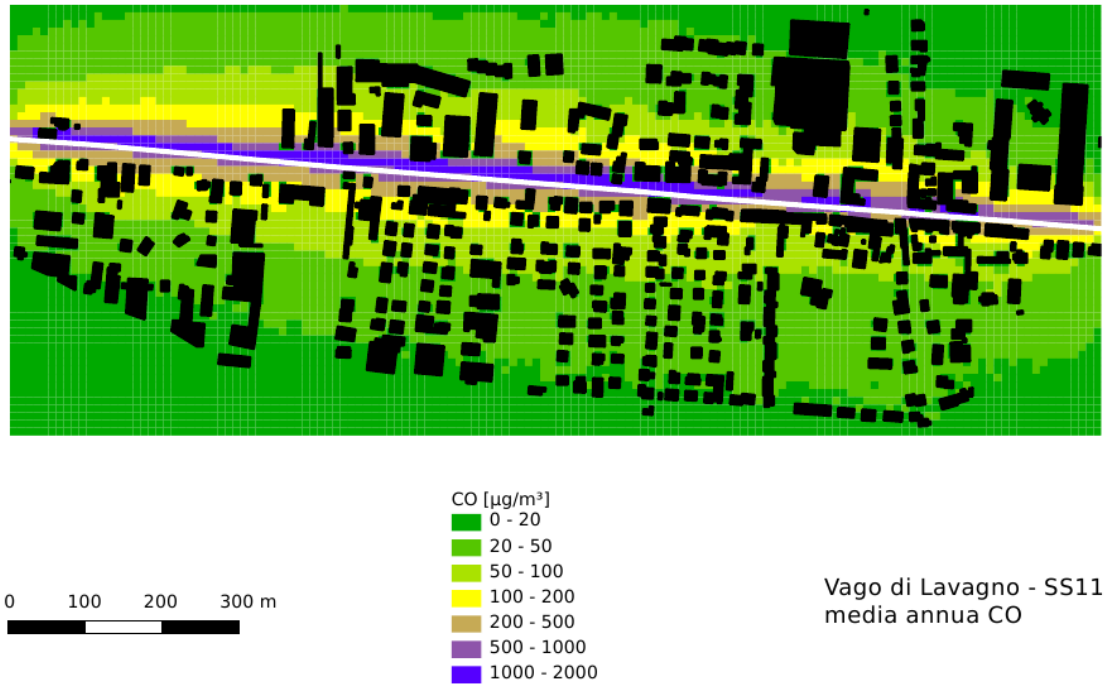


Figura 2-111: Mappa delle concentrazioni medie annue di CO.

Le mappe di concentrazione ottenute mostrano una situazione piuttosto critica, specialmente per quanto riguarda gli ossidi di azoto e il PM_{10}. Infatti, se è vero che le concentrazioni tendono a diminuire allontanandosi dall'asse stradale, esistono però molte abitazioni affacciate direttamente sulla strada che sono sottoposte a concentrazioni molto elevate. Ipotizzando il totale degli NO_x costituito da NO_2, ipotesi valida su un tempo scala

sufficientemente lungo e comunque cautelativa, si riscontra come, in particolare per gli ossidi di azoto, il problema è decisamente significativo: infatti il limite da normativa per le concentrazioni medie annue è pari a 40 µg/m^3 (D.M. 60/2002), mentre in una fascia di circa 100 m di larghezza a cavallo della strada le concentrazioni stimate dovute al solo contributo della SS11 sono superiori a 50 µg/m^3. Si consideri poi che in questa analisi, focalizzata sugli effetti dell'inquinamento da traffico sulla SS11, non si sono incluse le emissioni determinate dalla vicina autostrada A4, dagli impianti di riscaldamento domestico e industriali, che rappresentano ulteriori e significative fonti di pressione sull'ambiente in esame.

2.1.6.3 Traffico extraurbano

Dall'analisi condotta per il caso di una strada con effetto canyon, sviluppata nel paragrafo precedente, è stato possibile evidenziare il notevole impatto locale della sorgente traffico in particolari ambienti urbani. Appaiono di notevole interesse pertanto, analoghi studi condotti a livello scientifico in ambito internazionale, con riferimento ad una strada ad elevati volumi di traffico, come può essere una sede autostradale. A tale fine si riportano alcuni sviluppi e risultati del progetto, recentemente conclusosi, denominato ALPNAP.

L'approccio di seguito descritto risulta essere più ampio di quello sviluppato nel precedente paragrafo in quanto si completa di importanti considerazioni ed elaborazioni che si esplicano una analisi incrociata con riferimento alla popolazione esposta e quindi coinvolge i conseguenti impatti sulla salute umana da esposizione degli inquinanti atmosferici.

Come si vedrà, anche in questo caso la vicinanza ad una strada espone la popolazione ad un impatto non trascurabile tuttavia va evidenziato che i risultati ottenuti per un caso di studio non possono essere estrapolati quantitativamente ad altri casi in quanto i parametri in gioco sono molteplici. I risultati qui riportati non possono essere direttamente applicati in altri contesti, tuttavia le indicazioni che emergono da quanto esposto evidenziano la corretta metodologia da implementare ai fini della valutazione degli impatti presenti anche a supporto di alcune scelte decisionali che riguardano la corretta localizzazione di edifici e strutture destinate ad utenti "sensibili". Il livello di approfondimento ottenibile con questo approccio va comunque oltre quanto solitamente sviluppato nell'ambito di Piani di Qualità dell'Aria.

ALPNAP è un progetto di durata triennale (2005-2007) co-finanziato dal Fondo Europeo per lo Sviluppo Regionale (FESR), svoltosi nell'ambito del programma Interreg IIIB Spazio Alpino che ha coinvolto un gruppo di 11 partners provenienti da Austria, Francia, Germania e Italia; tra i partecipanti al progetto vi è stato il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Trento. Il Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona ha partecipato al progetto mettendo a disposizione proprio personale e un mezzo mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nell'effettuazione delle campagne di misura del progetto (una delle quali in prossimità degli abitati di Peri e Rivalta in Val d'Adige).

Gli obiettivi di ALPNAP sono stati quelli di raccogliere e descrivere i metodi scientifici e più aggiornati per l'osservazione e la previsione dell'inquinamento atmosferico e acustico lungo i

corridoi di transito Alpino e valutarne gli effetti sulla salute e sulla qualità della vita. Tali metodi possono essere utilizzati per stimare le conseguenze indotte da nuove infrastrutture di trasporto (stradale e ferroviario) che si trovino già nella fase di pianificazione, ovvero per valutare l'impatto delle esistenti, progettando quindi adeguate misure, sia amministrative che tecniche, per il contenimento dell'inquinamento atmosferico e acustico.
I risultati del progetto sono pubblicati in un "Rapporto Finale" (Comprehensive Report) ad uso degli esperti di ambiente e di trasporti nelle pubbliche amministrazioni (Heimann D. et al., 2007).
Gli obiettivi di ALPNAP erano quindi descrivere i processi tipici dell'ambiente Alpino che determinano la qualità dell'aria e il rumore all'interno delle valli, e raccogliere strumenti scientifici innovativi e metodi di valutazione che consentano di misurare, stimare e prevedere l'inquinamento atmosferico, il rumore e il loro impatto sulla salute. Tali strumenti e metodi sono stati applicati ad aree appositamente selezionate e in condizioni tali da dimostrare le loro potenzialità e chiarire la complessità dei processi coinvolti. Infine sono state elaborate delle raccomandazioni per le autorità e i consulenti tecnici sulle modalità ottimali di definizione degli impatti delle misure amministrative, degli incentivi e delle nuove infrastrutture, considerando in modo appropriato la complessità dei processi naturali nella regione alpina.
Il valore aggiunto di ALPNAP è stato incrementato dalla cooperazione coordinata con il progetto MONITRAF ("Monitoring of Road-Traffic Related Effects and Common Measures"), costituito da una rete di amministrazioni regionali ambientali e di traffico nelle Alpi. Gli obiettivi di MONITRAF riguardavano lo sviluppo di misure finalizzate alla riduzione degli effetti negativi del traffico stradale migliorando nel contempo la qualità della vita nella regione alpina.
In questa sede si andranno a fornire alcuni elementi di descrizione della procedura nonché i risultati ottenuti dallo studio per il tratto di autostrada A22 da Bolzano fino a Verona.
Di notevole interesse è l'avanzata metodologia, sviluppata nell'ambito del progetto, che consente di ottenere e valutare l'esposizione della popolazione che risiede in prossimità dell'arteria attraverso opportuni indici ambientali, correlandoli a quelli di esposizione, evidenziando quindi situazioni di criticità per la salute umana.
L'analisi presentata considera non solo i processi di emissione dell'inquinamento atmosferico e i fattori di trasporto degli inquinanti, ma anche l'esposizione al rumore e la propagazione dello stesso in funzione delle condizioni meteorologiche, risultando quindi particolarmente complessa ma estremamente completa.
Alcune definizioni importanti (da OECD (1993)), di comune utilizzo nella seguente analisi sono:

- Indicatori: un parametro, o un valore derivato da parametri, che punta a fornire informazioni, descrive lo stato di un fenomeno/ambiente/area, con un significato che va al di là di quello strettamente legato al valore di un parametro.

- Indice: un insieme di parametri o di indicatori aggregati in modo ponderato.
- Parametri: una proprietà che è misurata o osservata.

Gli indici sono spesso rappresentati da un numero adimensionale e vengono più facilmente associati a giudizi qualitativi per una più veloce interpretazione.
Quindi, tre tipi di indicatori sono associati alle tre fasi di analisi:

- Indicatori di pressione: stimano le azioni antropiche che hanno potenziali effetti negativi per l'ambiente. Nel contesto del progetto ALPNAP ci si riferisce alle emissioni di inquinanti e di rumore di origine dei sistemi di trasporto via terra (stradali/ferroviari).
- Indicatori di stato: sono stati introdotti per fornire informazioni sulle condizioni ambientali, la qualità della vita o la salute delle popolazioni esposte (ad esempio, la concentrazione degli inquinanti, i livelli di rumore).
- Indicatori di risposta: introdotti per consentire la quantificazione delle azioni umane aventi come finalità la riduzione della pressione (ad esempio misure di abbattimento del rumore, la regolamentazione del traffico, la politica fiscale, ecc.).

In Tabella 2-90 e Tabella 2-91 vengono riportati i dati grezzi di partenza utilizzati nel corso del progetto ALPNAP.

Tabella 2-90: Dati utilizzati per la valutazione dell'impatto a livello locale, a scala intermedia e a grande scala (Heimann D. et al., 2007).

Dati grezzi		Scala locale	Scala intermedia	Grande scala
Meteorologia		Misure da campagne mobile e stazioni fisse:vento, gradiente di temperatura...	Campi di variabili meteorologiche (vento, temperatura...)	
Topografia		Dati in formato GIS dettagliati, caratteristiche di tunnel, viadotti, mappe 3D, modelli digitali di elevazione con risoluzione orizzontale da 1 a 10 m	Mappe topografiche 3D o 2D, ortofoto, modelli di elvazione digitali con risoluzione orizzontale di circa 100 m	
Uso del suolo		Informazioni dettagliate su aree a copertura agricola, forestale, industriale, aree produttive, in formato GIS	Dati sull'uso del suolo da inventari come CORINNE o USGS	
Popolazione		Distribuzione della popolazione, dati demografici, occupazione.	Data base sulla popolazione, valori di popolazione per unità amministrative	
Traffico		Numero di veicoli per categorie e infrastrutture come funzioni del tempo	Flussi di traffico medi per giorni feriali e festivi, flussi mensili	
Rumore	Emissioni	Emissioni specifiche di rumore in base alle caratteristiche dei veicoli		
		Caratteristiche delle		

		pavimentazioni stradali (livelli di rumore)	
	Immissioni	Livelli di rumore simulati per ogni risorsa, misure su campo	Isofoniche per sorgente
Inquinamento dell'aria	Emissioni	Sorgenti puntuali dettagliate e validate	Mappatura delle emissioni (fonti fisse e mobili)
	Immissioni	Concentrazioni degli inquinanti (elevata risoluzione dei dati da modellazione) – Concentrazioni degli inquinanti da stazioni fisse e mobili	Mappe integrate con dati
Salute		Studi epidemiologici	Funzioni dose-risposta

Tabella 2-91: Dati utilizzati per la valutazione dell'impatto a livello locale, a scala intermedia e a grande scala (Heimann D. et al., 2007).

Indicatori/indici		Scala locale	Scala intermedia	Grande scala
Meteorologia				
Topografia				
Uso del suolo				
Popolazione		Accurata distribuzione della popolazione negli edifici (se disponibile)	Population density distributed in built-up area	
Rumore	Emissioni	Confronto con pavimentazioni stradali di riferimento classificazione di pavimentazioni stradali	Mappatura delle zone di emissione di rumore	
	Immissioni	Livelli integrati e pesati di rumore (Lden, Lnight) sulle facciate degli edifici.	Indicatori di fastidio per sorgente e per aggregazione delle sorgenti (treni + strada)	- media dell'indice di esposizione al rumore – Distribuzione della popolazione con riferimento agli indici – costi esternalizzati dovuti agli effetti da esposizione al rumore
Inquinamento dell'aria	Emissioni		Mappatura delle emissioni degli inquinanti suddivise per tipologia di inquinante	
	Immissioni	Indici di inquinamento dell'aria con riferimento alle stazioni di misura	Indici di inquinamento dell'aria (NO2, PM10, NO2+PM10) risultati delle simulazioni, indici di esposizione (incrociando gli indici con la popolazione)	- media dell'indice di inquinamento dell'aria – Distribuzione della popolazione con riferimento agli indici – costi esternalizzati dovuti agli effetti da esposizione all'inquinamento
Indicatori aggregati				- Indicatore aggregato rumore + indicatore di inquinamento - Esternalizzazione dei costi

2.1.6.3.1 Indice di qualità dell'aria

Molti sono gli indici utilizzati per la descrizione della situazione di qualità dell'aria; già a livello europeo, nel 2000, gli indici di qualità dell'aria utilizzati erano non meno di tredici e comunque una quarantina in tutto il mondo (Garcia, 2002). Oltre a ciò, gli indici sono molto difficili da confrontare con ciascun altro, a causa delle diverse scelte di sostanze inquinanti, dei metodi di aggregazione (spaziale e temporale) e delle diverse scale di rappresentazione (numero e limiti delle classi).

L'indice adottato nel progetto ALPNAP è lo stesso preso a riferimento dall'agenzia di Protezione dell'Ambiente svizzera Cercl'Air (Cercl'Air, 2005) che si basa sulle concentrazioni di tre specie inquinanti: PM_{10}, NO_2 e O_3. Di notevole interesse è l'introduzione di un diverso indice con riferimento ad una situazione a breve termine (IPC) e a lungo termine (IPL). L'indice IPC viene calcolato utilizzando le concentrazioni medie giornaliere di NO_2 e PM_{10}, mentre IPL è derivato dai valori medi annuali con riferimento ai valori di concentrazione limite e a un diverso peso per ciascuna specie. Poiché gli inquinanti tipici dei sistemi di trasporto previsti nell'indice sono NO_2 e PM_{10}, l'ozono non viene computato nel calcolo dell'indice.

2.1.6.3.2 Inquinamento e salute

Il primo passo nella valutazione del rischio della salute è la valutazione dell'esposizione della popolazione alle concentrazioni di inquinanti in atmosfera. A partire dallo scenario di emissione (flusso di traffico, composizione del traffico, i fattori di emissione) e dai dati meteorologici, è possibile ottenere le concentrazioni degli inquinanti utilizzando opportuni modelli di dispersione. L'uso di funzioni di risposta di esposizione consente la quantificazione degli effetti sulla salute e la loro distribuzione sul territorio indagato.

Questo tipo di analisi può essere coerentemente applicata per valutare gli effetti dell'esposizione a macro-inquinanti emessi dai trasporti su strada, come polveri e ossidi di azoto. L'esposizione in questo caso avviene attraverso la sola inalazione quindi non dovranno essere considerati gli altri percorsi di impatto.

Per la quantificazione degli impatti sulla salute, vengono utilizzate le funzioni esposizione-risposta o dose-risposta, fornite da studi epidemiologici e tossicologici. Va considerato che è difficile studiare gli effetti negativi sulla salute dell'inquinamento atmosferico da una fonte specifica, come lo sono i trasporti, in quanto l'esposizione dei soggetti alla miscela aria-inquinamento è determinata da una grande varietà di fonti (Künzli et al., 1999; Ciccone et al., 1998).

Attraverso l'utilizzo di strumenti GIS è possibile effettuare una combinazione dell'informazione sulla popolazione che vive nei pressi di un corridoio di indagine di traffico con quella delle concentrazioni di inquinanti. L'uso successivo di funzioni di risposta di

esposizione consente infine di quantificare gli effetti sulla salute e la loro distribuzione spaziale.

2.1.6.3.3 Risultati dell'analisi

Si riportano in sintesi alcuni risultati del progetto ALPNAP di interesse nell'analoga applicazione ad un generico contesto stradale. Per i risultati completi si rimanda al rapporto conclusivo del progetto (Heimann D. et al., 2007).

È stata riscontrata una correlazione diretta tra la concentrazione di NO e il traffico per le stazioni di qualità dell'aria, vicine all'autostrada, dove gli effetti dei cicli giornalieri di traffico sono facilmente riconoscibili. Quanto evidenziato vale anche per l'NO_2, sebbene si sia notata una variazione più debole a causa degli effetti inerziali; le concentrazioni di NO misurate, piuttosto basse lontano dalla sorgente lineare, sono principalmente determinate, invece, dalla trasformazione chimica da NO a NO_2.

Allontanandosi dall'autostrada l'effetto del ciclo giornaliero del traffico è molto meno evidente, a partire dai valori di concentrazione degli inquinanti, a causa della presenza di altre fonti di pressione.

Ulteriori interessanti considerazioni possono essere tratte dalla Figura 2-112 che visualizza i gradienti di concentrazione per le specie NO ed NO_2; le concentrazioni di NO mostrano una diminuzione abbastanza rapida, in funzione delle distanze crescenti dall'autostrada, mentre le concentrazioni di NO_2 tendono a rimanere più elevate per distanze maggiori, soprattutto a causa delle trasformazioni chimiche che avvengono a vicino e medio raggio. Per ogni ora le concentrazioni ad ogni stazione sono state normalizzate con il valore massimo (registrato nella stazione di qualità dell'aria più vicina all'autostrada), successivamente è stata calcolata la media giornaliera di concentrazione normalizzata e, infine, sono stati valutati i valori medi con le deviazioni standard per tutto il periodo di misura. La barra verticale sul grafico rappresenta la deviazione standard della media intorno ad ogni punto di misurazione ed è principalmente dovuta alla variabilità meteorologica che ha indotto giorno per giorno una certa variazioni nei carichi inquinanti. Vale la pena notare che quanto riportato nella Figura 2-112 è paragonabile ad altri risultati calcolati con riferimento a diversi tratti di autostrada, sottolineando così la validità generale dell'effetto di attenuazione delle concentrazioni di NO ed NO_2 a distanze crescenti dalla sorgente.

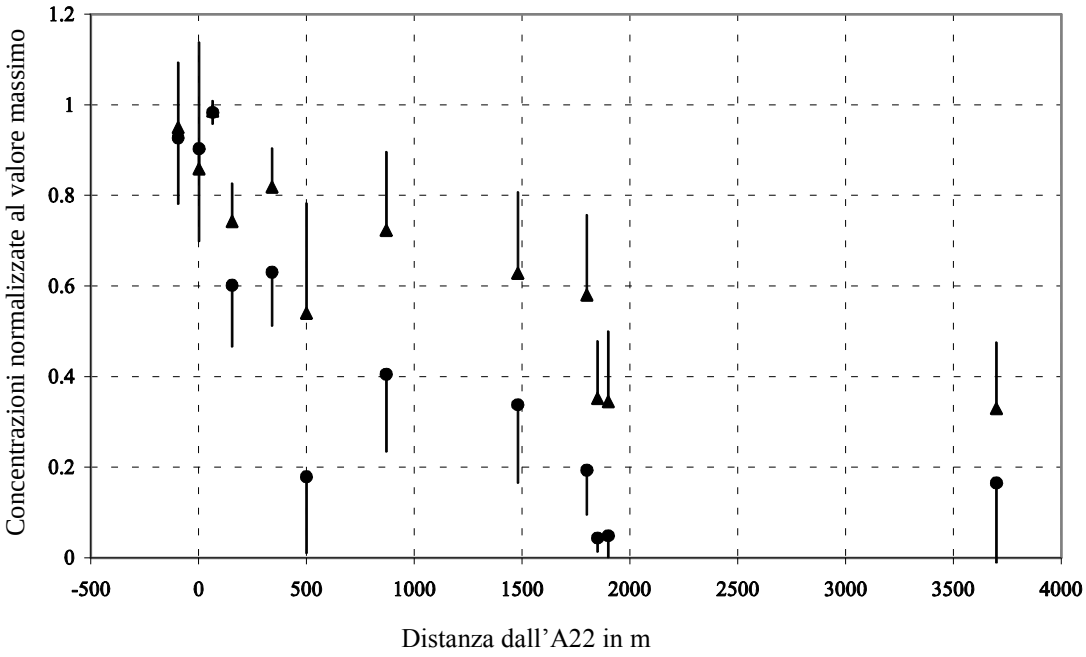


Figura 2-112: Concentrazioni normalizzate di NO (cerchi) e NO2 (triangoli) per le aree di studio più a sud della A22. Le barre verticali individuano la deviazione standard. (Heimann D. et al., 2007).

Vengono infine riportate alcune mappe di concentrazione che costituiscono degli output di modelli utilizzati nel progetto ALPNAP (Figura 2-113).

Utilizzando un supporto GIS (GRASS nello specifico caso) che riporta l'informazione della popolazione residente nelle vicinanze dell'autostrada è possibile combinare i risultati della simulazione coi dati, prendendo a riferimento la stessa risoluzione spaziale. L'output è rappresentato dalle mappe della distribuzione della popolazione esposta. Il successivo uso di funzioni di esposizione consente la quantificazione dei diversi effetti sulla salute e la valutazione della loro distribuzione sul territorio in esame.

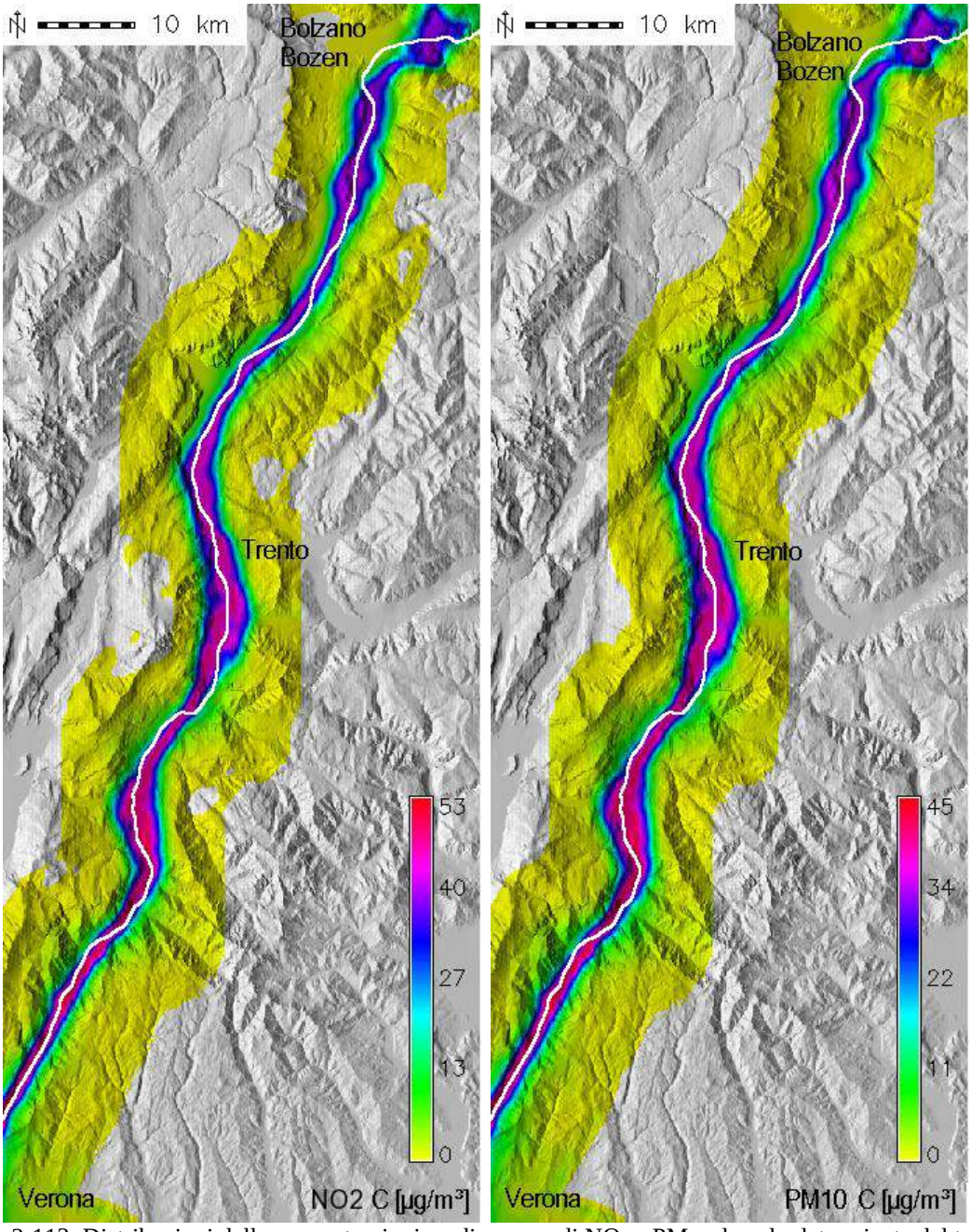


Figura 2-113: Distribuzioni delle concentrazioni medie annue di NO_2 e PM_{10} al suolo determinate dal traffico sull'Autostrada A22 nel tratto compreso tra Verona e Bolzano come risultato della modellazione applicata in ALPNAP. (Heimann D. et al., 2007).

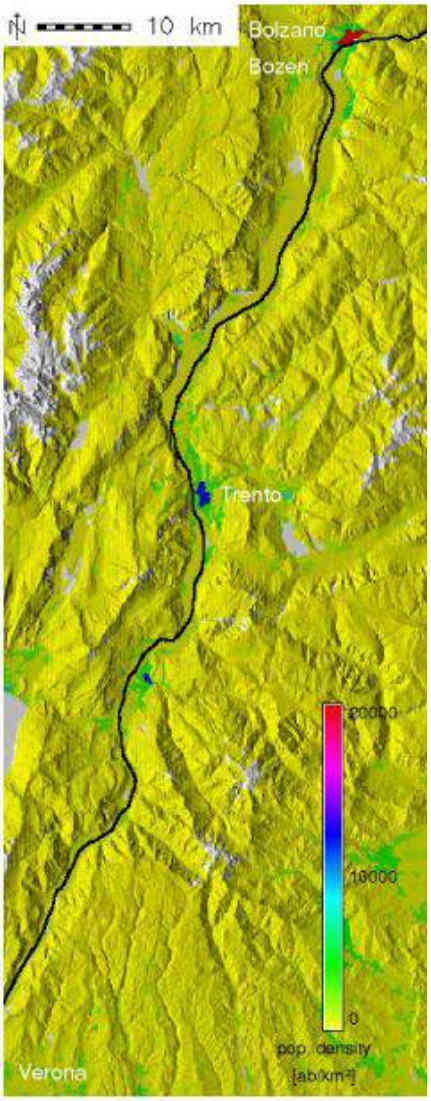


Figura 2-114:Distribuzione della popolazione residente nel tratto inferiore di autostrada A22 analizzato in ALPNAP. (Heimann D. et al., 2007).

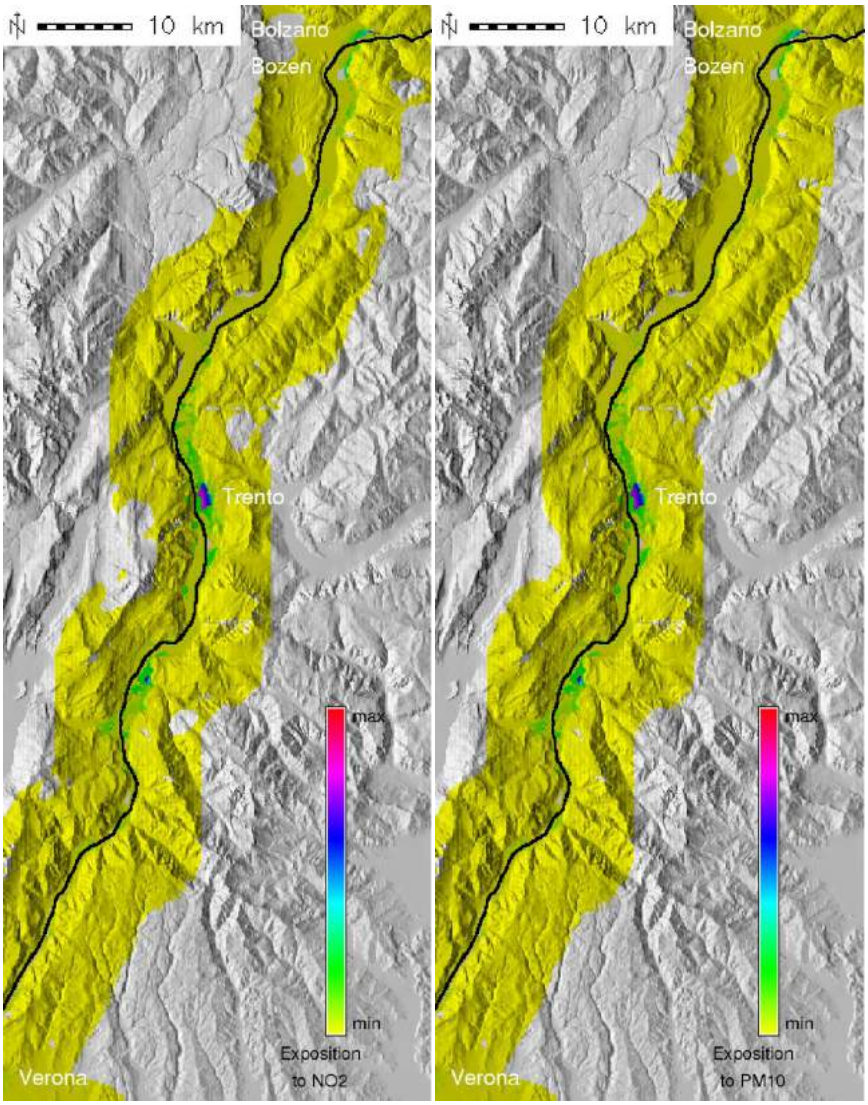


Figura 2-115:Rappresentazione GIS dell'impatto da esposizione da NO_2 (a sinistra) e PM_{10} (a destra) nel tratto inferiore dell'A22 analizzato in ALPNAP. (Heimann D. et al., 2007).

2.2 SITUAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

2.2.1 Introduzione

2.2.1.1 Richiami alla zonizzazione del territorio

Si ricorda che la zonizzazione del territorio della Provincia di Verona attualmente in vigore è stata approvata con delibera della Giunta Regionale del Veneto n. 3195 del 17.10.2006.

Ai fini della verifica della classificazione delle zone, attraverso l'individuazione dei superamenti delle soglie di valutazione, superiore e inferiore, sono utilizzate le concentrazioni degli inquinanti misurate dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria nel quinquennio precedente. Sono stati presi in considerazione tutti i parametri rilevanti della rete (medie annuali, superamenti di valori orari o giornalieri, eccetera), nonché alcune stime modellistiche a partire dall'inventario provinciale delle emissioni. Sono state identificate aree con caratteristiche simili di qualità dell'aria, in termini di superamenti, tipi di sorgenti emissive,

caratteristiche climatologiche o topografiche, considerando i confini delle amministrazioni locali come limiti delle zone.

2.2.1.2 Individuazione e caratterizzazione delle condizioni meteorologiche tipiche favorevoli alla formazione di inquinanti secondari.

Allo scopo di verificare l'influenza dell'apporto di inquinanti dalle regioni contigue e contemporaneamente eseguire una stima dei tempi scala di formazione del particolato secondario, si è analizzato in dettaglio un bimestre invernale ritenuto rappresentativo (gennaio – febbraio 2008). È stato eseguito lo studio dell'andamento delle concentrazioni di NO_x e PM_{10} registrate nel periodo, anche in relazione alle condizioni meteorologiche. Si rimanda al paragrafo 2.2.6.1.7 per i grafici relativi.

Per quello che riguarda i rilevamenti di ozono, altro inquinante secondario, l'analisi dei dati orari e relativa analisi statistica, ha messo in evidenza quanto segue:

- l'analisi dei dati orari mensili evidenzia un netto ciclo giornaliero, con un massimo assoluto subito successivo alle ore centrali della giornata, intorno alle 15, correlato con la produzione fotochimica, ed un minimo relativo durante le ore notturne, subito prima dell'alba;
- i valori orari più elevati in tutti gli anni sono rilevati, come prevedibile, nei mesi estivi, mentre i valori più contenuti durante i mesi invernali , andamento piuttosto tipico dovuto alla produzione fotochimica legata alla radiazione solare e ai precursori dell'ozono;
- sono evidenziabili in alcuni casi effetti di accumulo "fotochimico" nel periodo estivo; le condizioni meteorologiche associate a tali eventi sono caratterizzate dalla presenza di strutture anticicloniche persistenti, con aumento della temperatura a tutte le quote e subsidenza sia a scala sinottica che locale. In tali condizioni i processi antagonisti alla formazione di ozono durante la notte non risultano efficaci; ne consegue che la produzione fotochimica durante il dì si aggiunge al quantitativo di ozono non distrutto durante la notte, determinando il fenomeno di accumulo.

L'andamento ed il trasporto di ozono nel periodo estivo è legato anche ai regimi di brezza, dominanti a scala locale nel periodo estivo, e caratterizzati dall'alternanza giornaliera tra la circolazione di valle e di monte nella fascia Nord (collina). L'andamento orario della concentrazione di ozono nell'arco della giornata descritto poc'anzi risente di questo variazione nel regime anemologico. Questa constatazione è un esempio di applicazione nell'ambito della gestione della qualità dell'aria della zonizzazione meteo-climatologica di cui al precedente paragrafo 2.1.2.8.

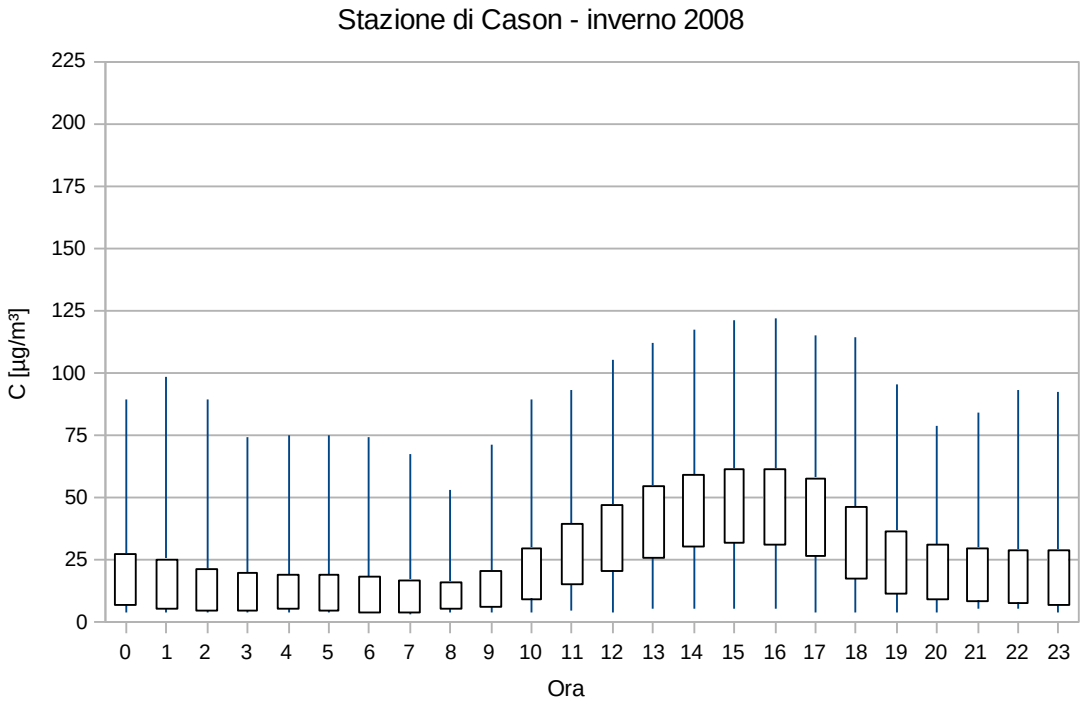


Figura 2-116: Ciclo giornaliero della concentrazione di ozono nella stazione di Verona Cason, relativo all'inverno 2008.

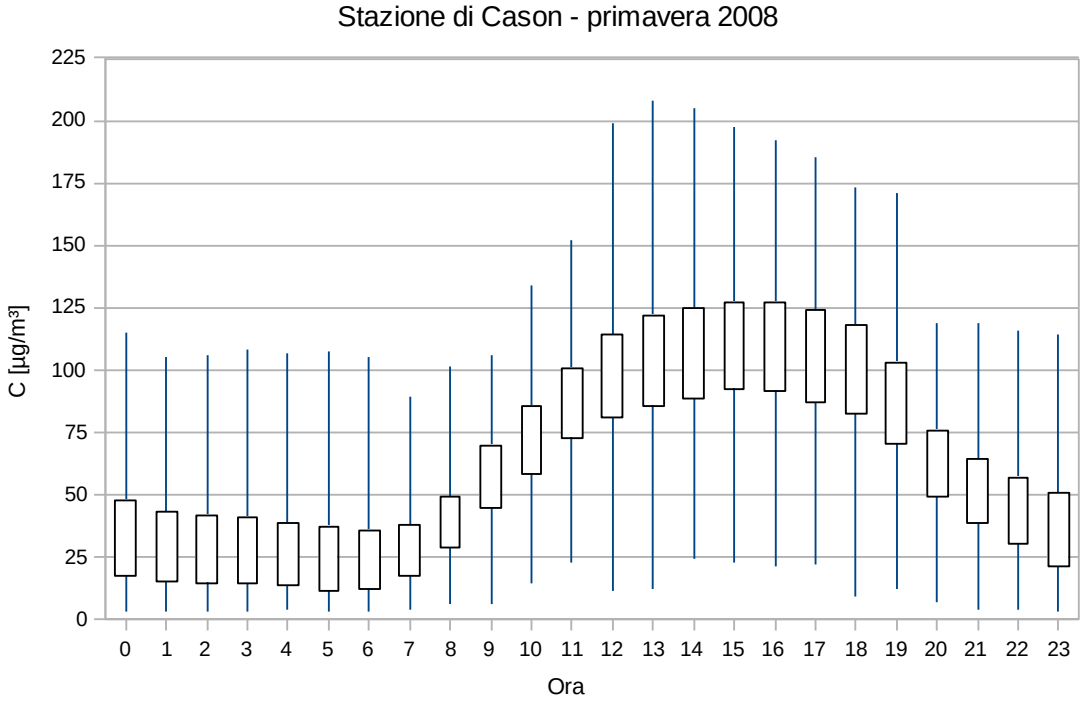


Figura 2-117: Ciclo giornaliero della concentrazione di ozono nella stazione di Verona Cason, relativo alla primavera 2008.

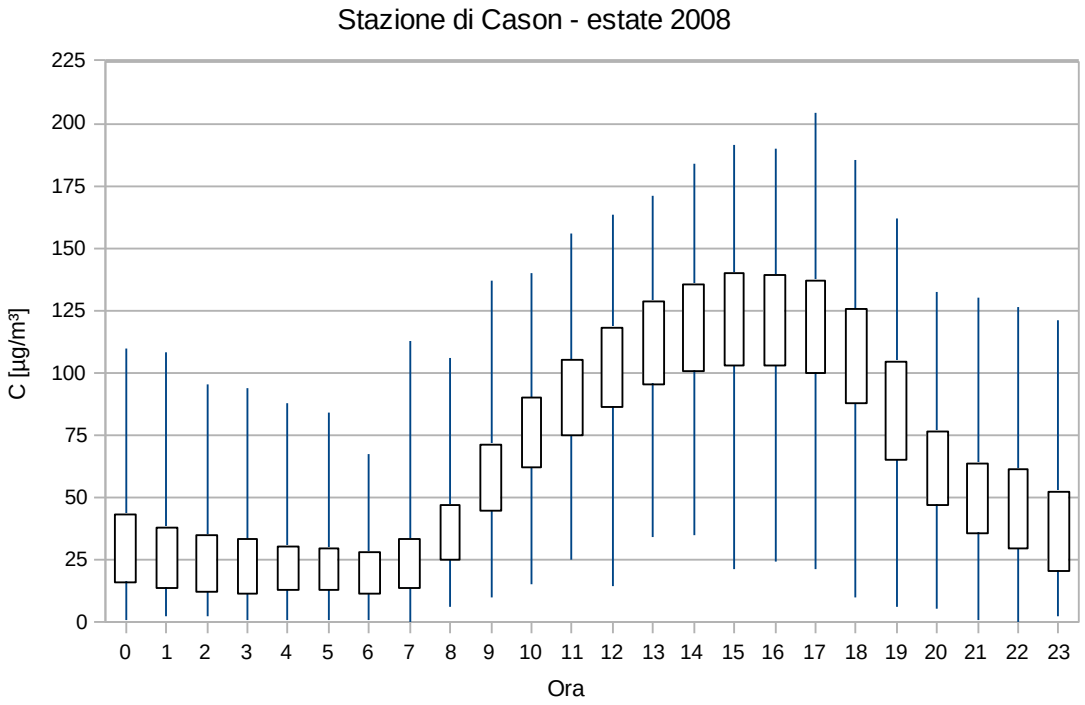


Figura 2-118: Ciclo giornaliero della concentrazione di ozono nella stazione di Verona Cason, relativo all'estate 2008.

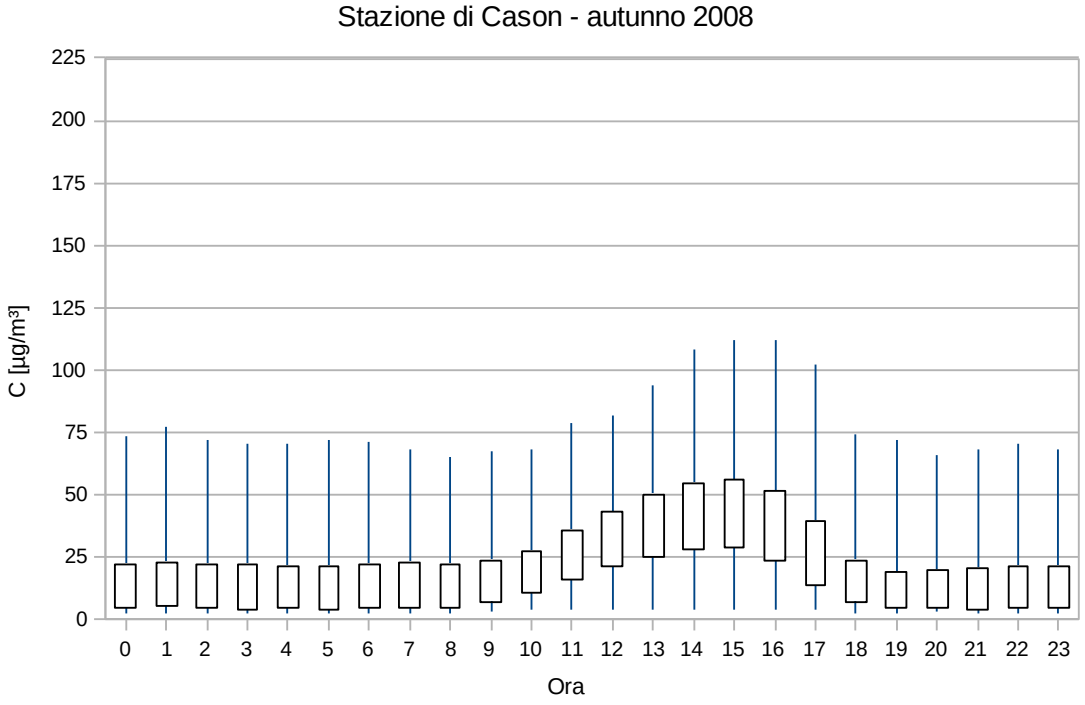


Figura 2-119: Ciclo giornaliero della concentrazione di ozono nella stazione di Verona Cason, relativo all'autunno 2008.

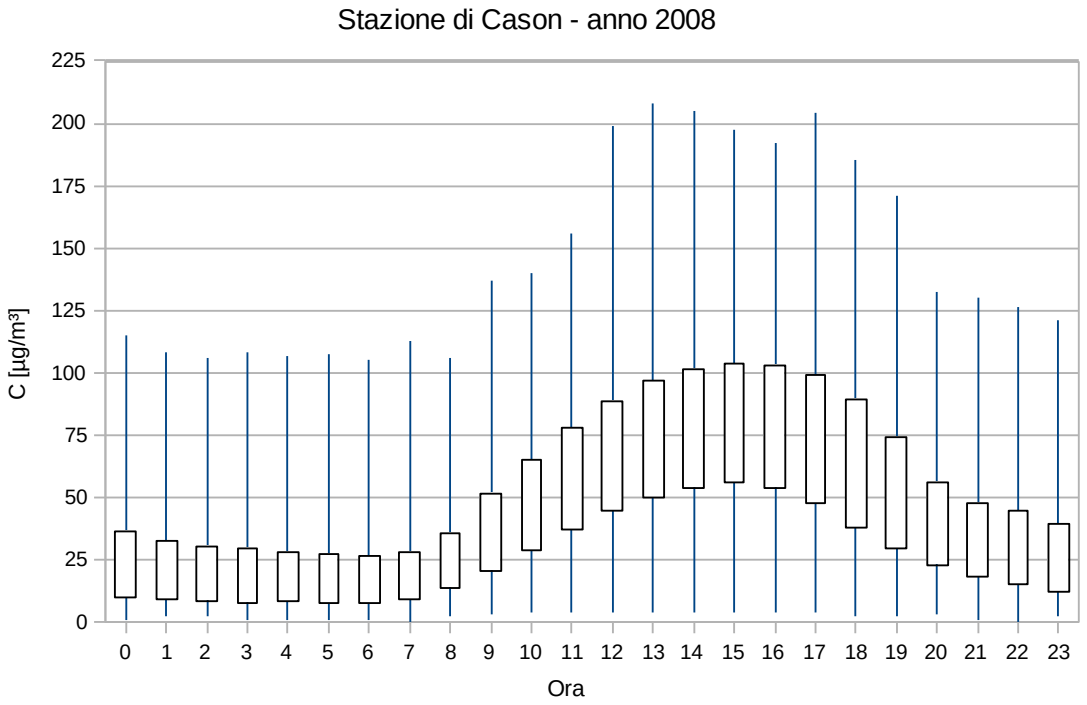


Figura 2-120: Ciclo giornaliero della concentrazione di ozono nella stazione di Verona Cason, relativo all'intero anno 2008.

L'andamento qui riportato è rappresentativo di tutte le stazioni che misurano questo inquinante (Bovolone, Legnago, S. Bonifacio, Verona Torricelle, Ca' del Bue). L'ozono è infatti un inquinante secondario con una dinamica che non dipende solamente dalle emissioni locali, ma anche e soprattutto dalle condizioni di trasformazione e trasporto in atmosfera.
La dinamica di formazione dell'ozono fa sì che grandi masse d'aria possono spostarsi anche su lunghe distanze (centinaia di chilometri), quindi ben lontano dalle fonti emissive degli inquinanti precursori. Nel periodo estivo le particolari condizioni di alta pressione, elevate temperature associate all'eventuale scarsa ventilazione, favoriscono il ristagno e l'accumulo degli inquinanti. Inoltre il forte irraggiamento solare innesca una serie di reazioni fotochimiche che determinano concentrazioni di ozono più elevate rispetto al fondo naturale. Al contrario in inverno si registrano le concentrazioni più basse. L'ozono urbano può diffondersi anche in aree più periferiche e rurali, in cui la ridotta presenza di inquinanti riducenti (monossido azoto) rende l'ozono più stabile; la concentrazione può dunque rimanere alta e raggiungere dei picchi in aree remote o rurali caratterizzate da basse emissioni.

2.2.1.3 Situazione della qualità dell'aria

La qualità dell'aria, specialmente nei contesti urbani, rappresenta una importante e complessa problematica a causa delle conseguenze che essa determina sulla salute umana e sull'ecosistema. Per questa ragione negli ultimi anni è aumentato notevolmente l'interesse riguardo i potenziali effetti dell'inquinamento atmosferico sull'organismo umano.

La normativa italiana definisce l'inquinamento atmosferico "ogni modificazione della normale composizione o stato fisico dell'aria atmosferica, dovuta alla presenza nella stessa di una o più sostanze, in quantità e con caratteristiche tali da alterare le normali condizioni ambientali e di salubrità dell'aria, da costituire pericolo ovvero pregiudizio diretto o indiretto per la salute dell'uomo, da compromettere le attività ricreative e gli altri usi legittimi dell'ambiente, da alterare le risorse e gli ecosistemi ed i beni materiali pubblici e privati" (D.P.R. 203/1988, art. 2, comma 1).

Le sorgenti di inquinamento possono essere di origine naturale (le eruzioni vulcaniche ne sono un esempio) o antropica. Le principali fonti di inquinamento antropico sono rappresentate dagli insediamenti industriali, dal traffico stradale e dagli insediamenti umani. Vengono definiti inquinanti primari quelli emessi direttamente dalle sorgenti tramite processi di combustione; sono esempi di inquinanti primari gli idrocarburi incombusti, il monossido di carbonio, gli ossidi di azoto ed il particolato sospeso. A seguito dell'emissione in atmosfera, gli inquinanti primari sono soggetti a processi di diffusione, trasporto e deposizione, nonché a processi di trasformazione chimico-fisica che possono portare alla formazione di nuove specie inquinanti, che sono dette inquinanti secondari e che possono risultare più tossici e di più vasto raggio d'azione degli inquinanti originari.

Tra le reazioni che avvengono tra gli inquinanti emessi in atmosfera, una particolare importanza è attribuita al processo di formazione dello smog fotochimico. Per smog fotochimico si intende l'insieme degli inquinanti che si vengono a creare in giornate caratterizzate da condizioni meteorologiche di stabilità e di forte insolazione. Infatti, gli ossidi di azoto (NO_x) e i composti organici volatili (VOC), emessi nell'atmosfera da molti processi naturali od antropogenici, vanno incontro ad un complesso sistema di reazioni fotochimiche indotte dalla luce ultravioletta presente nei raggi del sole; il tutto porta alla all'ossidazione del monossido di azoto (NO) a biossido di azoto (NO_2), alla formazione di ozono (O_3), Perossiacetil nitrato (PAN), perossibenzoil nitrato (PBN), aldeidi e centinaia di altre sostanze. Questi inquinanti secondari costituiscono la componente principale dello smog che affligge molte città ed aree industrializzate. Esso è caratterizzato da una tipica colorazione che può variare dal giallo-arancio fino al marroncino, dovuta alla presenza nell'aria di grandi quantità di biossido di azoto. I composti che costituiscono lo smog fotochimico sono sostanze tossiche sia per gli esseri umani, che per gli animali ed anche per i vegetali, inoltre sono in grado di degradare molti materiali diversi per il loro forte potere ossidante.

Dal momento che gli ossidi di azoto ed i composti organici volatili sono fra i componenti principali delle emissioni nelle aree urbane, le città ubicate nelle aree geografiche caratterizzate da radiazione solare intensa e temperatura elevata (come ad esempio le aree mediterranee) costituiscono dei candidati ideali allo sviluppo di episodi di inquinamento fotochimico intenso, specialmente nella stagione estiva. Una volta emessi in atmosfera, gli ossidi di azoto hanno un tempo di permanenza medio che varia da 3 a 5 giorni (ad es. APAT, 2003); in questo periodo di tempo abbastanza lungo essi possono essere trasportati lontano

dalle fonti di emissione e creare problemi di smog fotochimico anche in zone lontane da quelle in cui i precursori sono stati originati.

2.2.2 La rete di monitoraggio gestita da ARPAV

I principali inquinanti vengono monitorati in continuo in diverse stazioni distribuite sul territorio regionale. La rete di rilevamento della qualità dell'aria del Veneto, attualmente gestita da ARPAV, è il risultato del processo di "Ottimizzazione della rete regionale di controllo della qualità dell'aria del Veneto e mappatura aree remote", un progetto finanziato dalla Regione Veneto mediante fondi comunitari (DOCUP) e fondi regionali (ex D.Lgs. 112/98).
La rete è costituita da oltre 50 stazioni di misura, di diversa tipologia, in relazione alla tipologia di emissioni prevalenti nei siti in cui queste sono ubicate, e delle quali si ritengono più rappresentative: emissioni da traffico, emissioni industriali, fondo urbano e fondo rurale. Le stazioni sono dislocate su tutto il territorio regionale e ciascun Dipartimento Provinciale ARPAV gestisce quelle ricadenti sul territorio di propria competenza.
Oltre alle centraline, il rilevamento degli inquinanti atmosferici viene realizzato mediante l'utilizzo di laboratori mobili per campagne di monitoraggio della qualità dell'aria in zone non coperte da rete fissa.
I dati raccolti da ciascuna stazione sono trasmessi, tramite linea telefonica, ai centri operativi provinciali costituiti presso ciascun Dipartimento, presso i quali si effettua la verifica e la validazione quotidiana dei dati.
Per caratterizzare lo stato della qualità dell'aria dell'area di risanamento, sono stati analizzati i dati di tutte le stazioni ubicate all'interno del territorio provinciale. La scelta di includere nell'analisi stazioni al di fuori dell'area in esame ha come finalità la realizzazione di una fotografia il più verosimile possibile dello stato di fatto della qualità dell'aria, tenendo conto che l'inquinamento atmosferico è un fenomeno che non si realizza a scala esclusivamente locale ma può coinvolgere aree vaste. In Tabella 2-92 è riportato l'elenco delle stazioni considerate, con le principali caratteristiche geografiche e la tipologia di stazione e di zona. La classificazione della tipologia di stazione si rifà alla Decisione 1997/101/CEE, alla successiva decisione 2001/752/CEE e ai criteri elencati nel documento "Criteria for Euroairnet" dell'EEA che suddivide le postazioni in:

- B ovvero stazione di background: stazione non influenzata da traffico o dalle attività industriali.
- T ovvero *stazione di traffico*: stazione situata in posizione tale che il livello di inquinamento è influenzato prevalentemente da emissioni provenienti da strade limitrofe.
- I ovvero stazione industriale: stazione situata in posizione tale che il livello di inquinamento è influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o zone industriali limitrofe.

mentre le tipologie di zona possibili sono:

- U ovvero urbana: zona edificata in continuo.
- S ovvero suburbana: zona largamente edificata: insediamento continuo di edifici separati mescolati ad aree non urbanizzate (laghi di piccole dimensioni, boschi, terreni agricoli).
- R ovvero rurale: tutte le zone che non soddisfano i criteri relativi alle zone urbane/periferiche.

Tabella 2-92: Elenco delle stazioni di rilevamento della qualità dell'aria ARPAV analizzate.

Nome della stazione	Tipologia di stazione	Tipologia di zona	Coordinata E UTM [m]	Coordinata N UTM [m]	Quota [m s.l.m.]	Dati disponibili dal
Bovolone	B	U	667325.67	5013504.92	21	1996
Legnago	B	U	681525.19	5005829.98	25	2001
San Bonifacio	B	U	678858.36	5029801.16	30	1985
San Martino Buon Albergo	T	U	663236.98	5030894.47	49	1996
Villafranca di Verona	T	U	646059.94	5025387.27	54	1998
VR- Cason	B	R	649428.92	5035994.48	91	1994
VR- Corso Milano	T	U	653513.78	5034194.49	62	1994
VR-Piazza Bernardi	B	U	656966.19	5034089.45	56	2001
VR-San Giacomo	T	U	655671.18	5030434.57	60	1994
VR-Zai	T	U	654081.23	5031072.07	65	1994
VR-Torricelle	B	U				2004
Bosco Chiesanuova	B	R	658888.4	5050425.98	824	2007
Ca' del Bue	T	S	660704.06	5029430.6	42	1999
Matozze	B	S	659945.29	5030473.61	42	1999
San Giovanni Lupatoto	B	S	660108.25	5028614.85	42	1999

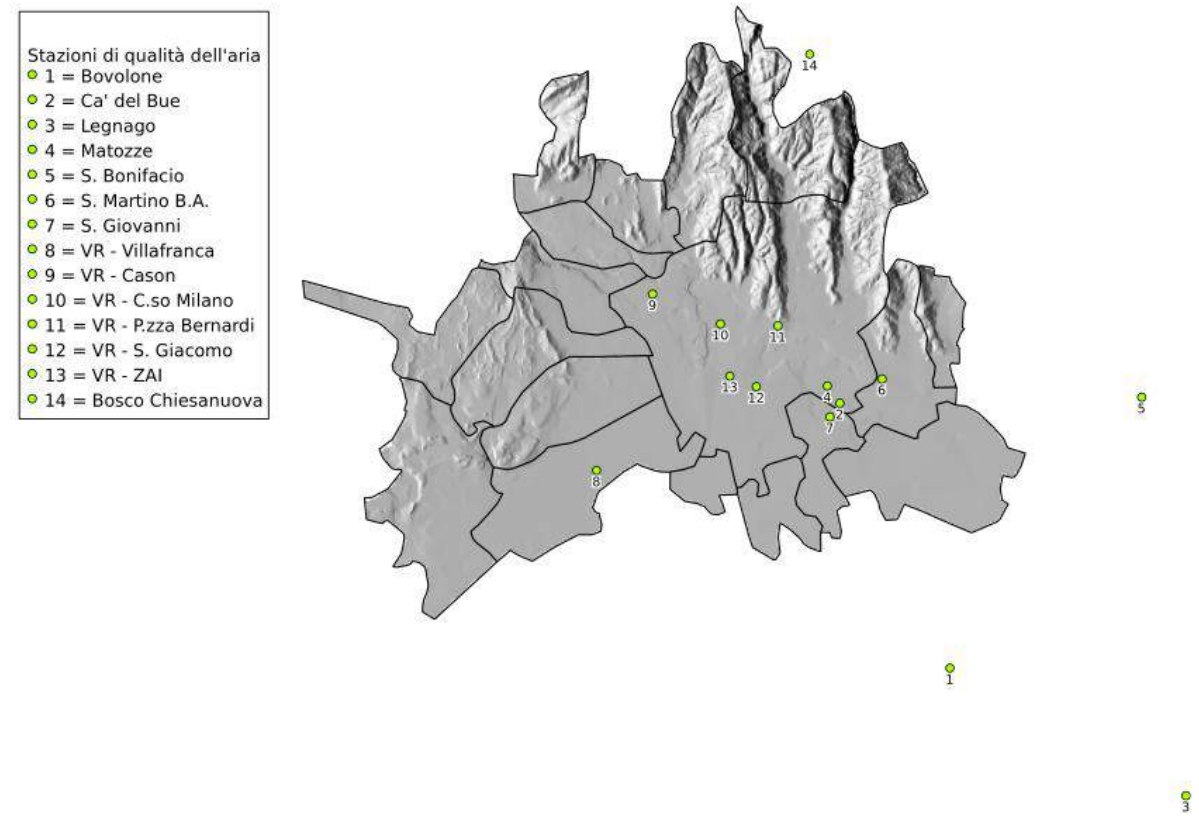


Figura 2-121: Mappa delle stazioni di misura di qualità dell'aria di ARPAV.

Per l'analisi dei parametri di qualità dell'aria, si sono analizzati i dati relativi al quinquennio 2004-2008, lo stesso utilizzato per l'inquadramento climatologico, in modo da poter accoppiare i risultati delle due indagini.

Per ciascuna stazione sono stati analizzati i dati relativi a tutti gli inquinanti monitorati, che sono riassunti in Tabella 2-93.

Tabella 2-93: Elenco delle stazioni di qualità dell'aria ARPAV prese in esame e dei parametri analizzati per ciascuna stazione.

Stazione	NO_2	NO	NO_X	CO	O_3	CH_4	NMHC	SO_2	PTS	HCL	PM_{10}	$PM_{2.5}$
Bovolone	x	x	x	x	x	x	x	x				
Legnago	x	x	x	x	x			x				
San Bonifacio	x	x	x	x	x			x				
San Martino Buon Albergo	x	x	x	x				x		x		
Villafranca di Verona	x	x	x	x				x				
VR-Cason	x	x	x	x	x			x	x		x	x
VR-Corso Milano	x	x	x	x				x			x	x
VR-Piazza Bernardi	x	x	x	x				x				
VR- San Giacomo	x	x	x	x				x				

VR- Zai	x	x	x	x	x			x				
VR- Torricelle	x	x	x	x	x	x	x	x				
Bosco Chiesanuova	x	x	x	x	x			x				x
Ca' del Bue	x	x	x	x	x	x		x				
Matozze	x	x	x	x				x		x		
S. Giovanni Lupatoto	x	x	x	x				x	x	x		

2.2.3 Andamento storico dei dati di qualità dell'aria

Analogamente a quanto fatto per i dati meteorologici, in occasione della stesura del presente Piano, anche i dati di qualità dell'aria sono stati analizzati statisticamente e sono stati calcolati i parametri normalmente utilizzati come indici di posizione e indici di dispersione, producendo elaborazioni originali. Inoltre si sono analizzati i valori massimi e minimi delle serie temporali per avere informazioni sull'intervallo di variazione della grandezza misurata.
Gli indicatori statistici sono riassunti nelle tabelle seguenti.
Le stesse statistiche sono state calcolate per ogni singolo anno allo scopo di mettere in luce possibili differenze tra le diverse annate. Inoltre sono stati calcolati eventuali cicli stagionali, tipici ad esempio di inquinanti come ad esempio PM_{10} e NO_x. I cicli settimanali sono stati evidenziati per verificare se le diverse emissioni che si possono avere nei giorni feriali rispetto a quelli festivi possono indurre delle differenze nella qualità dell'aria oppure no.
Si sono quindi ricercate le correlazioni tra le diverse grandezze misurate in ciascuna stazione allo scopo di individuare possibili legami tra i diversi inquinanti. La stessa cosa è stata fatta analizzando il comportamento della concentrazione dello stesso inquinante in diverse stazioni per mettere in luce le omogeneità o le disuniformità dal punto di vista della qualità dell'aria tra le varie zone del territorio provinciale esaminato.
Di seguito si riportano le percentuali di dati validi nel quinquennio 2004-2008 (per la stazione di Bosco Chiesanuova le statistiche si riferiscono al biennio 2007-2008 dal momento che la stazione è stata installata solo nel 2007). Alcuni parametri hanno percentuali piuttosto basse in quanto sono stati misurati solo in alcuni anni. Nelle tabelle sono riportati i coefficienti di correlazione tra le concentrazioni di diversi inquinanti. Tali indicatori statistici sono prossimi a zero quando i valori delle concentrazioni sono statisticamente poco correlati, prossimi a 1 quando sono molto correlati, prossimi a -1 quando sono "molto anticorrelati" (valori molto alti di una si realizzano in concomitanza di valori molto bassi dell'altra).

Tabella 2-94: Percentuale di dati di qualità dell'aria validi nel quinquennio 2004-2008 (parte I).

STAZIONE	Percentuale di dati validi nel quinquennio 2004-2008 (*)					
	SO_2	NO_x	NO	NO_2	POLV	CO
Bovolone	93.7%	93.5%	88.9%	93.6%		95.7%
Legnago	88.6%	94.8%	94.7%	94.8%	21.3%	68.3%
San Bonifacio	95.2%	94.2%	94.1%	94.2%	21.3%	96.5%

San Martino Buon Albergo	94.3%	94.1%	94.1%	94.1%		96.0%
Villafranca di Verona	90.3%	94.5%	93.5%	94.4%	16.3%	95.5%
VR- Cason	28.3%	93.2%	93.1%	93.1%	15.1%	29.3%
VR- Corso Milano	94.0%	94.5%	94.5%	94.4%		97.4%
VR- Piazza Bernardi	65.9%	93.8%	93.8%	93.5%	20.2%	96.0%
VR- San Giacomo	93.8%	93.3%	93.2%	93.3%	20.4%	96.7%
VR- Zai	90.9%	95.1%	95.1%	95.1%		98.6%
VR- Torricelle	92.9%	91.7%	91.7%	91.6%	33.4%	95.3%
Bosco Chiesanuova	94.9%	95.3%	95.1%	95.3%		94.5%
Ca' del Bue	94.1%	94.8%	94.8%	94.8%	94.9%	94.2%
Matozze	91.0%	91.3%	91.8%	91.3%	90.1%	92.8%
San Giovanni Lupatoto	92.5%	93.1%	93.2%	93.0%	95.1%	92.2%

(*) per la stazione di Bosco Chiesanuova le statistiche si riferiscono al biennio 2007-2008.

Tabella 2-95: Percentuale di dati di qualità dell'aria validi nel quinquennio 2004-2008 (parte II).

STAZIONE	Percentuale di dati validi nel quinquennio 2004-2008 (*)					
	O_3	CH_4	NMHC	HCL	PM_{10}	$PM_{2.5}$
Bovolone	29.8%	44.8%	44.7%			
Legnago	95.1%					
San Bonifacio	95.2%	0.7%				
San Martino Buon Albergo				34.4%		
Villafranca di Verona						
VR- Cason	95.1%				92.8%	18.2%
VR- Corso Milano					93.5%	
VR- Piazza Bernardi						
VR- San Giacomo	58.9%					
VR- Zai	97.2%					
VR- Torricelle	94.9%	86.7%	100.0%			
Bosco Chiesanuova	95.6%	0.8%	0.8%		97.2%	
Ca' del Bue	58.3%	54.8%	54.9%	41.2%		
Matozze				52.4%		
San Giovanni Lupatoto	57.9%					

(*) per la stazione di Bosco Chiesanuova le statistiche si riferiscono al biennio 2007-2008.

2.2.3.1 Stazione di Bosco Chiesanuova

La stazione di qualità dell'aria è ubicata a circa 850 m sul livello del mare, vicino al confine con Cerro Veronese, ed è classificata come stazione di background rurale.

Tabella 2-96: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Bosco Chiesanuova.

	2004	2005	2006	2007	2008	2004-2008
SO_2				1.5	1.25	1.38
NO_X				16.95	15.69	16.32
NO				1.62	1.26	1.44
NO_2				14.54	13.77	14.15
CO				0.13	0.3	0.21
O_3				81.59	81.24	81.42
CH_4				784.93		784.93
NMHC				410.25		410.25
PM_{10}				19.97	19.55	19.75

Tabella 2-97: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Bosco Chiesanuova.

	SO_2	**NO_x**	**NO**	**NO_2**	**CO**	**O_3**	**CH_4**	**NMHC**	**PM_{10}**
SO_2	1.00	0.19	0.09	0.22	0.01	0.02	-0.30	-0.25	0.10
NO_x	0.19	1.00	0.79	0.87	0.39	-0.41	-0.13	-0.21	0.40
NO	0.09	0.79	1.00	0.40	0.18	-0.20	0.01	-0.19	0.11
NO_2	0.22	0.87	0.40	1.00	0.44	-0.46	-0.18	-0.19	0.51
CO	0.01	0.39	0.18	0.44	1.00	-0.42	-0.03	-0.07	0.27
O_3	0.02	-0.41	-0.20	-0.46	-0.42	1.00	0.13	0.12	-0.09
CH_4	-0.30	-0.13	0.01	-0.18	-0.03	0.13	1.00	0.73	
NMHC	-0.25	-0.21	-0.19	-0.19	-0.07	0.12	0.73	1.00	
PM_{10}	0.10	0.40	0.11	0.51	0.27	-0.09			1.00

2.2.3.2 Stazione di Bovolone

La stazione di Bovolone, classificata come background urbano, è ubicata nella parte meridionale della Provincia, al di fuori dell'area di risanamento.

Tabella 2-98: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Bovolone.

	2004	2005	2006	2007	2008	2004-2008
SO_2	2.87	3.13	2.78	1.80	2.14	2.53
NO_x	87.95	92.00	74.67	69.93	86.58	82.12
NO	33.46	28.41	20.18	32.94	34.07	29.62
NO_2	36.60	48.42	43.74	31.87	34.36	38.99
CO	0.39	0.61	0.60	0.51	0.44	0.51
O_3				46.04	38.19	41.06
CH_4	1130.58	1129.09	1009.66			1094.75
NMHC	385.59	298.52	63.68			261.14

Tabella 2-99: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Bovolone.

	SO_2	NO_x	NO	NO_2	CO	O_3	CH_4	NMHC
SO_2	1.00	0.47	0.38	0.46	0.48	-0.49	0.24	0.15
NO_x	0.47	1.00	0.95	0.64	0.65	-0.64	0.42	0.19
NO	0.38	0.95	1.00	0.36	0.56	-0.55	0.33	0.22
NO_2	0.46	0.64	0.36	1.00	0.56	-0.71	0.40	0.05
CO	0.48	0.65	0.56	0.56	1.00	-0.37	0.37	0.03
O_3	-0.49	-0.64	-0.55	-0.71	-0.37	1.00		
CH_4	0.24	0.42	0.33	0.40	0.37		1.00	0.43
NMHC	0.15	0.19	0.22	0.05	0.03		0.43	1.00

2.2.3.3 Stazione di Legnago

La stazione è ubicata a sud-est rispetto al Comune di Verona ed è classificata come background urbana.

Tabella 2-100: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Legnago.

	2004	2005	2006	2007	2008	2004-2008
SO_2	5.97	2.21	2.00	5.06	3.74	3.75
NO_x	54.41	53.35	70.34	77.02	67.26	64.43
NO	16.96	13.31	18.40	20.28	17.94	17.37
NO_2	28.39	32.94	42.12	46.14	39.81	37.84
POLV	62.25	87.69				63.90
CO	0.41	0.47	0.43	0.40		0.43
O_3	49.19	49.37	53.23	49.53	45.26	49.31

Tabella 2-101: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Legnago.

	SO_2	NO_x	NO	NO_2	POLV	CO	O_3
SO_2	1.00	0.36	0.39	0.12	-0.03	0.26	-0.22
NO_x	0.36	1.00	0.95	0.65	0.36	0.74	-0.52
NO	0.39	0.95	1.00	0.37	0.31	0.76	-0.43
NO_2	0.12	0.65	0.37	1.00	0.35	0.32	-0.50
POLV	-0.03	0.36	0.31	0.35	1.00	0.46	-0.42
CO	0.26	0.74	0.76	0.32	0.46	1.00	-0.45
O_3	-0.22	-0.52	-0.43	-0.50	-0.42	-0.45	1.00

2.2.3.4 Stazione di San Bonifacio

La stazione di San Bonifacio si trova a est del Comune di Verona ed è classificata come background urbano.

Tabella 2-102: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di San Bonifacio.

	2004	2005	2006	2007	2008	2004-2008
SO_2	3.24	3.07	3.17	2.00	1.57	2.61
NO_x	100.32	111.56	110.02	101.37	106.08	105.82
NO	38.10	44.17	41.03	37.51	37.55	39.63
NO_2	41.86	43.85	47.07	44.06	48.55	45.09
POLV	83.11	80.45				82.83
CO	0.57	0.50	0.51	0.42	0.35	0.47
O_3	46.45	42.83	49.80	47.43	40.13	45.34
CH_4	8.88					8.88

Tabella 2-103: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di San Bonifacio.

SO_2	1.00	0.62	0.64	0.31	0.31	0.61	-0.16	-0.07
NO_x	0.62	1.00	0.98	0.68	0.42	0.78	-0.54	-0.09
NO	0.64	0.98	1.00	0.53	0.40	0.77	-0.46	-0.08
NO_2	0.31	0.68	0.53	1.00	0.36	0.51	-0.67	-0.07
POLV	0.31	0.42	0.40	0.36	1.00	0.45	-0.24	0.08
CO	0.61	0.78	0.77	0.51	0.45	1.00	-0.44	-0.22
O_3	-0.16	-0.54	-0.46	-0.67	-0.24	-0.44	1.00	-0.02
CH_4	-0.07	-0.09	-0.08	-0.07	0.08	-0.22	-0.02	1.00

2.2.3.5 Stazione di San Martino Buon Albergo

La stazione di San Martino Buon albergo si trova a est del Comune di Verona ed è classificata come stazione di traffico urbano, data la sua collocazione in prossimità di importanti arterie di traffico.

Tabella 2-104: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di San Martino B.A.

	2004	2005	2006	2007	2008	2004-2008
SO_2	4.39	3.42	3.10	2.83	1.63	3.08
NO_x	160.32	142.77	138.35	131.70	121.63	138.85
NO	67.78	59.31	50.54	50.96	43.57	54.35
NO_2	56.54	52.00	60.82	53.68	54.86	55.60
CO	0.17	0.49	0.49	0.27		1.00
HCl	0.08	0.05	0.05	0.05		0.02

Tabella 2-105: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di San Martino B.A.

	SO_2	**NO_x**	**NO**	**NO_2**	**CO**	**HCl**
SO_2	1.00	0.20	0.22	0.04	0.17	0.08
NO_x	0.20	1.00	0.98	0.58	0.49	0.05

NO	0.22	0.98	1.00	0.42	0.49	0.05
NO_2	0.04	0.58	0.42	1.00	0.27	0.05
CO	0.17	0.49	0.49	0.27	1.00	0.02
HCl	0.08	0.05	0.05	0.05	0.02	1

2.2.3.6 Stazione di Villafranca di Verona

La stazione è situata a sud-ovest di Verona ed è classificata come stazione di traffico urbano.

Tabella 2-106: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Villafranca di Verona.

	2004	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2004-2008**
SO_2	6.76	3.31	4.85	2.20	1.42	3.80
NO_x	133.12	140.56	132.15	121.02	100.27	125.31
NO	52.46	53.04	50.17	45.86	37.35	47.74
NO_2	52.66	59.19	55.17	54.47	43.07	52.89
POLV	65.69					65.69
CO	0.64	0.64	0.55	0.53	0.43	0.56

Tabella 2-107: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Villafranca di Verona.

	SO_2	**NO_x**	**NO**	**NO_2**	**CO**	**HCl**
SO_2	1	0.63	0.62	0.42	-0.03	0.54
NO_x	0.63	1.00	0.98	0.69	0.09	0.73
NO	0.62	0.98	1.00	0.54	0.04	0.71
NO_2	0.42	0.69	0.54	1.00	0.24	0.51
CO	-0.03	0.09	0.04	0.24	1.00	0.07
HCl	0.54	0.73	0.71	0.51	0.07	1.00

2.2.3.7 Stazione di Verona-Cason

La stazione è localizzata nella parte nord ovest del Comune di Verona ed è classificata di background urbano perché si trova in una zona di campagna, ai margini della città. Essa è lontana da sorgenti dirette di inquinanti da traffico come ad esempio gli NO_X e per questo è utilizzata per valutare i livelli di fondo dell'inquinamento.

Tabella 2-108: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-Cason.

	2004	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2004-2008**
SO_2				1.17	1.01	1.07
NO_x	78.58	68.55	77.72	69.64	70.62	73.04
NO	31.63	24.23	28.12	24.46	23.15	26.32
NO_2	30.03	31.38	34.62	32.22	35.31	32.73
POLV	92.05					92.05

CO				0.46	0.31	0.36
O_3	41.73	42.12	46.70	44.50	43.28	43.65
PM_{10}	40.8	47.3	48.0	46.9	39.6	44.6
$PM_{2.5}$					27.6	27.6

Tabella 2-109: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-Cason.

	SO_2	**NO_x**	**NO**	**NO_2**	**POLV**	**CO**	**O_3**	**PM_{10}**	**$PM_{2.5}$**
SO_2	1.00	0.27	0.28	0.13		0.17	0.06	0.22	0.18
NO_x	0.27	1.00	0.97	0.74	0.51	0.73	-0.53	0.54	0.50
NO	0.28	0.97	1.00	0.57	0.44	0.70	-0.44	0.47	0.42
NO_2	0.13	0.74	0.57	1.00	0.56	0.50	-0.61	0.56	0.52
POLV		0.51	0.44	0.56	1.00		-0.49	0.62	
CO	0.17	0.73	0.70	0.50		1.00	-0.41	0.49	0.53
O_3	0.06	-0.53	-0.44	-0.61	-0.49	-0.41	1.00	-0.29	-0.31
PM_{10}	0.22	0.54	0.47	0.56	0.62	0.49	-0.29	0.01	1.00
$PM_{2.5}$	0.18	0.50	0.42	0.52		0.53	-0.31	0.04	0.97

2.2.3.8 Stazione di Verona-Corso Milano

La stazione è ubicata in prossimità di Corso Milano, una importante arteria di traffico. Essa è pertanto classificata come stazione di traffico urbano.

Tabella 2-110: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-Corso Milano.

	2004	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2004-2008**
SO_2	2.22	1.79	1.68	1.55	1.91	1.83
NO_x	146.43	137.75	135.95	110.19	85.97	123.29
NO	60.46	55.28	52.79	42.06	28.52	47.83
NO_2	53.57	53.10	54.85	45.77	42.30	49.92
CO	1.01	0.94	0.80	0.62	0.54	0.78
PM_{10}	66	70.6	61.5	51.6	41.9	58.3

Tabella 2-111: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-Corso Milano.

	SO_2	**NO_X**	**NO**	**NO_2**	**CO**	**PM_{10}**
SO_2	1.00	0.42	0.41	0.32	0.4	0.29
NO_x	0.42	1.00	0.99	0.73	0.89	0.6
NO	0.41	0.99	1.00	0.62	0.87	0.56
NO_2	0.32	0.73	0.62	1.00	0.7	0.56
CO	0.40	0.89	0.87	0.70	1	0.63
PM_{10}	0.29	0.60	0.56	0.56	0.63	1

2.2.3.9 Stazione di Verona-Piazza Bernardi

La stazione di Piazza Bernardi è classificata come stazione di background urbano.

Tabella 2-112: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-Piazza Bernardi.

	2004	2005	2006	2007	2008	2004-2008
SO_2	3.63	1.54	1.18	1.13		1.97
NO_x	94.32	82.16	89.70	80.13	72.19	83.70
NO	32.92	25.73	27.96	26.64	22.22	27.08
NO_2	43.89	42.81	46.78	39.30	38.21	42.22
POLV	84.27					84.27
CO	0.99	0.82	0.70	0.58	0.56	0.73

Tabella 2-113: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-Corso Milano.

	SO_2	NO_x	NO	NO_2	POLV	CO
SO_2	1.00	0.21	0.18	0.24	0.16	0.21
NO_x	0.21	1.00	0.98	0.78	0.51	0.77
NO	0.18	0.98	1.00	0.64	0.46	0.73
NO_2	0.24	0.78	0.64	1.00	0.57	0.67
POLV	0.16	0.51	0.46	0.57	1.00	0.46
CO	0.21	0.77	0.73	0.67	0.46	1.00

2.2.3.10 Stazione di Verona-San Giacomo

La stazione di San Giacomo è ubicata in prossimità di un'arteria di traffico piuttosto importante e per questo classificata come stazione di traffico urbano.

Tabella 2-114: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-San Giacomo.

	2004	2005	2006	2007	2008	2004-2008
SO_2	3.71	2.70	2.94	2.53	1.86	2.75
NO_x	113.65	79.49	121.75	115.30	90.74	104.05
NO	44.60	27.95	44.59	44.00	31.63	38.48
NO_2	45.17	36.59	53.11	48.08	42.37	45.04
POLV	76.52	61.42				75.75
CO	0.80	0.62	0.67	0.65	0.51	0.65

Tabella 2-115: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-San Giacomo.

	SO_2	NO_x	NO	NO_2	POLV	CO
SO_2	1.00	0.32	0.30	0.29	0.21	0.27
NO_x	0.32	1.00	0.98	0.76	0.51	0.83
NO	0.30	0.98	1.00	0.63	0.45	0.81

NO_2	0.29	0.76	0.63	1.00	0.59	0.66
POLV	0.21	0.51	0.45	0.59	1.00	0.49
CO	0.27	0.83	0.81	0.66	0.49	1.00

2.2.3.11 Stazione di Verona-ZAI

La stazione è ubicata non lontano dagli assi stradali di via Roveggia e via Po e per questo è classificata stazione di traffico urbano.

Tabella 2-116: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-ZAI.

	2004	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2004-2008**
SO_2	4.76	4.91	1.75	2.42	2.40	3.28
NO_x	124.29	166.94	199.98	253.41	212.17	191.55
NO	49.25	68.85	90.90	121.66	89.68	84.16
NO_2	48.73	61.18	60.50	66.76	74.74	62.43
CO	0.92	0.79	0.75	0.67	0.60	0.74
O_3	39.55	42.29	40.81	37.55	34.24	38.91

Tabella 2-117: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-ZAI.

	SO_2	**NO_x**	**NO**	**NO_2**	**CO**	**O_3**
SO_2	1.00	0.43	0.43	0.23	0.46	-0.23
NO_x	0.43	1.00	0.99	0.52	0.59	-0.52
NO	0.43	0.99	1.00	0.37	0.59	-0.51
NO_2	0.23	0.52	0.37	1.00	0.24	-0.28
CO	0.46	0.59	0.59	0.24	1.00	-0.47
O_3	-0.23	-0.52	-0.51	-0.28	-0.47	1.00

2.2.3.12 Stazione di Verona-Torricelle

La stazione ubicata sulla collina delle Torricelle e classificata come background urbano è stata dismessa alla fine del 2006, per cui sono stati analizzati solo tre anni di dati.

Tabella 2-118: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-Torricelle.

	2004	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2004-2008**
SO_2	2.48	2.86	2.05			2.46
NO_x	39.24	33.23	33.88			35.41
NO	16.04	11.46	7.31			11.56
NO_2	14.57	15.66	22.63			17.65
POLV	43.70	44.67				43.76
CO	0.49	0.42	0.39			0.43
O_3	61.46	57.45	67.51			62.03

CH_4	543.80	628.71	861.82			683.07
NMHC	40.96	72.17	77.38			64

Tabella 2-119: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-Torricelle.

	SO_2	**NO_x**	**NO**	**NO_2**	**POLV**	**CO**	**O_3**	**CH_4**	**NMHC**
SO_2	1.00	0.16	0.15	0.13	0.17	0.14	0.01	-0.06	-0.07
NO_x	0.16	1.00	0.97	0.69	0.32	0.75	-0.50	0.26	0.15
NO	0.15	0.97	1.00	0.49	0.28	0.74	-0.43	0.15	0.11
NO_2	0.13	0.69	0.49	1.00	0.41	0.46	-0.51	0.47	0.19
POLV	0.17	0.32	0.28	0.41	1.00	0.32	-0.11	0.33	0.00
CO	0.14	0.75	0.74	0.46	0.32	1.00	-0.44	0.21	0.12
O_3	0.01	-0.50	-0.43	-0.51	-0.11	-0.44	1.00	-0.14	-0.24
CH_4	-0.06	0.26	0.15	0.47	0.33	0.21	-0.14	1.00	0.24
NMHC	-0.07	0.15	0.11	0.19	0.00	0.12	-0.24	0.24	1.00

2.2.3.13 Stazione di Ca' del Bue

La stazione di Ca' del Bue fa parte delle stazioni gestite da ARPAV ma di proprietà di AGSM.

Tabella 2-120: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Ca' del Bue.

	2004	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2004-2008**
SO_2	3.14	3.35	3.47	2.84	4.20	3.40
NO_x	139.45	130.88	126.52	119.50	98.24	122.86
NO	57.70	52.30	53.52	51.07	38.89	50.67
NO_2	50.96	50.64	44.39	41.51	38.64	45.21
POLV	73.98	69.44	69.40	67.86	62.76	68.80
CO	0.91	1.12	0.93	0.43	0.39	0.76
O_3	38.53	41.74	42.95	5.61		40.15
CH_4	1424.36	1350.90	1310.10	1461.72		1365.37
NMHC	378.99	271.78	344.56	255.18		329.16
HCl		0.03	0.00	0.00		0.01

Tabella 2-121: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Verona-Torricelle.

	SO_2	**NO_x**	**NO**	**NO_2**	**POLV**	**CO**	**O_3**	**CH_4**	**NMHC**	**HCl**
SO_2	1.00	0.01	0.02	0.00	0.13	0.05	0.19	-0.08	0.05	0.00
NO_x	0.01	1.00	0.99	0.71	0.38	0.52	-0.52	0.62	-0.15	0.00
NO	0.02	0.99	1.00	0.60	0.35	0.49	-0.46	0.63	-0.14	0.00
NO_2	0.00	0.71	0.60	1.00	0.39	0.48	-0.67	0.39	-0.12	0.00

POLV	0.13	0.38	0.35	0.39	1.00	0.36	-0.23	0.36	0.02	0.02
CO	0.05	0.52	0.49	0.48	0.36	1.00	-0.36	0.36	-0.45	0.00
O_3	0.19	-0.52	-0.46	-0.67	-0.23	-0.36	1.00	-0.52	0.21	0.00
CH_4	-0.08	0.62	0.63	0.39	0.36	0.36	-0.52	1.00	0.05	-0.01
NMHC	0.05	-0.15	-0.14	-0.12	0.02	-0.45	0.21	0.05	1.00	-0.01
HCl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	-0.01	-0.01	1.00

2.2.3.14 Stazione di Matozze

La stazione di Matozze fa parte delle stazioni gestite da ARPAV ma di proprietà di AGSM.

Tabella 2-122 - Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Matozze.

	2004	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2004-2008**
SO_2	6.15	4.40	4.35	4.25	2.70	4.97
NO_x	96.07	90.64	86.49	92.47	85.20	91.04
NO	38.74	33.99	34.94	40.18	36.54	35.88
NO_2	37.29	38.44	32.21	30.77	29.18	35.97
POLV	67.82	74.00	63.61	56.97	51.57	68.18
CO	0.65	0.64	0.62	0.62	0.55	0.64
HCl	0.18	0.00	0.00			0.07

Tabella 2-123: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di Matozze.

	SO_2	**NO_x**	**NO**	**NO_2**	**POLV**	**CO**	**HCl**
SO_2	1.00	0.58	0.57	0.32	0.41	0.45	0.00
NO_x	0.58	1.00	0.98	0.49	0.44	0.77	-0.01
NO	0.57	0.98	1.00	0.32	0.38	0.75	-0.01
NO_2	0.32	0.49	0.32	1.00	0.46	0.40	-0.01
POLV	0.41	0.44	0.38	0.46	1.00	0.56	0.04
CO	0.45	0.77	0.75	0.40	0.56	1.00	0.00
HCl	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	0.04	0.00	1.00

2.2.3.15 Stazione di San Giovanni Lupatoto

La stazione di San Giovanni Lupatoto fa parte delle stazioni gestite da ARPAV ma di proprietà di AGSM.

Tabella 2-124: Valori medi dei parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di San Giovanni Lupatoto.

	2004	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2004-2008**
SO_2	1.58	2.95	1.82	1.83	1.89	2.01
NO_x	86.54	87.47	83.05	85.36	69.06	82.27
NO	32.65	31.13	32.71	33.17	23.63	30.63
NO_2	36.42	39.68	32.89	34.56	32.85	35.29

POLV	54.31	62.60	67.41	65.24	58.11	61.51
CO	0.54	0.49	0.48	0.49	0.37	0.47
HCl	0.00	0.32	1.04	1.25		0.49

Tabella 2-125: Coefficienti di correlazione tra parametri di qualità dell'aria misurati nella stazione di San Giovanni Lupatoto.

	SO_2	**NO_x**	**NO**	**NO_2**	**POLV**	**CO**	**HCl**
SO_2	1.00	0.44	0.43	0.33	0.30	0.37	0.04
NO_x	0.44	1.00	0.99	0.70	0.45	0.78	-0.01
NO	0.43	0.99	1.00	0.57	0.40	0.75	0.00
NO_2	0.33	0.70	0.57	1.00	0.46	0.59	-0.07
POLV	0.30	0.45	0.40	0.46	1.00	0.55	0.02
CO	0.37	0.78	0.75	0.59	0.55	1.00	-0.01
HCl	0.04	-0.01	0.00	-0.07	0.02	-0.01	1.00

2.2.4 Superamenti dei limiti di legge

Sono stati confrontati i parametri di qualità dell'aria misurati nelle diverse stazioni, allo scopo di evidenziare omogeneità e differenze all'interno dell'area di risanamento in esame.

2.2.4.1 SO_2

Il biossido di zolfo, un gas tossico per l'uomo e dannoso per l'ambiente, non rappresenta un problema per la qualità dell'aria in tutte le stazioni considerate. Le principali emissioni di SO_2 derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (gasolio, olio combustibile, carbone) in cui lo zolfo è presente come impurità, e dai processi metallurgici. La più importante sorgente antropica di SO_2 è rappresentata dagli impianti di riscaldamento domestici; non è comunque trascurabile il contributo del traffico veicolare (6-7%), in particolare dei veicoli con motore diesel. Oggigiorno il biossido di zolfo non è più considerata una specie inquinante problematica in termini di qualità dell'aria poiché negli ultimi anni si è riusciti ad abbatterne le emissioni primarie, riducendo o eliminando il contenuto di zolfo nei combustibili. Il valore medio annuo risulta in tutte le stazioni considerate molto più basso dei valori limite imposti dal D.M. 60/2002.

Tabella 2-126: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il biossido di zolfo per l'anno 2004.

STAZIONE	N° superamenti soglia oraria	N° superamenti soglia giornaliera	N° superamenti soglia allarme	Max media annua/invernale per soglia protezione ecosistema [$\mu g/m^3$]
Valore limite (D.M.60/2002)	350 $\mu g/m^3$	125 $\mu g/m^3$	500 $\mu g/m^3$	20 $\mu g/m^3$
Num. max. superamenti	<24 ore l'anno	<3 giorni l'anno	< 3 ore consecutive	-
Bovolone	0	0	0	3.85

Legnago	0	0	0	5.97
San Bonifacio	0	0	0	3.95
San Martino Buon Albergo	0	0	0	6.4
Villafranca di Verona	0	0	0	7.88
VR- Cason	0	0	0	
VR- Corso Milano	0	0	0	2.68
VR- Piazza Bernardi	0	0	0	3.63
VR- San Giacomo	0	0	0	3.96
VR- Zai	0	0	0	5.95
VR- Torricelle	0	0	0	3.08
Bosco Chiesanuova	0	0	0	
Ca' del Bue	0	0	0	3.49
Matozze	0	0	0	6.37
San Giovanni Lupatoto	0	0	0	2.93

Tabella 2-127: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il biossido di zolfo per l'anno 2005.

STAZIONE	N° superamenti soglia oraria	N° superamenti soglia giornaliera	N° superamenti soglia allarme	Max media annua/invernale per soglia protezione ecosistema [µg/m^3]
Valore limite (D.M.60/2002)	350 µg/m^3	125 µg/m^3	500 µg/m^3	20 µg/m^3
Num. max. superamenti	<24 ore l'anno	<3 giorni l'anno	< 3 ore consecutive	-
Bovolone	0	0	0	5.15
Legnago	0	0	0	5.37
San Bonifacio	0	0	0	5.13
San Martino Buon Albergo	0	0	0	6.40
Villafranca di Verona	0	0	0	7.88
VR- Cason	0	0	0	
VR- Corso Milano	0	0	0	2.68
VR- Piazza Bernardi	0	0	0	2.20
VR- San Giacomo	0	0	0	3.96
VR- Zai	0	0	0	5.95
VR- Torricelle	0	0	0	3.08
Bosco Chiesanuova	0	0	0	
Ca' del Bue	0	0	0	3.49
Matozze	0	0	0	6.37
San Giovanni Lupatoto	0	0	0	2.95

Tabella 2-128: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il biossido di zolfo per l'anno 2006.

STAZIONE	N° superamenti soglia oraria	N° superamenti soglia giornaliera	N° superamenti soglia allarme	Max media annua/invernale per soglia protezione ecosistema [µg/m^3]
Valore limite (D.M.60/2002)	350 µg/m^3	125 µg/m^3	500 µg/m^3	20 µg/m^3
Num. max. superamenti	<24 ore l'anno	<3 giorni l'anno	< 3 ore consecutive	-
Bovolone	0	0	0	5.13
Legnago	0	0	0	4.69
San Bonifacio	0	0	0	7.11
San Martino Buon Albergo	0	0	0	
Villafranca di Verona	0	0	0	1.92
VR- Cason	0	0	0	1.76
VR- Corso Milano	0	0	0	3.45
VR- Piazza Bernardi	0	0	0	3.26
VR- San Giacomo	0	0	0	2.59
VR- Zai	0	0	0	
VR- Torricelle	0	0	0	3.47
Bosco Chiesanuova	0	0	0	4.77
Ca' del Bue	0	0	0	2.75
Matozze	0	0	0	6.37
San Giovanni Lupatoto	0	0	0	2.95

Tabella 2-129: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il biossido di zolfo per l'anno 2007.

STAZIONE	N° superamenti soglia oraria	N° superamenti soglia giornaliera	N° superamenti soglia allarme	Max media annua/invernale per soglia protezione ecosistema [µg/m^3]
Valore limite (D.M.60/2002)	350 µg/m^3	125 µg/m^3	500 µg/m^3	20 µg/m^3
Num. max. superamenti	<24 ore l'anno	<3 giorni l'anno	< 3 ore consecutive	-
Bovolone	0	0	0	3.85
Legnago	0	0	0	5.87
San Bonifacio	0	0	0	2.51
San Martino Buon Albergo	0	0	0	3.61
Villafranca di Verona	0	0	0	4.67
VR- Cason	0	0	0	1.21
VR- Corso Milano	0	0	0	1.92
VR- Piazza Bernardi	0	0	0	1.34
VR- San Giacomo	0	0	0	3.24
VR- Zai	0	0	0	4.65

VR- Torricelle	0	0	0	4.65
Bosco Chiesanuova	0	0	0	1.50
Ca' del Bue	0	0	0	3.51
Matozze	0	0	0	4.77
San Giovanni Lupatoto	0	0	0	3.00

Tabella 2-130: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il biossido di zolfo per l'anno 2008.

STAZIONE	N° superamenti soglia oraria	N° superamenti soglia giornaliera	N° superamenti soglia allarme	Max media annua/invernale per soglia protezione ecosistema [µg/m^3]
Valore limite (D.M.60/2002)	350 µg/m^3	125 µg/m^3	500 µg/m^3	20 µg/m^3
Num. max. superamenti	<24 ore l'anno	<3 giorni l'anno	< 3 ore consecutive	-
Bovolone	0	0	0	2.14
Legnago	0	0	0	3.74
San Bonifacio	0	0	0	1.57
San Martino Buon Albergo	0	0	0	1.63
Villafranca di Verona	0	0	0	1.42
VR- Cason	0	0	0	1.01
VR- Corso Milano	0	0	0	1.91
VR- Piazza Bernardi	0	0	0	
VR- San Giacomo	0	0	0	1.86
VR- Zai	0	0	0	2.40
VR- Torricelle	0	0	0	
Bosco Chiesanuova	0	0	0	1.25
Ca' del Bue	0	0	0	4.20
Matozze	0	0	0	
San Giovanni Lupatoto	0	0	0	1.89

Come si può osservare dai dati, nessuno dei limiti per il biossido di zolfo imposti dal D.M. 60/2002 per la protezione della salute umana e dell'ecosistema è superato in nessuna stazione esaminata.

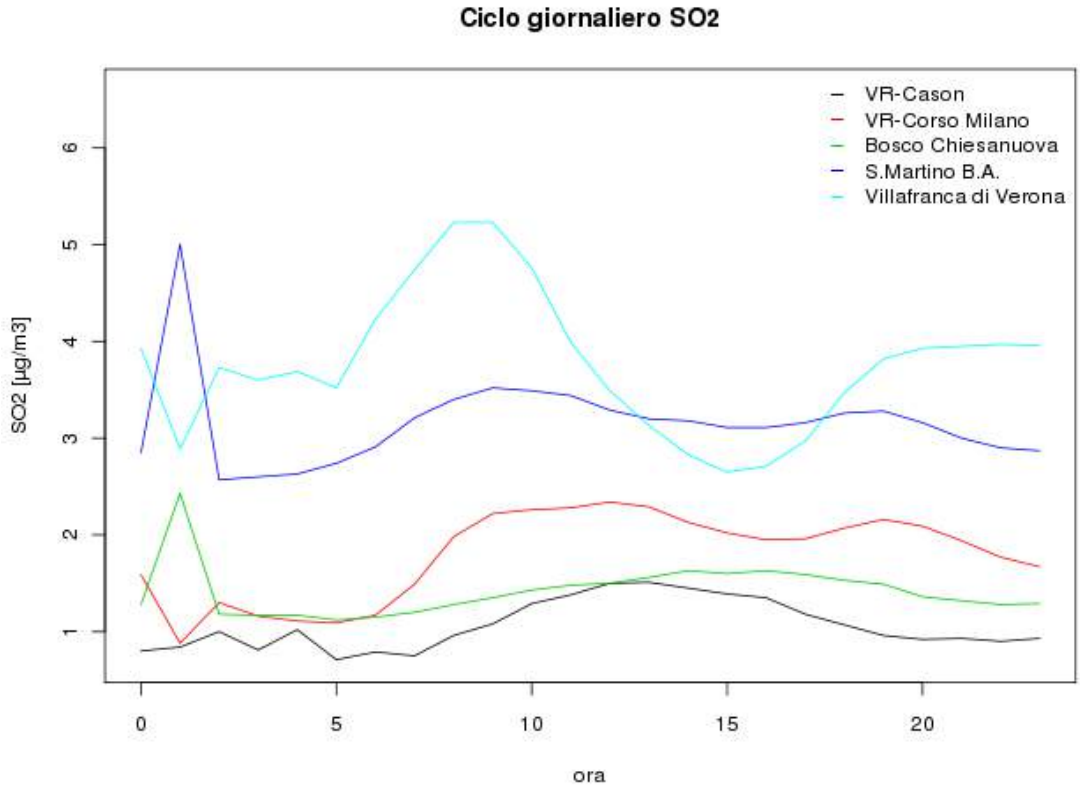


Figura 2-122: Confronto tra cicli diurni del biossido di zolfo in alcune stazioni di misura.

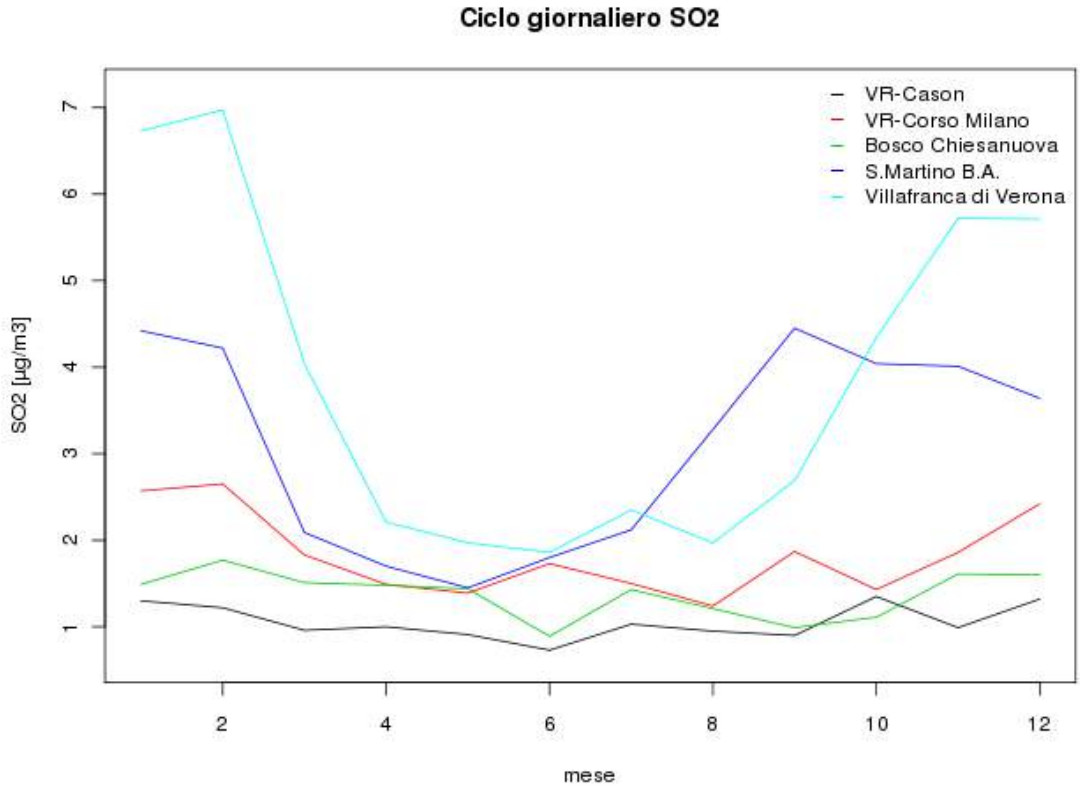


Figura 2-123: Confronto tra cicli annuali del biossido di zolfo in alcune stazioni di misura.

2.2.4.2 NO_x

Gli ossidi di azoto (che comprendono monossido - NO - e biossido - NO_2 - di azoto) rappresentano una delle maggiori criticità nel territorio veronese.

L'ossido di azoto è emesso da qualunque processo di combustione ed è particolarmente difficile abbatterlo negli impianti piccoli, cioè nei motori delle automobili e negli impianti di riscaldamento residenziali, mentre è relativamente più fattibile adottare efficaci sistemi di abbattimento nei grandi impianti. Infatti, mentre per le attività produttive si è osservata negli anni una consistente riduzione di emissioni, altrettanto non si è verificato per le auto e per il riscaldamento, indipendentemente dal combustibile utilizzato. Ciò significa che il contributo percentuale della mobilità e degli impianti di riscaldamento alle emissioni complessive è globalmente aumentato. Gli ossidi di azoto hanno elevate capacità reattive e contribuiscono in modo attivo alla formazione di inquinanti secondari. Il D.M. 60/2002 impone dei valori limite sulla concentrazione del biossido di azoto e un valore per la protezione della vegetazione sulla concentrazione di NO_x. I valori riportati nelle tabelle seguenti si riferiscono a quelli che sono entrati in vigore il 1.1.2010, in modo da rendere confrontabili i dati dei diversi anni.

Tabella 2-131: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il biossido di azoto per l'anno 2004.

STAZIONE	Valore limite orario	Valore limite annuo	Valore soglia allarme	Valore soglia protezione vegetazione media annuale NO_x [$\mu g/m^3$]
Valore limite (D.M.60/2002)	200 $\mu g/m^3$ (1)	40 $\mu g/m^3$ (1)	400 $\mu g/m^3$	30 $\mu g/m^3$
Num. max. superamenti	<18 ore l'anno	-	< 3 ore consecutive	-
Bovolone	0	36.6	0	87.9
Legnago	1	28.4	0	54.4
San Bonifacio	3	41.9	0	100.3
San Martino Buon Albergo	0	56.5	0	160.3
Villafranca di Verona	1	52.7	0	133.1
VR- Cason	0	30.0	0	78.6
VR- Corso Milano	0	53.6	0	146.4
VR- Piazza Bernardi	0	43.9	0	94.3
VR- San Giacomo	0	45.2	0	113.7
VR- Zai	2	48.7	0	124.3
VR- Torricelle	0	14.6	0	39.2
Bosco Chiesanuova			0	
Ca' del Bue	2	51.0	0	139.5
Matozze	0	37.3	0	96.1
San Giovanni Lupatoto	0	36.4	0	86.5

(1) Valori di soglia in vigore dal 1.1.2010.

Tabella 2-132: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il biossido di azoto per l'anno 2005.

STAZIONE	Valore limite orario	Valore limite annuo	Valore soglia allarme	Valore soglia protezione vegetazione media annuale NO_x [µg/m^3]
Valore limite (D.M.60/2002)	200 µg/m^3 (1)	40 µg/m^3 (1)	400 µg/m^3	30 µg/m^3
Num. max. superamenti	<18 ore l'anno	-	< 3 ore consecutive	-
Bovolone	0	48.4	0	92.0
Legnago	0	32.9	0	53.4
San Bonifacio	1	43.8	0	111.6
San Martino Buon Albergo	8	52.0	0	142.8
Villafranca di Verona	7	59.2	0	140.6
VR- Cason	1	31.4	0	68.6
VR- Corso Milano	0	53.1	0	137.8
VR- Piazza Bernardi	0	42.8	0	82.2
VR- San Giacomo	0	36.6	0	79.5
VR- Zai	0	61.2	0	166.9
VR- Torricelle	0	15.7	0	33.2
Bosco Chiesanuova			0	
Ca' del Bue	0	50.6	0	130.9
Matozze	0	38.4	0	90.6
San Giovanni Lupatoto	2	39.7	0	87.5

(1) Valori di soglia in vigore dal 1.1.2010.

Tabella 2-133: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il biossido di azoto per l'anno 2006.

STAZIONE	Valore limite orario	Valore limite annuo	Valore soglia allarme	Valore soglia protezione vegetazione media annuale NO_x [µg/m^3]
Valore limite (D.M.60/2002)	200 µg/m^3 (1)	40 µg/m^3 (1)	400 µg/m^3	30 µg/m^3
Num. max. superamenti	<18 ore l'anno	-	< 3 ore consecutive	-
Bovolone	5	43.7	0	74.7
Legnago	2	42.1	0	70.3
San Bonifacio	2	47.1	0	110.0
San Martino Buon Albergo	7	60.8	0	138.4
Villafranca di Verona	2	55.2	0	132.1
VR- Cason	0	34.6	0	77.7
VR- Corso Milano	0	54.8	0	135.9
VR- Piazza Bernardi	2	46.8	0	89.7
VR- San Giacomo	0	53.1	0	121.7

VR- Zai	0	60.5	0	200.0
VR- Torricelle	0	22.6	0	33.9
Bosco Chiesanuova			0	
Ca' del Bue	1	44.4	0	126.5
Matozze	0	32.2	0	86.5
San Giovanni Lupatoto	0	32.9	0	83.1

(1) Valori di soglia in vigore dal 1.1.2010.

Tabella 2-134: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il biossido di azoto per l'anno 2007.

STAZIONE	Valore limite orario	Valore limite annuo	Valore soglia allarme	Valore soglia protezione vegetazione media annuale NO_x [µg/m^3]
Valore limite (D.M.60/2002)	200 µg/m^3 (1)	40 µg/m^3 (1)	400 µg/m^3	30 µg/m^3
Num. max. superamenti	<18 ore l'anno	-	< 3 ore consecutive	-
Bovolone	0	31.9	0	69.9
Legnago	3	46.1	0	77.0
San Bonifacio	2	44.1	0	101.4
San Martino Buon Albergo	1	53.7	0	131.7
Villafranca di Verona	0	54.5	0	121.0
VR- Cason	0	32.2	0	69.6
VR- Corso Milano	0	45.8	0	110.2
VR- Piazza Bernardi	0	39.3	0	80.1
VR- San Giacomo	1	48.1	0	115.3
VR- Zai	0	66.8	0	253.4
VR- Torricelle			0	
Bosco Chiesanuova	0	14.5	0	16.9
Ca' del Bue	0	41.5	0	119.5
Matozze			0	
San Giovanni Lupatoto	0	34.6	0	85.4

(1) Valori di soglia in vigore dal 1.1.2010.

Tabella 2-135: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il biossido di azoto per l'anno 2008.

STAZIONE	Valore limite orario	Valore limite annuo	Valore soglia allarme	Valore soglia protezione vegetazione media annuale NO_x [µg/m^3]
Valore limite (D.M.60/2002)	200 µg/m^3 (1)	40 µg/m^3 (1)	400 µg/m^3	30 µg/m^3
Num. max. superamenti	<18 ore l'anno	-	< 3 ore consecutive	-

Bovolone	0	34.4	0	86.6
Legnago	1	39.8	0	67.3
San Bonifacio	0	48.5	0	106.1
San Martino Buon Albergo	0	54.9	0	121.6
Villafranca di Verona	0	43.1	0	100.3
VR- Cason	0	35.3	0	70.6
VR- Corso Milano	0	42.3	0	86.0
VR- Piazza Bernardi	0	38.2	0	72.2
VR- San Giacomo	0	42.4	0	90.7
VR- Zai	123	74.7	0	212.2
VR- Torricelle			0	
Bosco Chiesanuova	0	13.8	0	15.7
Ca' del Bue	0	38.6	0	98.2
Matozze			0	
San Giovanni Lupatoto	0	32.9	0	69.1

Come si può osservare, il numero massimo di superamenti del valore di soglia orario non è mai raggiunto in nessuna stazione esaminata, con l'eccezione della stazione di Verona ZAI nell'anno 2008. Andando ad esaminare l'andamento della concentrazione di NO_2 in questa stazione, si osserva nel primo trimestre un andamento anomalo della concentrazione che presenta valori particolarmente elevati, se confrontato ad esempio con quello di un altro anno (Figura 2-124).

Per quanto riguarda il valore limite medio annuo, invece, sono molte le stazioni nelle quali avviene il superamento, con riferimento a tutto il quinquennio analizzato. Tale tendenza evidenzia come la presenza degli ossidi di azoto rappresenti un problema non trascurabile per la qualità dell'aria.

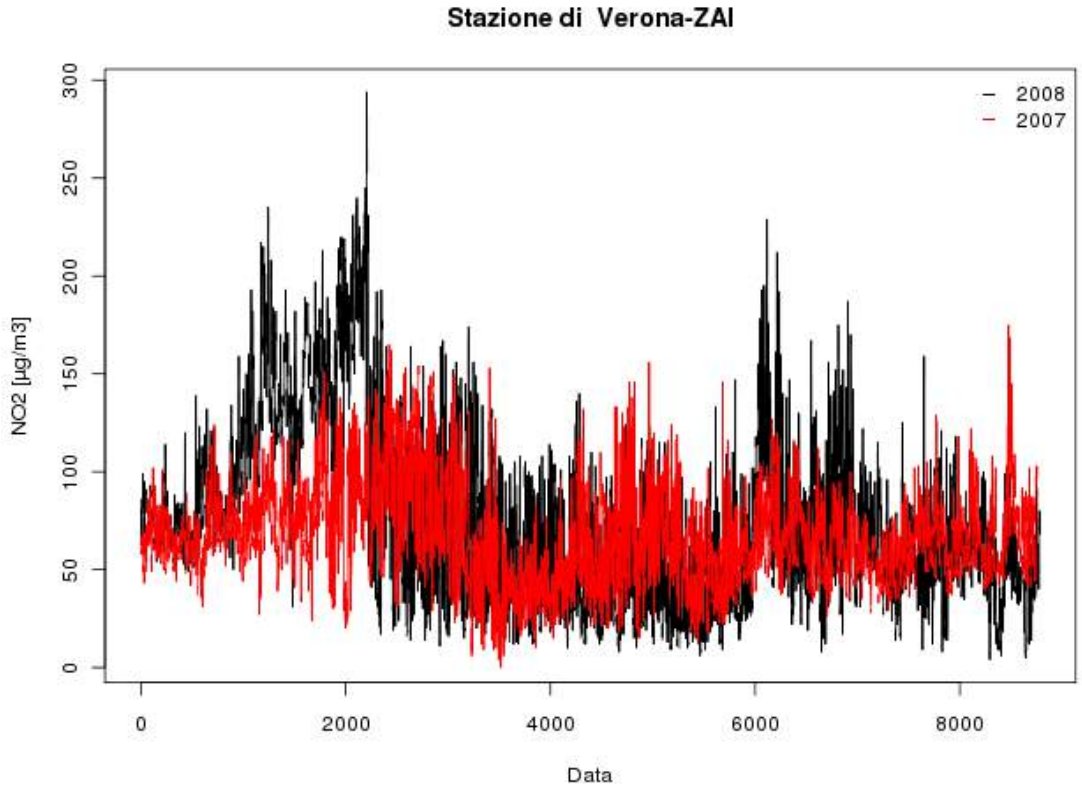


Figura 2-124: Confronto tra andamento della concentrazione oraria di NO_2 del 2008 e quello del 2007 nella stazione di Verona ZAI.

2.2.4.3 PM_{10}

Le polveri sottili rappresentano una delle maggiori criticità nel territorio veronese.
Il D.M. 60/2002 impone dei valori limite sulla concentrazione di PM_{10}, intesi sia come soglia media giornaliera da non superarsi più di 35 volte l'anno che come media annuale. I valori riportati nelle tabelle seguenti si riferiscono a quelli entrati in vigore il 1.1.2005.

Tabella 2-136: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il PM_{10} per l'anno 2004.

STAZIONE	N° superamenti soglia giornaliera	Valore limite media annuo
Valore limite (D.M.60/2002)	50 µg/m^3	40 µg/m^3
Num. max. superamenti	<35 giorni l'anno	-
VR- Cason	85	40.8
VR- Corso Milano	187	66.0
Bosco Chiesanuova	-	-

Tabella 2-137: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il PM_{10} per l'anno 2005.

STAZIONE	N° superamenti soglia giornaliera	Valore limite media annuo
Valore limite (D.M.60/2002)	50 µg/m^3	40 µg/m^3
Num. max. superamenti	<35 giorni l'anno	-
VR- Cason	138	47.3

VR- Corso Milano	210	70.6
Bosco Chiesanuova	-	-

Tabella 2-138: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il PM_{10} per l'anno 2006.

STAZIONE	N° superamenti soglia giornaliera	Valore limite media annuo
Valore limite (D.M.60/2002)	50 µg/m^3	40 µg/m^3
Num. max. superamenti	<35 giorni l'anno	-
VR- Cason	137	48.0
VR- Corso Milano	194	61.5
Bosco Chiesanuova	-	-

Tabella 2-139: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il PM_{10} per l'anno 2007.

STAZIONE	N° superamenti soglia giornaliera	Valore limite media annuo
Valore limite (D.M.60/2002)	50 µg/m^3	40 µg/m^3
Num. max. superamenti	<35 giorni l'anno	-
VR- Cason	133	46.9
VR- Corso Milano	130	51.6
Bosco Chiesanuova	16	20

Tabella 2-140: Superamenti dei limiti di legge (D.M. 60/2002) per il PM_{10} per l'anno 2008.

STAZIONE	N° superamenti soglia giornaliera	Valore limite media annuo
Valore limite (D.M.60/2002)	50 µg/m^3	40 µg/m^3
Num. max. superamenti	<35 giorni l'anno	-
VR- Cason	83	39.6
VR- Corso Milano	89	41.9
Bosco Chiesanuova	20	19.6

È utile riportare in un grafico il numero progressivo dei superamenti della soglia giornaliera di PM_{10} durante l'anno. Si veda ad esempio il caso della stazione di Verona Cason per l'anno 2008. In questo modo è possibile constatare che già durante il mese di marzo sono stati raggiunti i 35 superamenti annui massimi, ammessi da normativa.

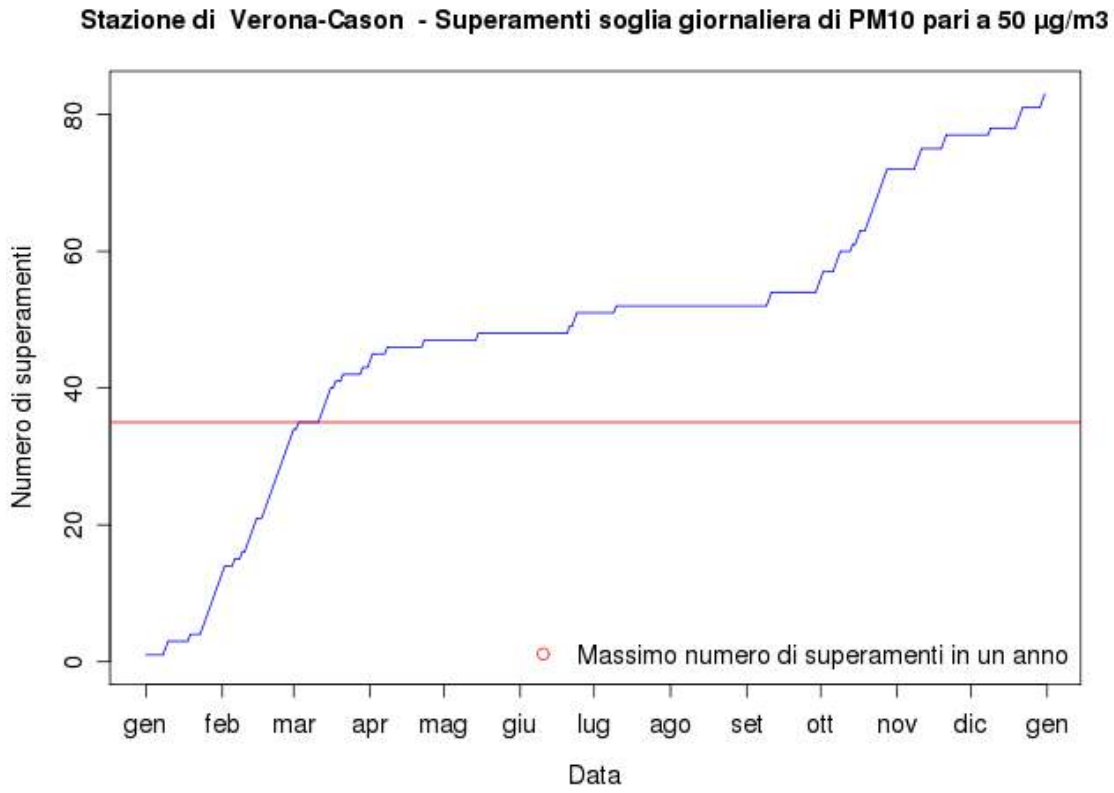


Figura 2-125: Numero progressivo di superamenti della soglia media giornaliera di PM10 nella stazione di Verona Cason per l'anno 2008.

2.2.4.4 Correlazione spaziale tra diverse stazioni

Per ciascun inquinante si è verificata la correlazione tra la concentrazione misurata nelle diverse stazioni. A titolo di esempio si riporta il confronto tra le concentrazioni di NO_2, in alcune stazioni (Corso Milano, Cason, Piazza Bernardi). La stazione di Corso Milano ha subito nel periodo maggio-giugno 2007 una ricollocazione. Per questa ragione le correlazioni spaziali tra la stazione di Corso Milano e la stazione di Cason vengono rappresentate in tre grafici distinti. Ciacun grafico riporta anche le rette di regressione lineare con l'indicazione dei relativi parametri di adattamento ottimale. Queste vanno interpretate con molta cautela: danno solo una indicazione di massima della variabilità correlata delle concentrazioni di coppie di stazioni. La dispersione della nuvola di punti riflette il fatto che le concentrazioni locali dipendono da diversi fattori (emissioni, meteorologia, ecc.) che possono ripercuotersi in maniera diversa sulle concentrazioni locali. Un'analisi più accurata dovrebbe separare la base di dati in sottoinsiemi omogenei per condizioni al contorno. Dei parametri relativi alle rette di regressione viene anche fornita una stima dell'incertezza, ossia del livello di significatività. Si sottolinea tuttavia che tale incertezza è determinata sulla sola base dei valori numerici delle concentrazioni e della loro dispersione statistica: in altre parole non tiene conto delle incertezze intrinseche dei dati, risultanti dalla somma delle incertezze legate alla precisione dello strumento, alla procedura di media, agli errori accidentali o sistematici.

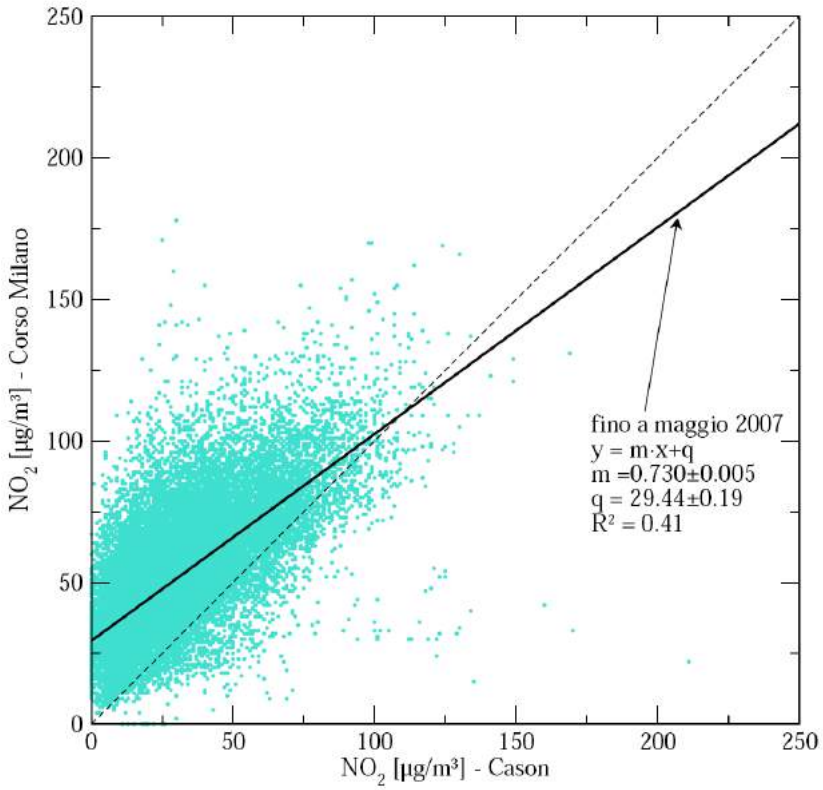


Figura 2-126: Scatter plot tra le concentrazioni medie orarie di NO_2 rilevate nelle stazioni di Corso Milano e Cason fino a maggio 2007.

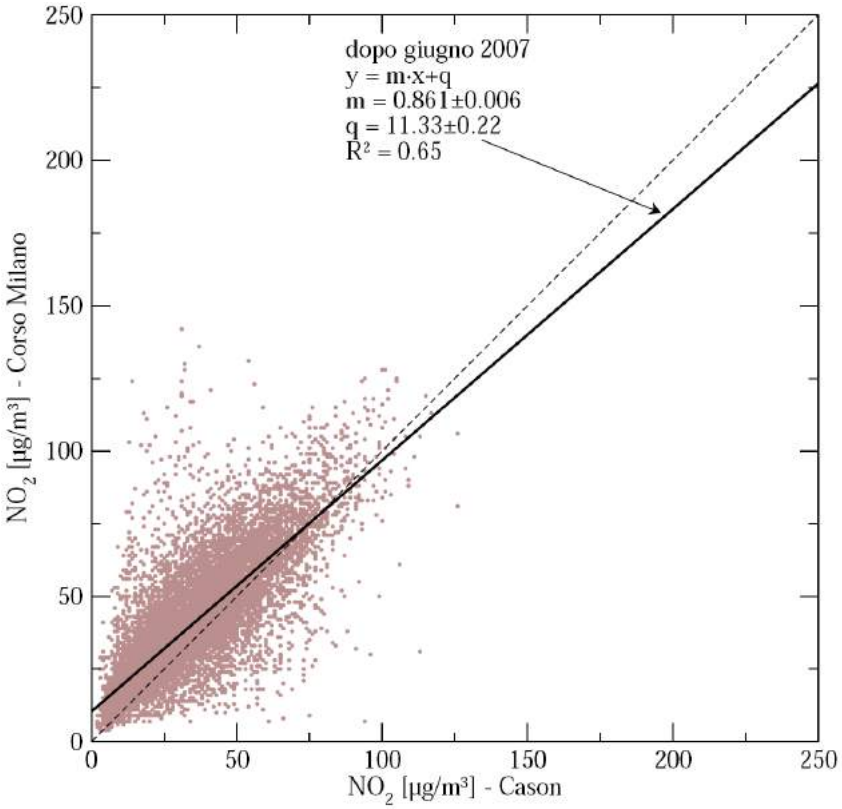


Figura 2-127: Scatter plot tra le concentrazioni medie orarie di NO_2 rilevate nelle stazioni di Corso Milano e Cason da giugno 2007

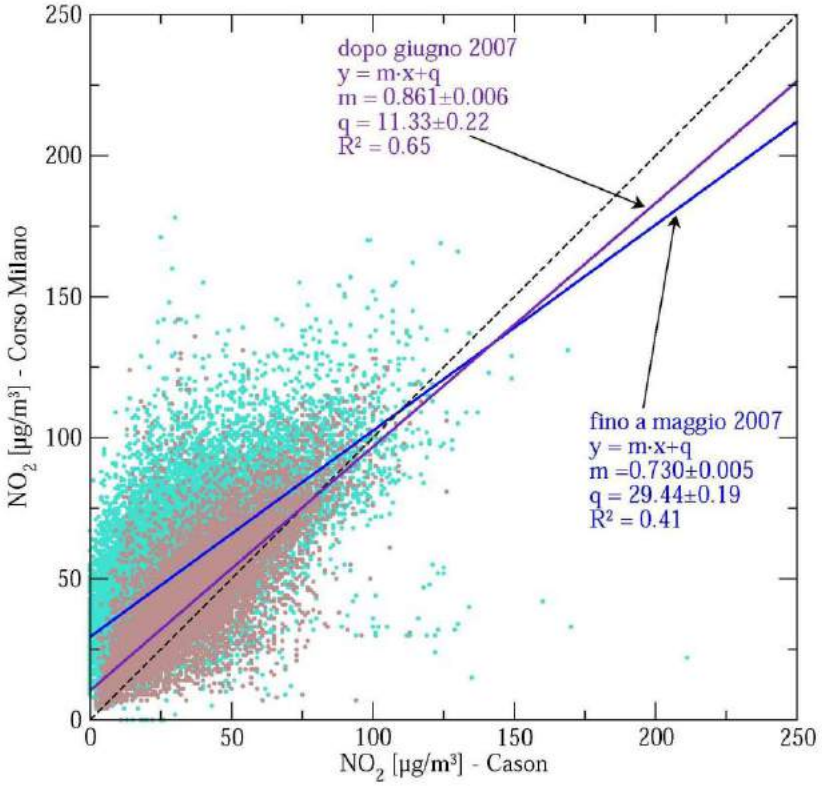


Figura 2-128: Scatter plot tra le concentrazioni medie orarie di NO_2 rilevate nelle stazioni di Corso Milano e Cason per l'intero periodo 2004-2008.

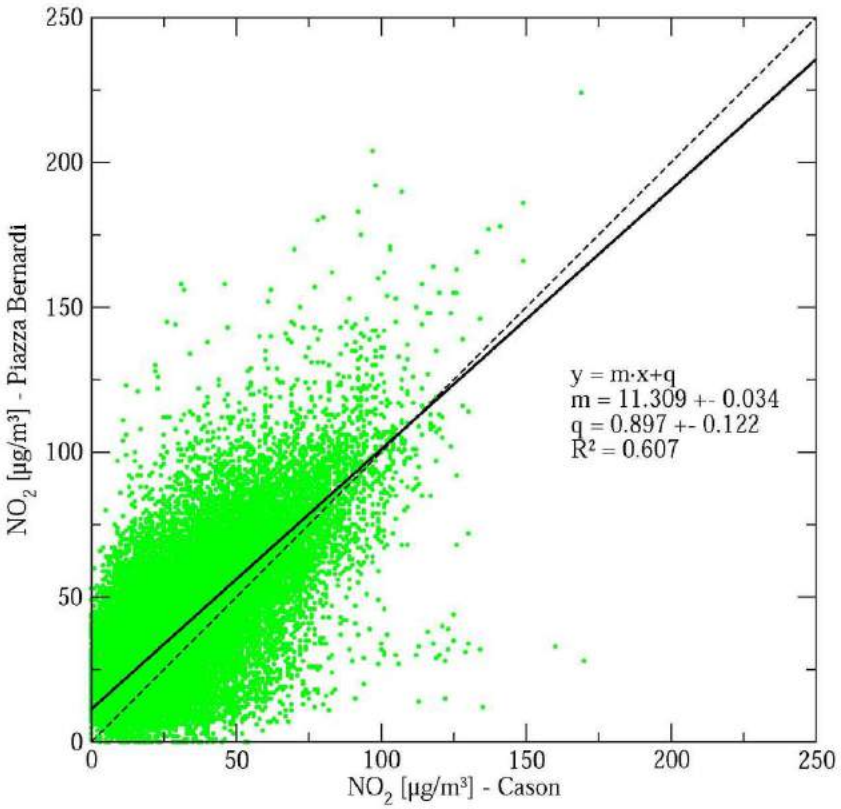


Figura 2-129: Correlazioni tra le concentrazioni oraria di NO_2 in diverse stazioni.

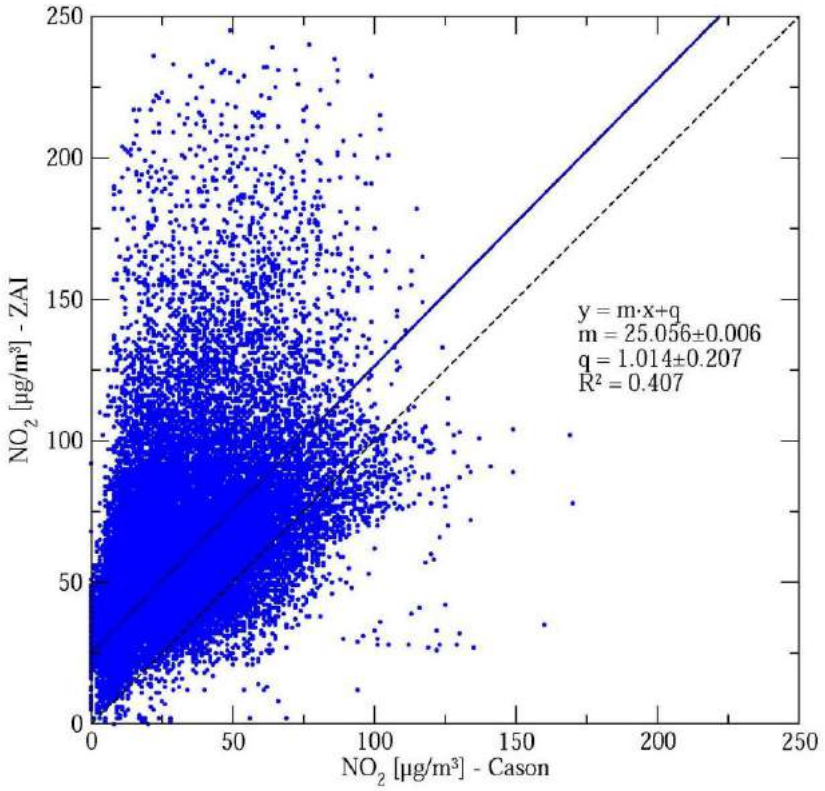


Figura 2-130: Correlazioni tra le concentrazioni oraria di NO_2 in diverse stazioni.

Dai grafici riportati si può dedurre come mediamente nella stazione di Cason si realizzino concentrazioni di NO_2 minori rispetto a quelle della stazione di Corso Milano, ZAI o Piazza Bernardi. La stessa cosa si può ovviamente dedurre anche osservando i parametri statistici come la media o osservando i cicli diurni o annuali nelle diverse stazioni. La correlazione è alta nel primo caso e indica che l'andamento di concentrazione nelle due stazioni è comparabile. Si discosta invece dal riferimento di Cason la stazione di Verona ZAI che è caratterizzata da emissioni industriali unitamente a quelle da traffico.

Si evidenzia ulteriormente, con riferimento al campione utilizzato giornate rappresentative, come nelle stazioni urbane di Corso Milano, Piazza Bernardi e specialmente Verona ZAI si realizzino prevalentemente valori di concentrazioni di NO_2, più elevati di quelli registrati nella stazione di fondo urbano di Verona Cason. Queste valutazioni consentono una prima quantificazione del rapporto fra quanto classificato come background urbano (Cason) e quanto classificabile come "T" di traffico, e "I" di industriale (con riferimento alla tabella 2-92). Un approfondimento di queste corrispondenze dovrebbe tenere in conto altre variabili (ad esempio condizioni meteorologiche, emissioni) e potrebbe concorrere ad una valutazione quantitativa oggettivamente basata dei diversi effetti di background (come similmente discusso nel paragrafo 2.2.6.1.7 relativamente al PM_{10})."

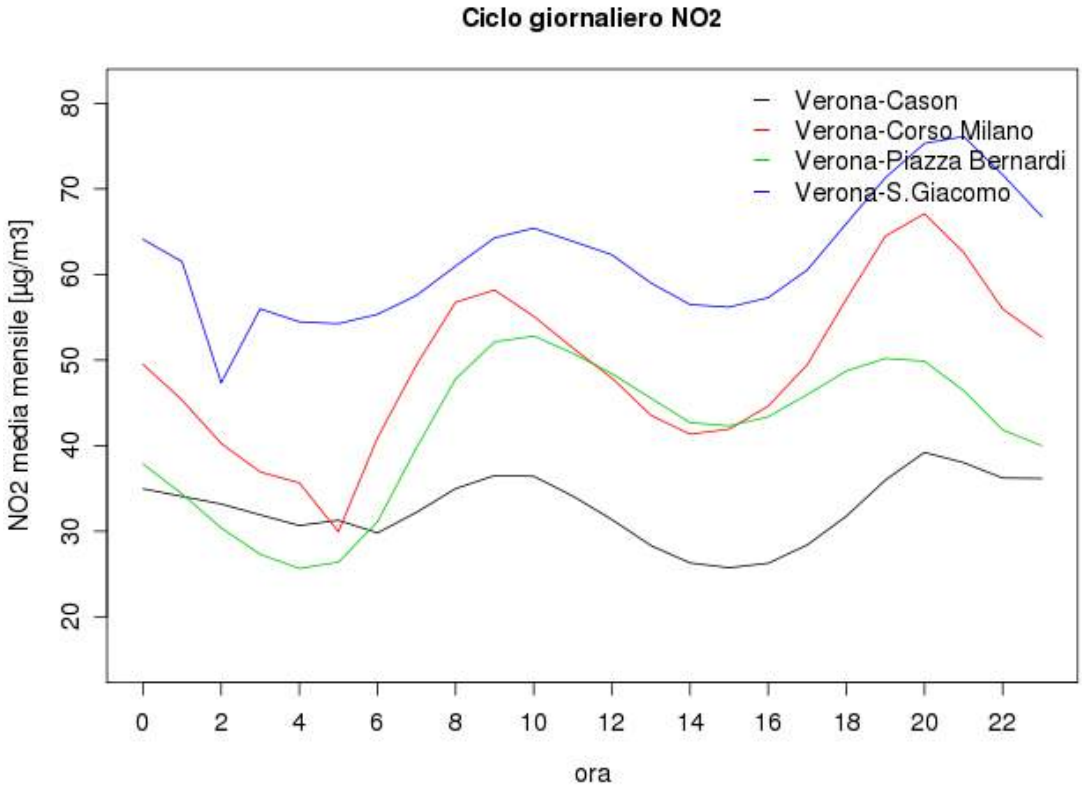


Figura 2-131: Confronto tra cicli diurni della concentrazione oraria di NO_2 in diverse stazioni.

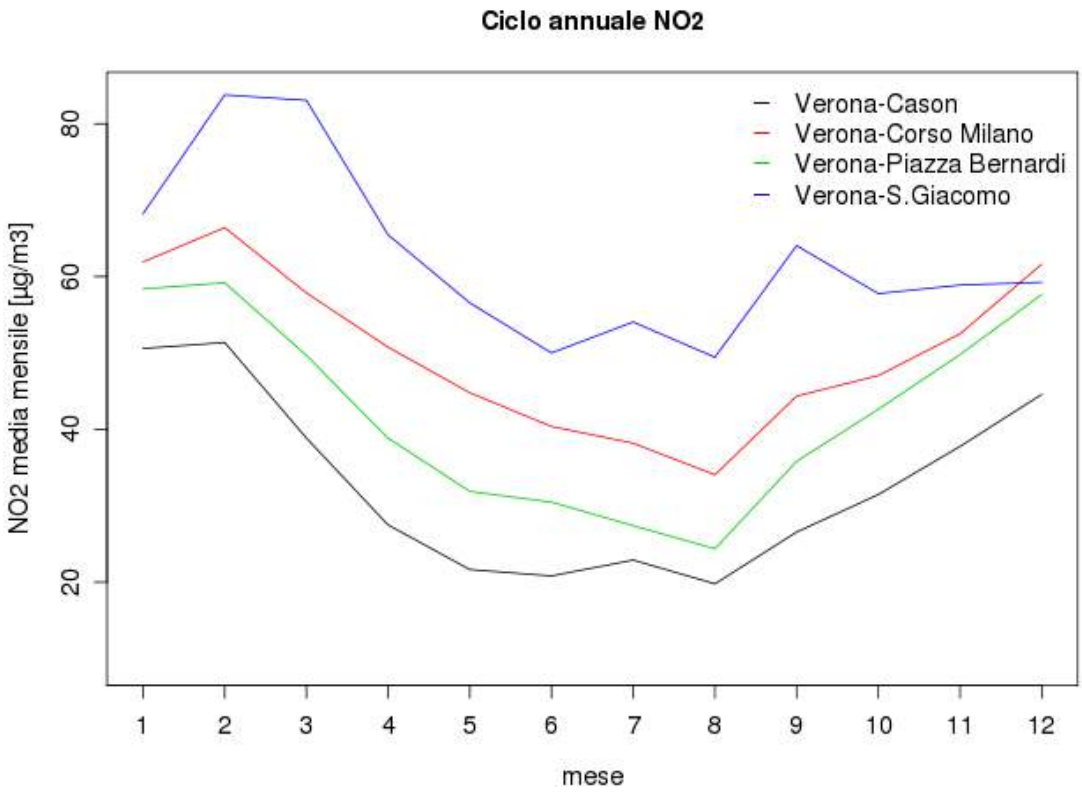


Figura 2-132: Confronto tra cicli annuali della concentrazione oraria di NO_2 in diverse stazioni.

La stessa elaborazione è stata effettuata sui valori orari di concentrazione di ozono. I valori più alti di concentrazione si realizzano in tutte le stazioni nelle prime ore pomeridiane e nei mesi estivi, a causa dei processi fotochimici che necessitano della radiazione solare per avere luogo.

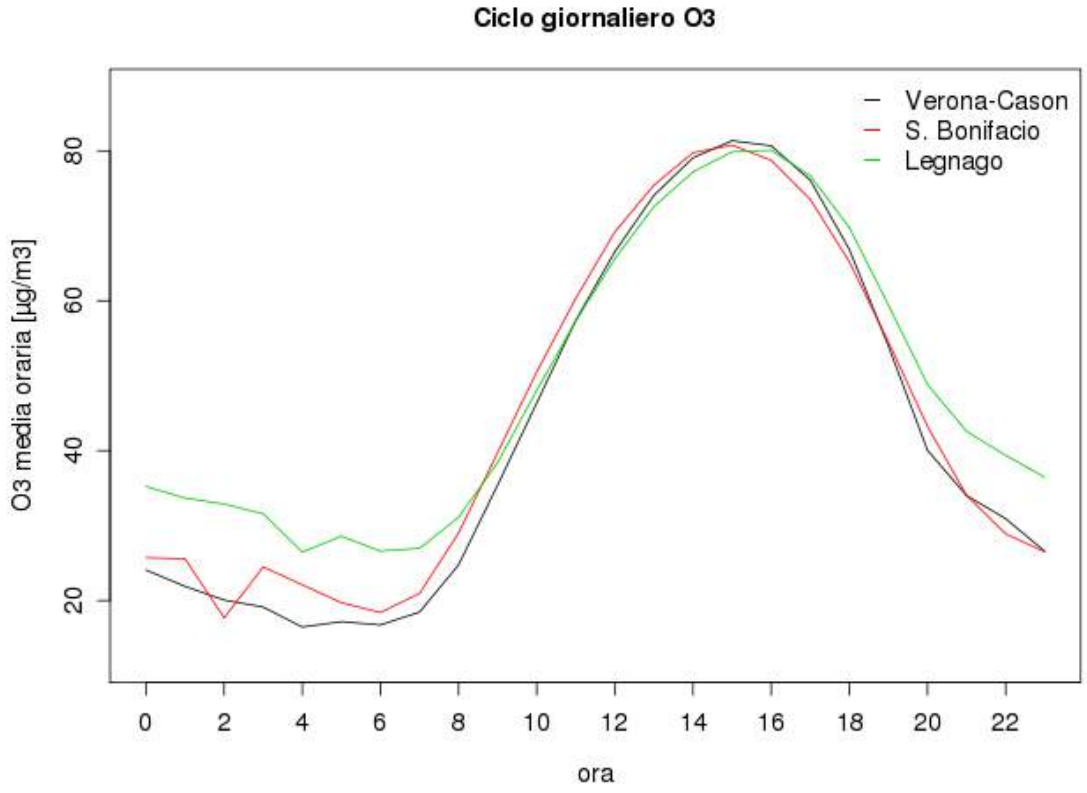


Figura 2-133: Confronto tra cicli diurni della concentrazione oraria di O_3 in diverse stazioni.

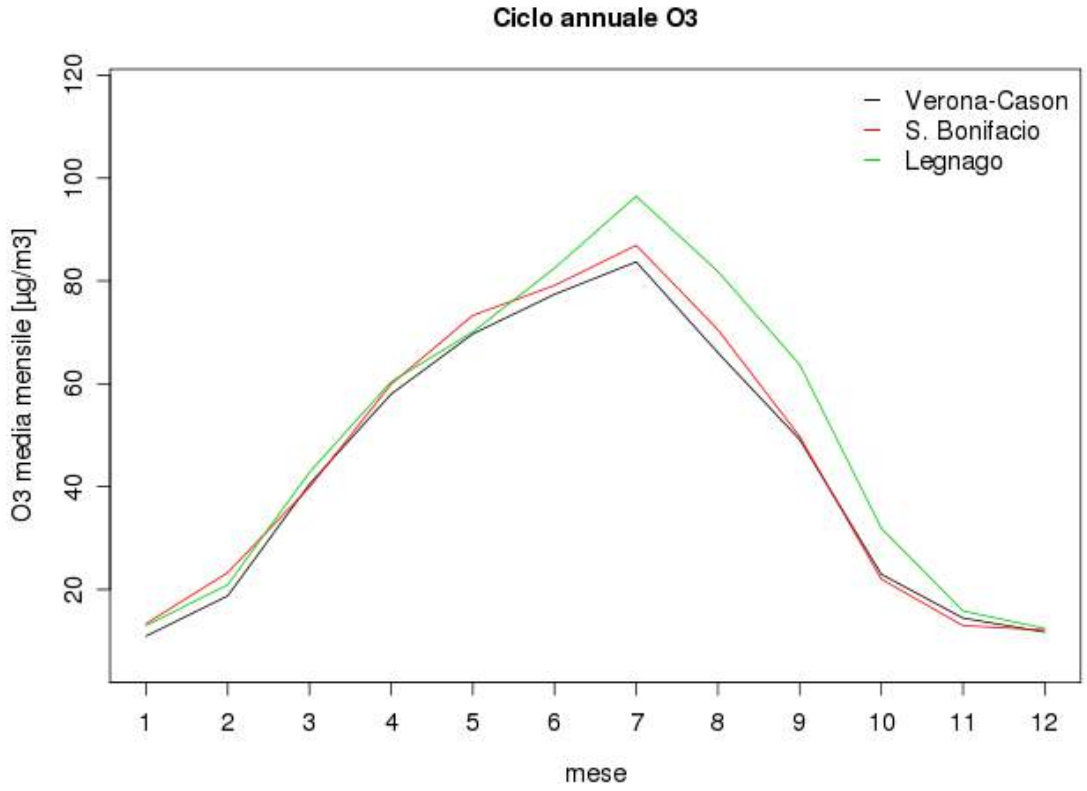


Figura 2-134: Confronto tra cicli annuali della concentrazione oraria di O_3 in diverse stazioni.

Anche il PM_{10} evidenzia un ciclo annuale, con concentrazioni più elevate nei mesi invernali. Nella stazione di Bosco Chiesanuova i valori misurati sono più bassi rispetto alla stazione di Cason, ma l'andamento è il medesimo per entrambe le stazioni. In entrambi i casi febbraio risulta essere il mese con la concentrazione media di PM_{10} maggiore.

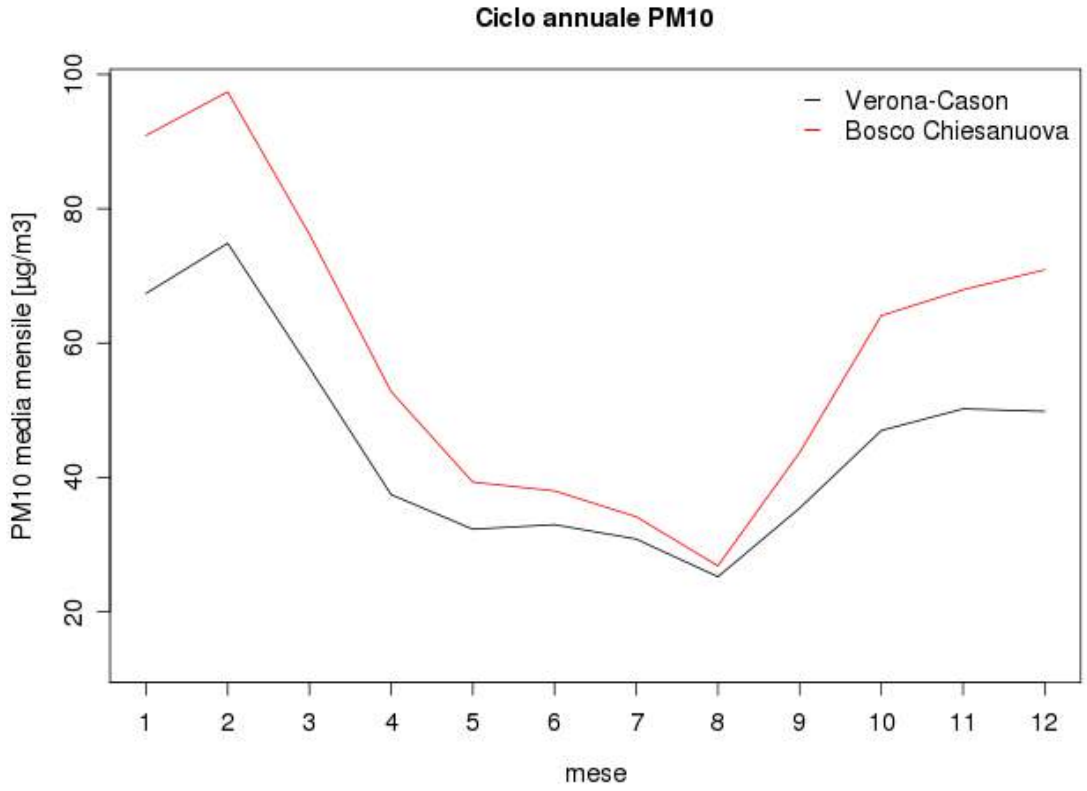


Figura 2-135: Confronto tra cicli annuali della concentrazione oraria di PM_{10} in diverse stazioni.

2.2.4.5 Correlazioni tra parametri meteorologici e di qualità dell'aria

Si è analizzata la correlazione tra parametri meteorologici e concentrazioni di inquinanti. Si sono isolati i valori relativi alla stagione invernale che è la più critica per quanto riguarda la qualità dell'aria. Si può notare come esista una correlazione inversa tra intensità del vento e la concentrazione di inquinante.

Per inquinanti secondari come l'ozono, caratteristico dei mesi primaverili ed estivi a più alta insolazione, si osserva invece un legame diretto tra concentrazione e radiazione solare o temperatura.

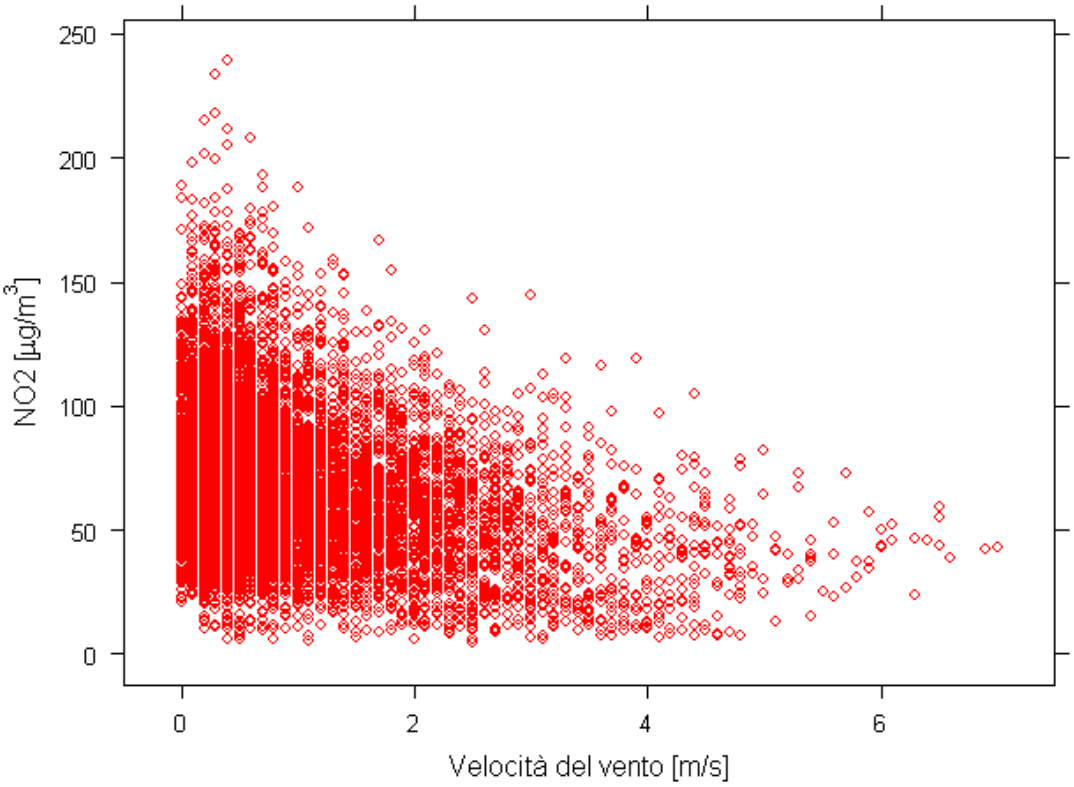


Figura 2-136: Correlazione tra concentrazione oraria di NO_2 e velocità del vento nella stazione di Villafranca di Verona nella stagione invernale.

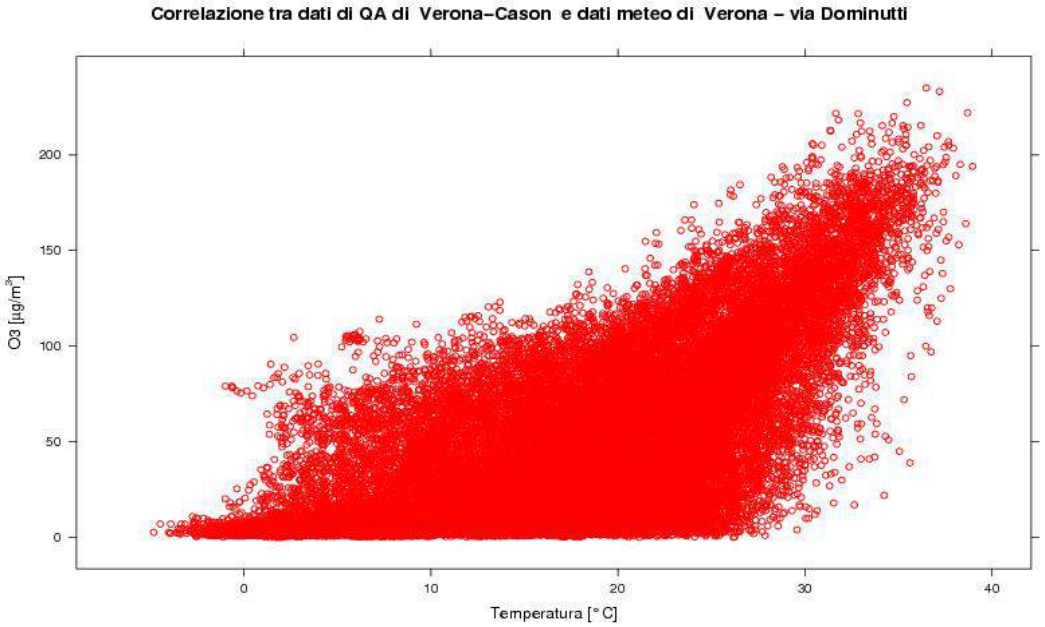


Figura 2-137: Correlazione tra concentrazione oraria di O_3 e temperatura nella stazione di Verona Cason.

Inoltre si sono isolate all'interno del set di dati le calme di vento, che si realizzano se l'intensità del vento è minore di un valore di soglia scelto pari a 0.5 m/s. Lo scopo dell'analisi è valutare l'influenza delle condizioni meteorologiche sulla qualità dell'aria.
In generale è possibile affermare che anche con vento superiore a 0.5 m/s le concentrazioni, seppure minori di quelle in concomitanza di calma di vento, rimangono comunque elevate. Un esempio relativo al biossido di azoto nella stazione di Corso Milano è riportato in Figura 2-138.

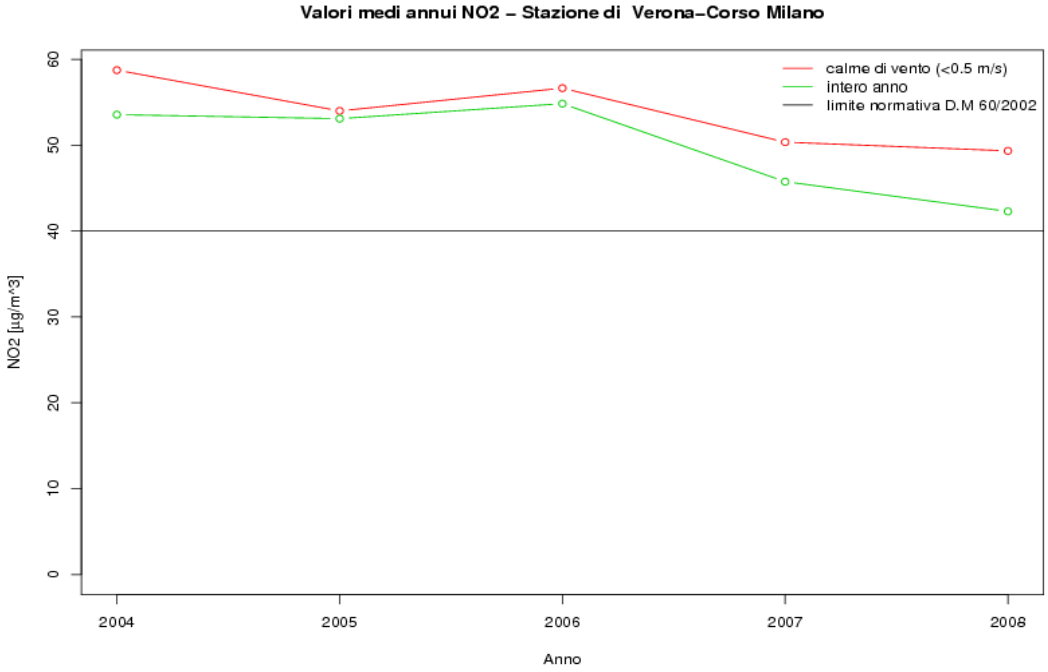


Figura 2-138: Concentrazioni medie annue di NO_2 rilevate nella stazione di Verona Corso Milano relative a tutto il quinquennio e isolando le sole calme di vento.

2.2.4.6 Episodi di inquinamento acuto

Lo studio degli episodi acuti di inquinamento ha riguardato l'analisi dei dati di concentrazione di PM_{10}, di NO_x, di $PM_{2.5}$ e di ozono relativi alle stazioni di Verona Corso Milano, Verona Cason e di Bosco Chiesanuova della rete di monitoraggio di ARPAV (Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto).
Come si può notare nelle tabelle che riportano il numero dei superamenti di legge della media giornaliera di 50 µg/m^3 per il PM_{10} nelle stazioni di Verona, esso è molto superiore al valore limite consentito (35). Si è cercata quindi una definizione di episodio acuto che fosse più restrittiva. Il criterio che è stato utilizzato ha lo scopo di isolare i casi fisicamente più eclatanti associati a forte inibizione delle caratteristiche diffusive atmosferiche. Si è scelto di considerare eventi caratterizzati da valori medi giornalieri maggiori di 100 µg/m^3 per almeno due giorni consecutivi. Questo criterio è stato confrontato con quello adottato a scala regionale che considera valori medi di 50 µg/m^3 per almeno tre giorni consecutivi. Gli eventi isolati con il primo criterio risultano essere un sottoinsieme di quelli isolati con il secondo. Si

è scelto di adottare il primo criterio per riuscire a circoscrivere l'attenzione ad un numero più ristretto di eventi per poterne confrontare i dati con quelli misurati durante le campagne con il mezzo mobile di ARPAV.
Gli episodi considerati facendo riferimento alla stazione di background di Verona Cason sono i seguenti.

Tabella 2-141: Episodi acuti selezionati.

Stazione VR-Cason	Data di inizio	Data di fine	Durata [giorni]	Valore medio [µg/m^3]
2004	08.01.04	14.01.04	7	100
	25.01.04	27.01.04	3	119
	31.01.04	11.02.04	10	116
	02.11.04	28.11.04	3	109
2005	05.01.05	12.01.05	8	100
	09.02.05	14.02.05	3	111
	04.03.05	05.03.05	2	101
	15.03.05	19.03.05	5	139
	22.03.05	25.03.05	4	98
2006	17.01.06	21.01.06	5	109
	08.02.06	09.02.06	2	145
	14.02.06	17.02.06	4	122
	14.11.06	17.02.06	4	118
2007	07.01.07	11.01.07	5	101
	18.01.07	20.01.07	2	101
	28.01.07	06.02.07	10	114
	21.02.07	24.02.07	4	124
	01.03.07	02.03.07	2	101
	20.12.07	22.12.07	3	102
	29.12.07	30.12.07	2	102
2008	30.01.08	31.01.08	2	103
	19.02.08	29.02.09	11	148

È interessante notare come alcuni episodi acuti (si veda ad esempio quello del febbraio 2008) abbiano interessato anche la stazione di Bosco Chiesanuova, ubicata ad una quota pari a circa 900 m sul livello del mare. Alcuni episodi sono stati osservati in Emilia Romagna e in altre regioni del contesto padano. Questo sta a indicare come il PM_{10} sia quasi ubiquitario in pianura padana e come quasi tutti gli episodi acuti abbiano un carattere provinciale o, almeno per i più importanti, addirittura regionale.

Si è quindi indagato anche il comportamento della concentrazione degli ossidi di azoto (NO_x), dato che anche questi inquinanti costituiscono un problema per la qualità dell'aria non trascurabile dal momento che anche i limiti di legge sono disattesi in parecchie stazioni.

Se la definizione di evento acuto per il PM_{10} non è banale né univoca, quella per gli NO_x risulta ancora più complessa, dato che il D.M. 60/2002 impone un valore massimo per i superamenti annui di un determinato valore di soglia orario e un valore limite sulla media annua. Non esiste un limite giornaliero che possa essere facilmente confrontato con quello imposto per il PM_{10}.

Si sono dunque calcolati i valori medi giornalieri di NO_2, di cui si hanno dati orari, e si è cercata una correlazione con le medie giornaliere di PM_{10}. Il risultato è riportato in Figura 2-139.

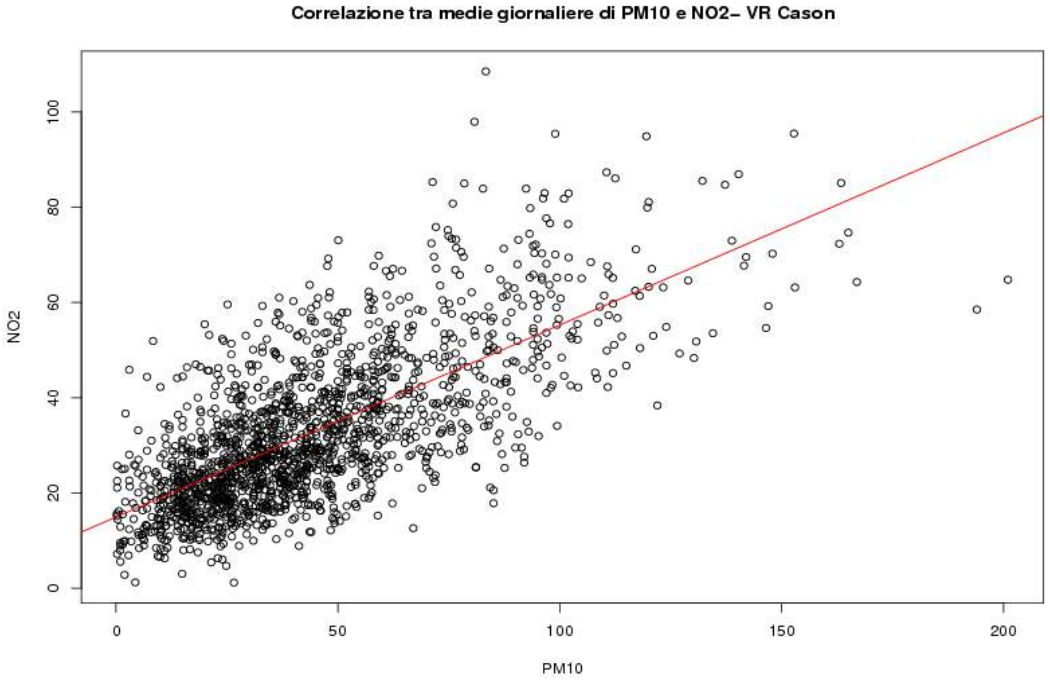


Figura 2-139: Correlazione tra valori medi giornalieri di PM_{10} e NO_2 misurati nella stazione di VR-Cason durante il quinquennio 2004-2008.

La correlazione è pari al 50.2%, un valore non elevatissimo dovuto al fatto che si tratta di valori medi giornalieri relativi a cinque anni di dati. Comunque si può osservare che a valori elevati di PM_{10} corrispondono valori elevati di NO_2. Se si calcola tramite una regressione lineare il valore corrispondente alla soglia di 100 $\mu g/m^3$ utilizzata per il PM_{10} per definire gli episodi acuti, si ottiene un valore pari a circa 55 $\mu g/m^3$ di NO_2. Evidenziando con lo stesso criterio anche gli episodi di inquinamento acuto di NO_2, e cioè almeno due giorni consecutivi di media giornaliera di NO_2 superiore a 55 $\mu g/m^3$, si ottiene un numero maggiore di eventi critici. In pratica l'NO_2 persiste per più giorni e si osservano alcuni episodi acuti anche d'estate.

In generale è possibile affermare che il numero di episodi acuti di NO_2, calcolati con questo procedimento risulta mediamente maggiore e che in parte gli episodi si sovrappongono. Il ciclo annuale di NO_2 infatti risulta più "piatto" rispetto a quello del particolato.

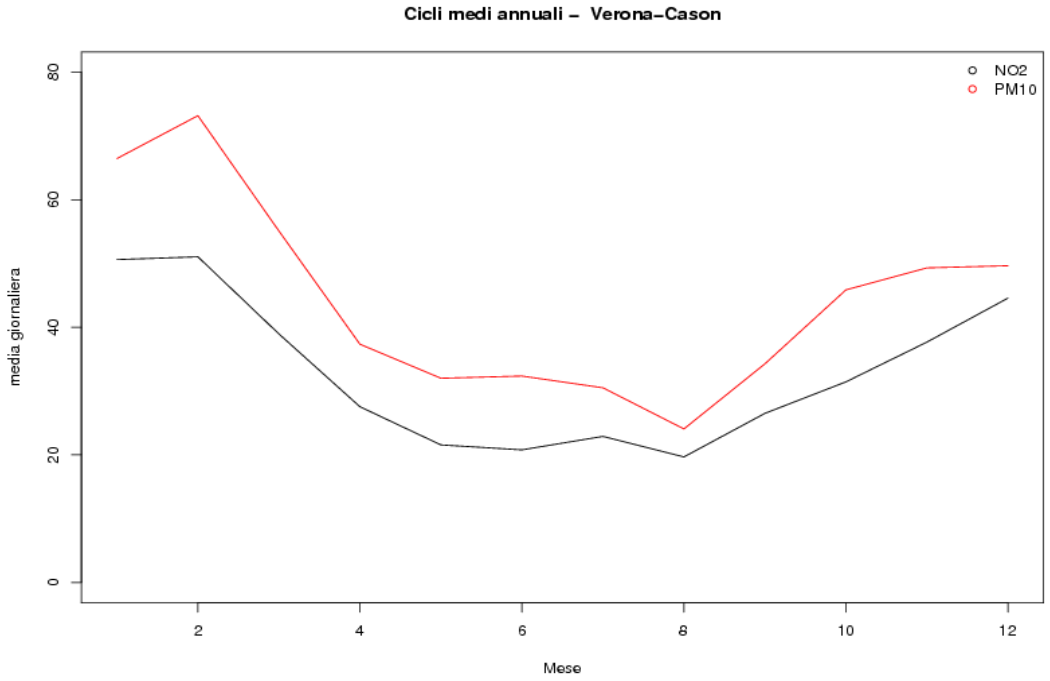


Figura 2-140: Cicli annuali della concentrazione media giornaliera di PM_{10} e NO_2 misurati nella stazione di VR-Cason.

Inoltre dall'analisi dati emerge in maniera molto evidente che il valore limite orario di questo inquinante (200 µg/m³) viene raramente raggiunto, ma la media annua in alcune stazioni (ad esempio Verona Corso Milano) eccede il limite annuo (40 µg/m³). Diventa quindi più difficile in questo caso parlare di veri e propri episodi acuti, mentre è più appropriato segnalare ricorrenti episodi di maggior persistenza.
L'individuazione dei periodi di inquinamento acuto permette di analizzare contestualmente le caratteristiche meteorologiche per stabilirne l'influenza sui valori di concentrazione rilevati.
Un'analisi dettagliata della correlazione tra parametri meteorologici come l'altezza di mescolamento calcolata sulla base dei dati del radiometro e i valori di concentrazione sarà effettuata in seguito (si veda §2.2.6).

2.2.4.7 $PM_{2.5}$

Con l'entrata in vigore della Direttiva Europea 2008/50/CE il $PM_{2.5}$ si inserisce tra gli inquinanti a livello comunitario per il quale è previsto un valore limite (25 µg/m^3), calcolato come media annua da raggiungere entro il 1° gennaio 2015. Viene inoltre fissato un valore limite aumentato del margine di tolleranza del 20%, da rispettare al recepimento della direttiva (30 µg/m^3). Questo inquinante è monitorato da fine maggio 2007 solamente nella stazione di Verona Cason.

Come si può osservare, la correlazione tra dati giornalieri di PM_{10} e $PM_{2.5}$ è molto elevata pari a 0.94. Mediamente il rapporto tra $PM_{2.5}$ e PM_{10} è pari al 66%. Questo valore piuttosto elevato è tipico dei contesti urbanizzati dove una parte consistente del particolato secondario, che si origina attraverso processi fotochimici a partire da sostanze gassose (ossidi di azoto, composti organici volatili, derivati dell'ammoniaca e ossidi di zolfo) risulta essere importante. Ovviamente il $PM_{2,5}$ non coincide con la totalità del particolato secondario per esempio per la presenza di particelle carboniose dagli scarichi dei veicoli.

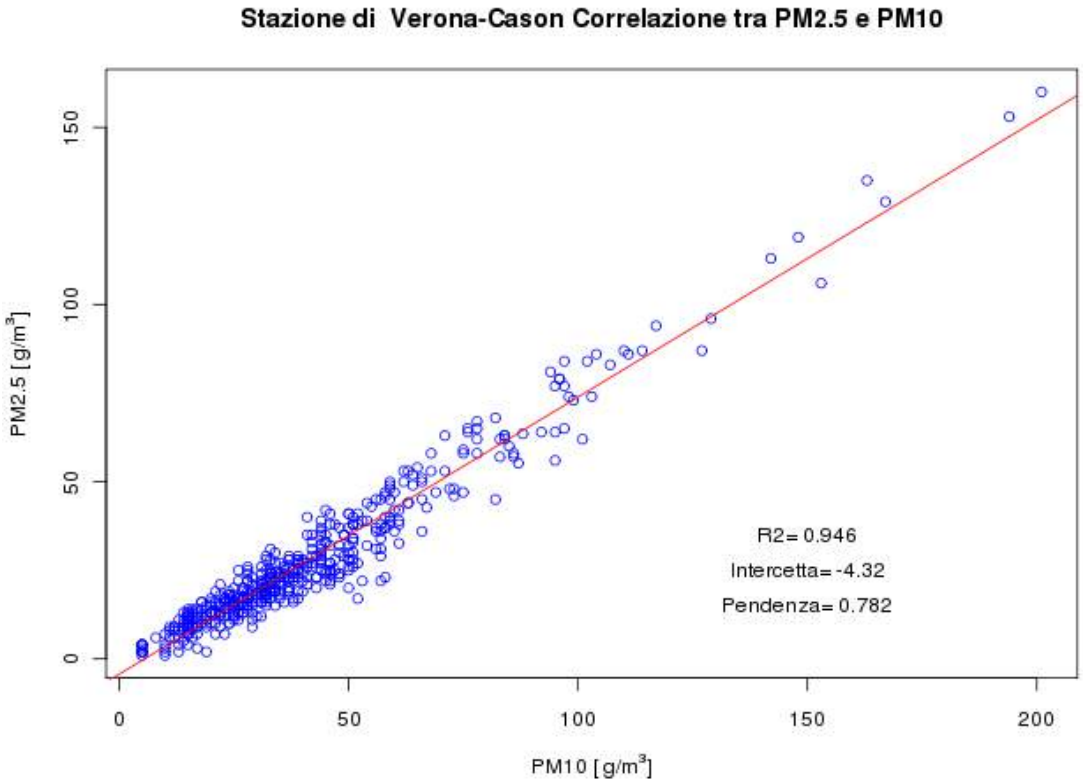


Figura 2-141: Correlazione tra valori medi giornalieri di PM_{10} e $PM_{2.5}$ misurati nella stazione di VR-Cason durante il biennio 2007-2008.

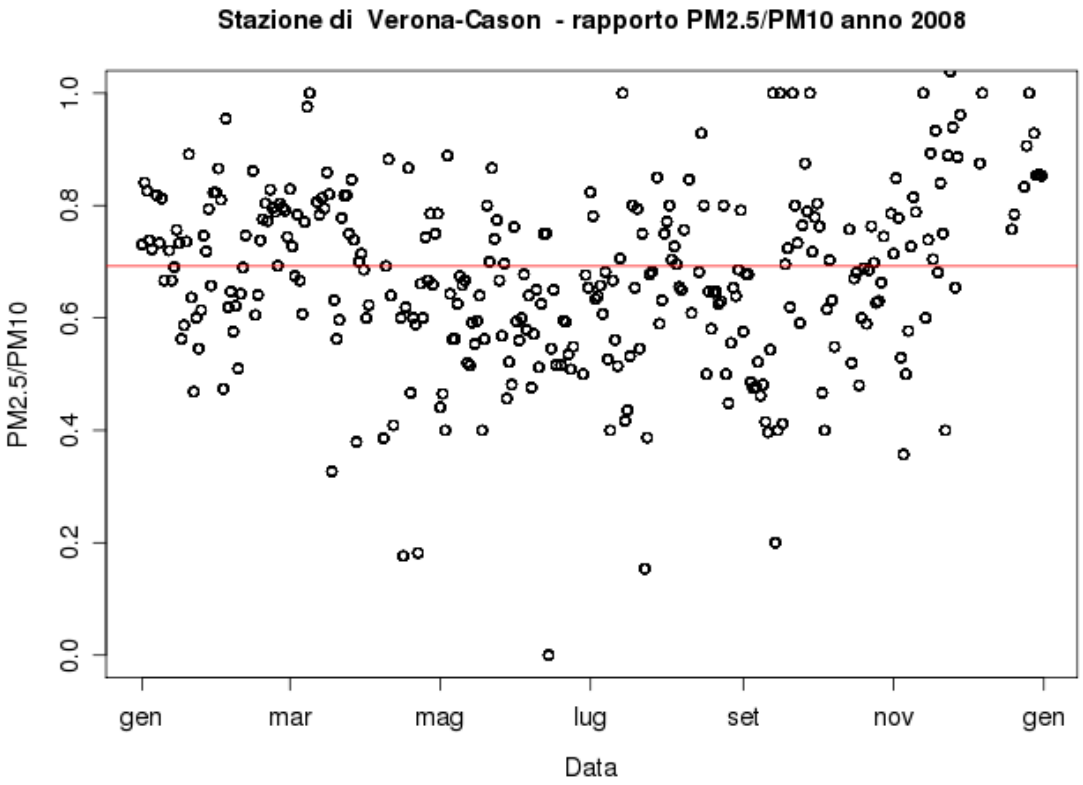


Figura 2-142: Andamento del rapporto tra $PM_{2.5}$ e PM_{10} misurati nella stazione di VR-Cason durante il 2008 e valore medio annuale (linea rossa orizzontale).

Tabella 2-142: Valori medi annui $PM_{2.5}$ – Verona Cason.

$PM_{2.5}$		**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
Media annua [µg/m^3]	Verona - Cason	-	-	-	-	27.7

Come si può notare la media annua supera il limite previsto dalla direttiva europea e che dovrà essere raggiunto entro il 2015 mentre è inferiore allo stesso aumentato del margine di tolleranza. Per il $PM_{2.5}$ non esiste attualmente anche una soglia giornaliera per cui non è possibile effettuare un confronto sugli episodi di inquinamento acuto.

2.2.4.8 Ozono

La normativa di riferimento per quanto riguarda i limiti sulle concentrazioni di ozono è il Decreto Legislativo 183/2004, in cui vengono fissate una soglia di attenzione e una di allarme. L'entrata in vigore del valore bersaglio per la protezione della salute umana e per la protezione della vegetazione è fissata per il 2013 e il 2015 rispettivamente.

Tabella 2-143: Valori limite per l'ozono (da D.Lgs. 183/2004).

OZONO: Tipologia di soglia	**Tipologia di valore**	**Valore limite [µg/m^3]**
Soglia di informazione	Valore orario	180
Soglia di allarme	Valore orario	240
Valore bersaglio per la	Massimo giornaliero delle 24	120

protezione della salute umana	medie mobili su 8 ore, da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni	
Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio, da calcolare come media su 5 anni (dal 1.1.2010, prima verifica 2015)	18000 $\mu g/m^3 \cdot h$
Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero delle 24 medie mobili su 8 ore, da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni (dal 1.1.2010, prima verifica 2013)	120
Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio, da calcolare come media su 5 anni (dal 1.1.2010, prima verifica 2015)	6000 $\mu g/m^3 \cdot h$

Nella stazione di Verona Cason, i superamenti delle diverse soglie sono riassunti in Tabella 2-144.

Tabella 2-144: Limiti di superamento per l'ozono.

Ozono	2004	2005	2006	2007	2008
Superamenti soglia informazione	52	59	97	22	22
Superamenti soglia allarme	0	0	0	0	0
Superamenti valore bersaglio per la protezione della salute umana	68	65	86	95	72

I superamenti della soglia imposta come valore bersaglio sono superiori ai 25 possibili.
Essi si realizzano nella stagione primaverile/estiva. A titolo di esempio è riportato l'andamento delle massime giornaliere delle medie mobili su 8 h relative all'anno 2004.

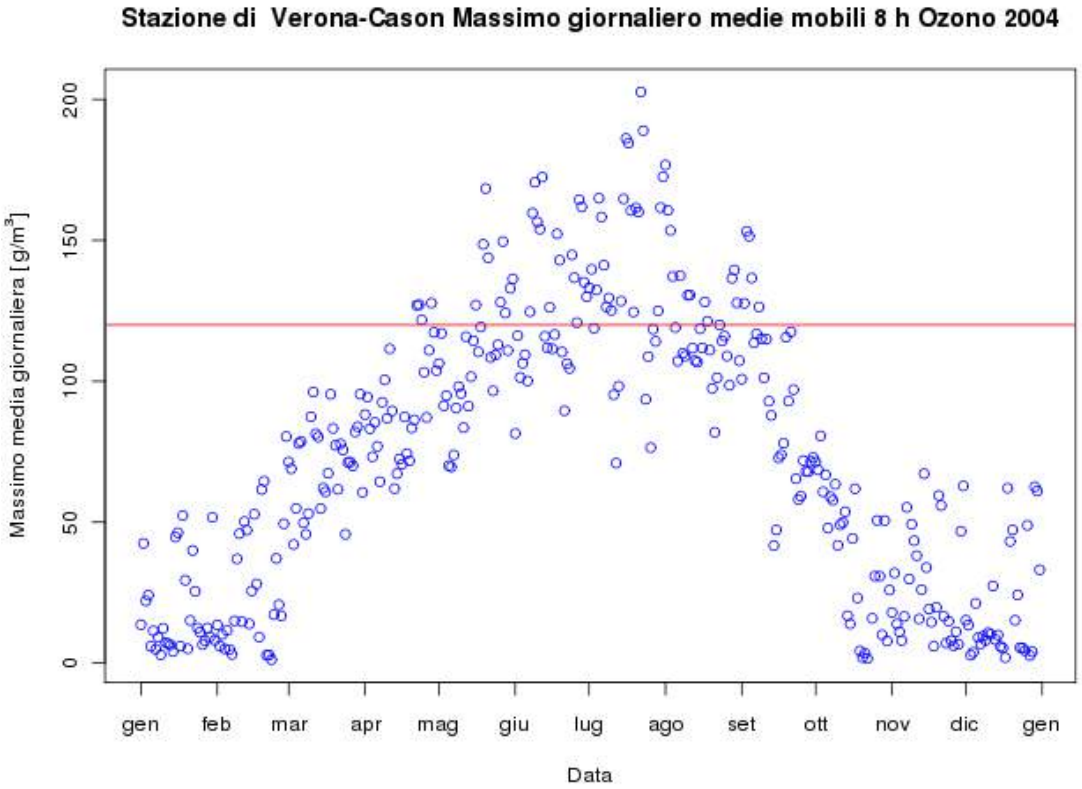


Figura 2-143: Andamento del massimo giornaliero delle medie mobili su 8 h della concentrazione di Ozono, relativo alla stazione di VR-Cason durante il 2004.

2.2.4.9 Le campagne di misura mobili

Sono stati analizzati i dati di 17 campagne mobili effettuate nel quinquennio 2004-2008 dai mezzi mobili di ARPAV, verificatesi in corrispondenza degli episodi acuti di inquinamento.

Tabella 2-145: Elenco delle campagne di misura effettuate con mezzi mobili nel quinquennio 2004-2008 e verificatesi in concomitanza di episodi acuti di inquinamento.

NUMERO CAMPAGNA	COMUNE	INDIRIZZO	DATA DI INIZIO	DATA DI FINE	DURATA [d]
1	Verona	Via Dominutti - sede ARPAV	22.01.2004 10:00	09.02.2004 08:00	18
2	Verona	Circonv. Oriani - Ist. Betelloni	23.03.2004 16:00	09.04.2004 09:00	17
7	Villafranca di Verona	Via Sommacampagna	03.09.2004 13:00	12.10.2004 08:00	39
8	Verona	Via Ventotto Marzo (Porto San Pancrazio)	02.12.2004 12:00	05.01.2005 08:00	34
9	Verona	Via Marin Faliero	05.01.2005 12:00	31.01.2005 09:00	26
10	San Giovanni Lupatoto	Via U. Foscolo - Scuola Marconi	31.01.2005 13:00	23.02.2005 09:00	23
11	Castel d'Azzano	Via Roma - Scuola Elementare	23.02.2005 09:00	15.03.2005 10:00	20

12	Buttapietra	Piazza XXV Aprile	25.02.2005 13:00	14.04.2005 08:00	48
13	Villafranca di Verona	Via Sommacampagna	15.03.2005 14:00	12.04.2005 09:00	28
19	Villafranca di Verona	loc. Quaderni	18.02.2006 00:00	04.03.2006 00:00	14
20	Bussolengo	Via Ospedale	15.03.2006 19:00	03.05.2006 11:00	49
21	Valeggio sul Mincio	loc. Turchetti	18.03.2006 00:00	17.04.2006 00:00	30
22	Verona	Piazza Brà	20.03.2006 12:00	28.03.2006 09:00	8
29	Sona	Via Roma - Scuole Elementari	06.11.2006 11:00	22.01.2007 10:00	77
30	LavagnoZevio	Via Bertoni - Scuola media comunaleviaArtigianato	06.12.2006 14:0015.11.2007 13:00	19.01.2007 00:0018.01.2008 09:00	4364
31	Verona	C.so Milano via Meloni	30.12.2006 00:00	18.01.2007 00:00	19
38	Zevio	via Artigianato	15.11.2007 13:00	18.01.2008 09:00	64
39	Verona	loc. Cason	16.01.2008 16:00	04.02.2008 09:00	19

Una mappa con la localizzazione delle postazioni in cui sono state effettuate le campagne mobili nel quinquennio 2004-2008 è riportata in Figura 2-144.

Per ciascuna campagna di misura analizzata, si è effettuato il confronto con i valori registrati nelle centraline fisse di Verona Corso Milano e Cason. La media dei valori misurati durante ciascuna campagna e i corrispondenti valori medi delle centraline fisse sono riportati in Tabella 2-146 per quanto riguarda il biossido d'azoto (NO_2) e in Tabella 2-147 per quanto riguarda il PM_{10}. Inoltre è riportata la percentuale di dati non validi: questo dato è importante perché se molto elevato rende non significativo il confronto con le centraline fisse. Questa condizione si verifica soprattutto con i valori di PM_{10}, che sono giornalieri e che sono spesso misurati su un intervallo di tempo più piccolo rispetto all'intera durata della campagna.

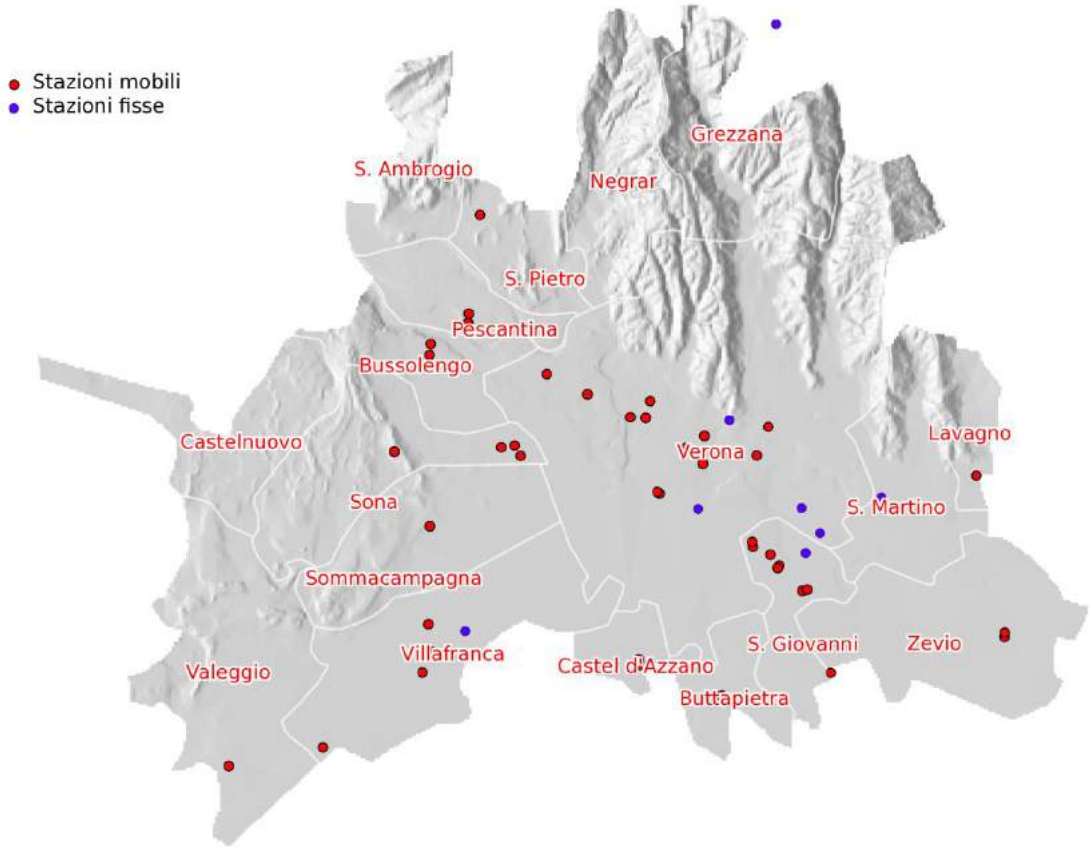


Figura 2-144: Localizzazione delle postazioni in cui sono state effettuate le campagne mobili nel quinquennio 2004-2008.

Tabella 2-146: Media delle concentrazioni di NO_2 misurate nelle campagne mobili e nelle centraline fisse e percentuale di dati validi.

Numero campagna	Media NO_2	Media NO_2 Corso Milano	Media NO_2 Cason	Dati non validi	% dati non validi
1	72.99	71.73	48.98	3	1
2	63.04	50	25.28	17	4
7	43.55	56.66	31.96	32	3
8	37.33	65.01	45.81	20	3
9	46.65	64.53	50.52	4	1
10	70.1	68.85	41.84	8	1
11	74.64	65.38	44.2	23	5
12	35.66	62.62	41.24	55	5
13	54.7	61.48	41.17	12	2
20	43.31	52.88	32.46	75	6
22	68.57	59.56	44.79	9	4
29	100.37	63.8	42.55	57	3
30	50.58	63.47	42.6	47	5
31	55.64	59.7	45.24	8	2

38	31.87	55.7	46.13	90	6
39	34.42	59.74	57.64	22	5

Tabella 2-147: Media delle concentrazioni di PM_{10} misurate nelle campagne mobili e nelle centraline fisse e percentuale di dati validi.

Numero campagna	**Media PM_{10}**	**Media PM_{10} Corso Milano**	**Media PM_{10} Cason**	**Dati non validi**	**% dati non validi**
7	63.71	68.08	49.89	26	66
10	91.2	104.17	64.48	9	37
11	76.67	89.38	64.13	6	28
13	57.56	91.33	68.79	13	47
19	43.73	67.13	51.36	0	0
20	60	68.46	49.82	30	60
21	76.78	78.71	57.2	1	4
29	34.57	89.75	66.45	50	64
30	66.37	83.21	62.06	15	36
31	91.65	102.42	78.38	0	0
38	58.89	60.42	54.6	36	57
39	64.94	59.93	58.22	4	20

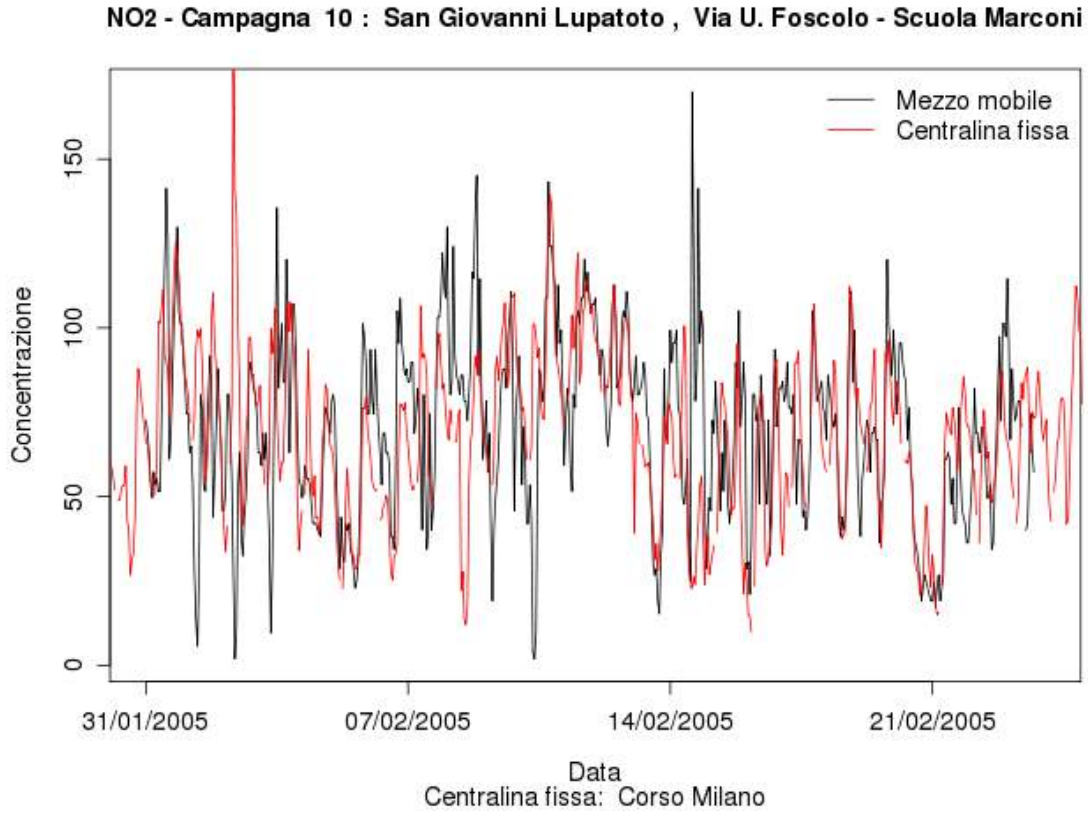


Figura 2-145: Confronto tra la concentrazione oraria di NO_2 della campagna mobile 10 a S. Giovanni Lupatoto e la concentrazione della centralina fissa di Corso Milano.

A titolo di esempio si riporta il grafico dell'andamento delle concentrazioni di NO_2 e PM_{10} misurate nella campagna n°10 effettuata a S.Giovanni Lupatoto e quelle rilevate dalla stazione fissa di Verona Corso Milano. I valori registrati sono abbastanza concordi con quelli registrati dalla stazione fissa, nel caso del PM_{10} l'andamento è lo stesso ma i valori sono mediamente sempre più bassi.

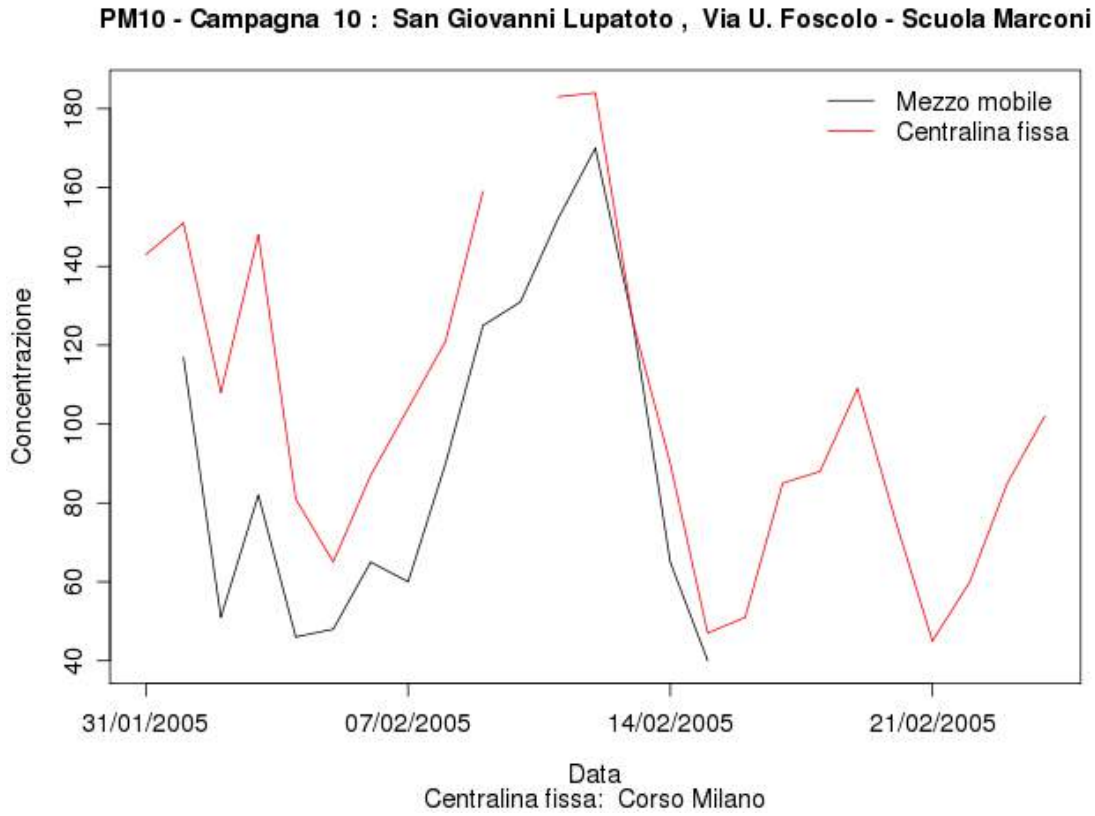


Figura 2-146: Confronto tra la concentrazione giornaliera di PM_{10} della campagna mobile 10 a S. Giovanni Lupatoto e la concentrazione della centralina fissa di Corso Milano.

2.2.5 Politiche adottate

2.2.5.1 Analisi dei dati della rete di monitoraggio e individuazione di aree non adeguatamente coperte da campagne

I criteri per la scelta del numero di stazioni fisse da installare per i campionamenti destinati alla protezione della salute umana sono stabiliti in funzione della popolazione residente all'interno di una determinata zona, secondo quanto definito nell'allegato IX del DM 60/2002 per inquinanti come biossido di zolfo, ossido e biossido di azoto, PM_{10}, $PM_{2.5}$ e benzene. Questi criteri sono stati in parte modificati per poter essere compatibili con la Direttiva 2002/3/CE, recepita con il D.Lgs. 183/2004, relativamente all'ozono, inquinante che non rientra tra quelli trattati dal DM 60/2002. Nei due decreti vengono imposti inoltre dei criteri relativi alla protezione degli ecosistemi o della vegetazione.

Nel 2004, l'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servici Tecnici) ha definito delle linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità

dell'aria in Italia, che tengono conto oltre che delle prescrizioni contenute nel DM60/2002 anche di quelle contenute nel documento *Criteria for EUROAIRNET*, elaborato dall'Agenzia per l'Ambiente Europea e utilizzato ad integrazione della legislazione nazionale laddove questa sembrava presentare maggiori lacune. In particolare è stato utilizzato per fornire una classificazione aggiuntiva ai punti di campionamento (rurale, remota, urbana, suburbana) rispetto a quanto fornito all'interno del decreto DM 60/2002, il quale distingue esclusivamente tra punti di campionamento destinati alla protezione alla salute umana e punti destinati alla protezione della vegetazione e degli ecosistemi.

L'utilizzazione dei criteri forniti all'interno del documento *Criteria for EUROAIRNET* permette l'implementazione di una rete caratterizzata da una copertura spaziale e da una rappresentatività sufficienti per fornire dati confrontabili a livello europeo.

All'interno degli agglomerati, definiti come le zone con popolazione superiore a 250000 abitanti, si dà la precedenza ai campionamenti di background urbano e suburbano posti in aree residenziali o di verde pubblico in quanto maggiormente rappresentativi dell'esposizione media agli inquinanti della popolazione. All'interno degli agglomerati si ha così la presenza di stazioni principalmente di background urbano, in aree classificate come tessuto urbano continuo secondo il CORINE Land Cover, e di background suburbano (tessuto urbano discontinuo secondo la definizione del CORINE Land Cover); quest'ultima è caratterizzata da una maggiore area di rappresentatività ed è ubicata nelle aree periferiche di un grosso insediamento urbano o all'interno dei piccoli insediamenti urbani limitrofi.

Le informazioni fornite dai punti di campionamento di traffico, invece, devono essere correlate alle caratteristiche della strada e del flusso veicolare circolante in modo da rendere possibile confrontare i valori rilevati lungo strade dalle caratteristiche simili.

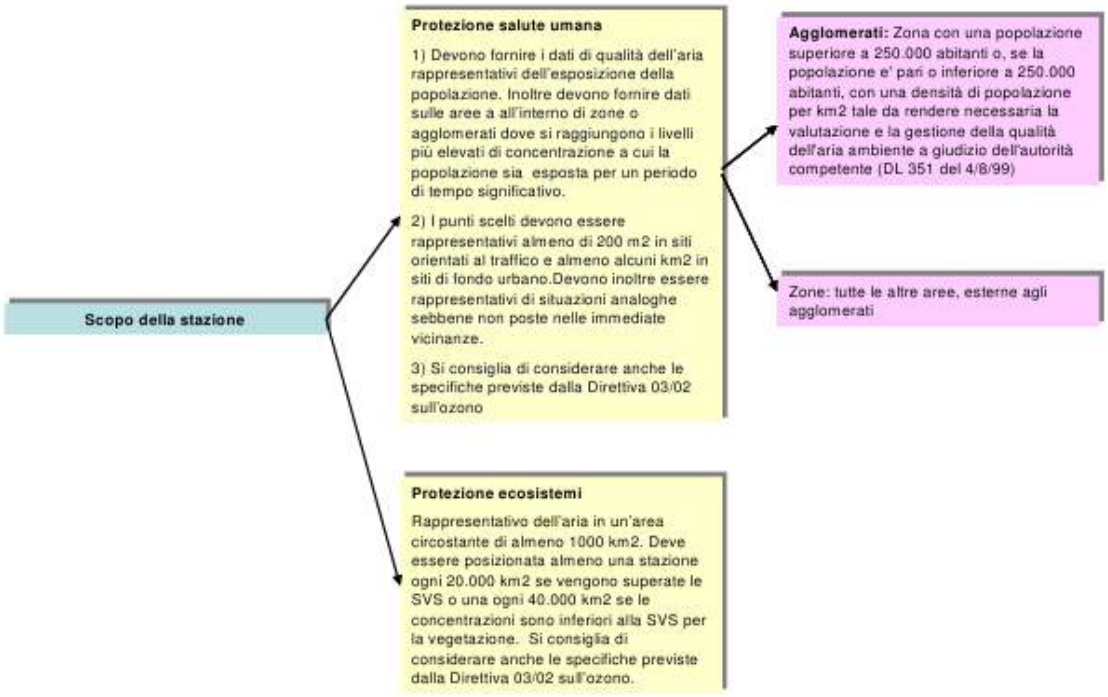


Figura 2-147: Definizione delle diverse tipologie di stazione (da Linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria in Italia, APAT, 2004).

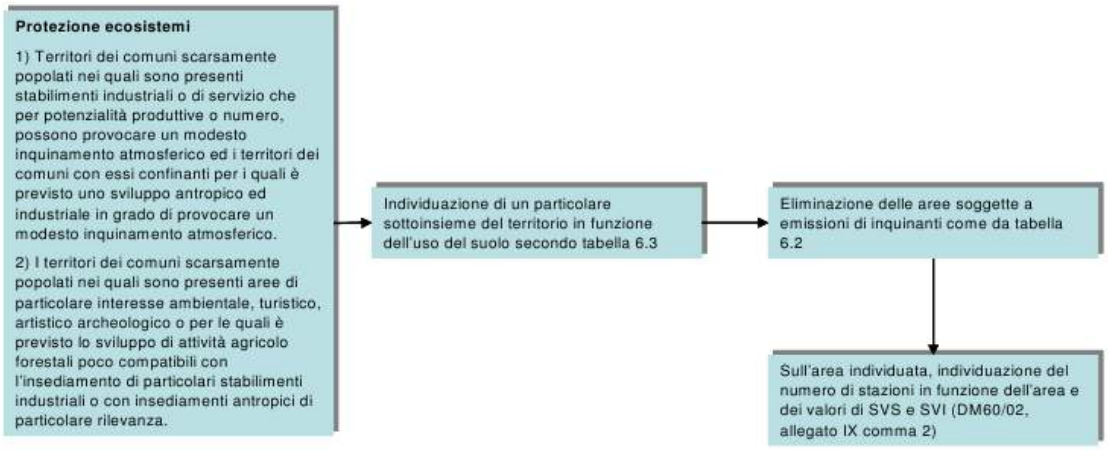


Figura 2-148: Caratteristiche delle stazioni per la protezione degli ecosistemi (da Linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria in Italia, APAT, 2004).

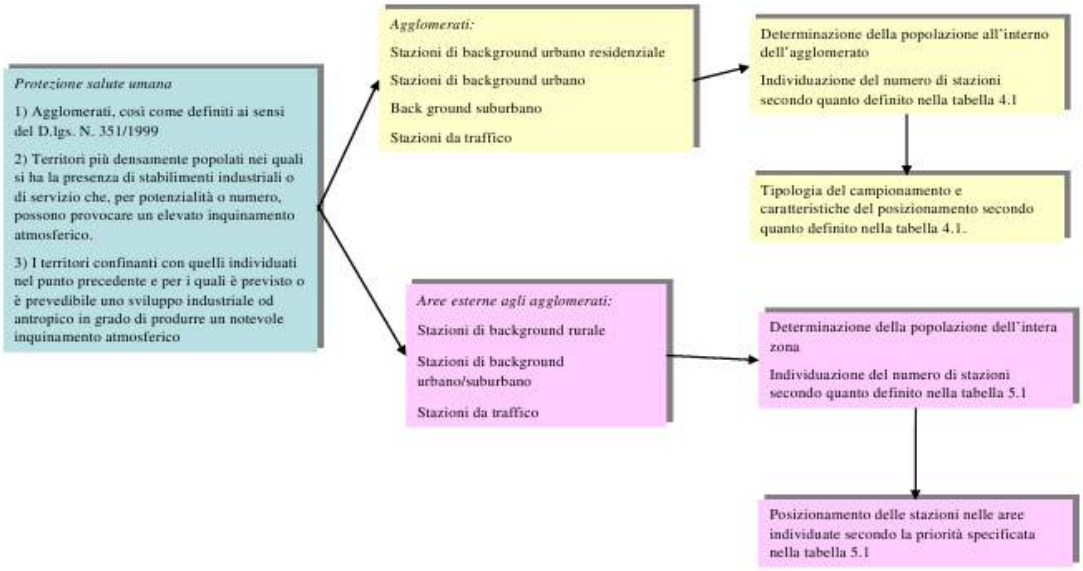


Figura 2-149: Caratteristiche delle stazioni per la protezione della salute umana (da Linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria in Italia, APAT, 2004).

Popolazione dell'agglomerato	Numero di stazioni minimo	Tipologia stazione	Tipologia zona	Caratteristiche zona
0 ÷ 249999	1	Background	Urbana	Residenziale/Commerciale
250000÷499999	2	Background	Urbana	Residenziale/Commerciale
		Traffico	Urbana	Residenziale
500000 ÷ 999999	3	Background	Urbana	Residenziale/Commerciale
		Background	Urbana	Parchi/impianti sportivi e/o scolastici
		Traffico	Urbana	Residenziale
1000000 ÷ 1499999	4	Background	Urbana	Residenziale/Commerciale
		Background	Urbana	Parchi/impianti sportivi e/o scolastici
		Background	Suburbana	Non nelle immediate vicinanze dell'area di massima emissione, sottovento rispetto alle direzioni del vento, in condizioni favorevoli alla formazione di ozono
		Traffico	Urbana	Residenziale
1500000 ÷ 1999999	5	Background	Urbana	Residenziale/Commerciale
		Background	Urbana	Parchi/impianti sportivi e/o scolastici
		Background	Suburbana	Non nelle immediate vicinanze dell'area di massima emissione, sottovento rispetto alle direzioni del vento, in condizioni favorevoli alla formazione d'ozono
		Traffico	Urbana	Residenziale
		Traffico	Suburbana	Residenziale/Commerciale/industriale

Figura 2-150: Criteri per la scelta del numero di centraline fisse da installare per la protezione della salute umana (da Linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria in Italia, APAT, 2004).

Popolazione della zona	Numero minimo di Stazioni	Tipologia del campionamento
0 ÷ 249999	1	Background rurale/urbano/suburbano **
250000÷499999	2	Background rurale
		Background suburbano/urbano
500000 ÷ 999999	3	Background rurale
		Background suburbano/urbano
		Traffico
1000000 ÷ 1499999	4	Background rurale e Background suburbano/urbano
		Almeno 1 stazione da traffico
1500000 ÷ 1999999	5	Background rurale e Background suburbano/urbano
		Almeno 2 stazioni da traffico
2.000.000 ÷ 2.749.999	6	Background rurale e Background suburbano/urbano
		Almeno 2 stazioni da traffico

** Nelle aree in cui è previsto un solo punto di campionamento (popolazione < 250000 abitanti), la scelta tra rurale, urbano e suburbano deve rispecchiare la distribuzione della popolazione; la stazione va scelta della tipologia che rappresenti l'area in cui vive la maggioranza della popolazione.

Figura 2-151: Criteri per la scelta del numero di centraline fisse da installare per la protezione della salute umana in aree esterne dagli agglomerati (da Linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria in Italia, APAT, 2004).

Ubicazione delle stazioni per la protezione della vegetazione	
Numero minimo punti di campionamento nelle aree individuate come idonee per valutare l'esposizione della vegetazione	Ogni 20000 Km² se i livelli superano le *soglie di valutazione superiori*. Ogni 40000 Km² se i livelli si situano tra le *soglie di valutazione superiore* ed *inferiore*
Area di rappresentatività della stazione	Raggio minimo 18 Km

Figura 2-152: Criteri per la scelta del numero di centraline fisse da installare per la protezione della vegetazione e degli ecosistemi (da Linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria in Italia, APAT, 2004).

Dall'analisi dei criteri per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria emerge che il numero di centraline fisse soddisfa certamente il numero minimo previsto dalla normativa vigente. Tuttavia una valutazione più dettagliata e spazializzata della situazione della qualità dell'aria è molto importante, specialmente nell'ottica di tutelare nel miglior modo possibile la salute dei cittadini. Inoltre solo una conoscenza precisa e localizzata dello stato di fatto consente di capire quanto le situazioni critiche siano circoscritte o piuttosto generalizzate, passaggio obbligato che deve precedere la fase decisionale in cui vengono definite le azioni da intraprendere.

In quest'ottica Arpa Veneto ha intrapreso il progetto DOCUP (Documento Unico di Programmazione), le cui attività, oltre all'ottimizzazione della rete fissa di monitoraggio, comprendono la mappatura delle aree remote, cioè i territori regionali dove non si hanno informazioni sufficienti a valutare lo stato della qualità dell'aria. Lo scopo della mappatura è la realizzazione di una zonizzazione regionale, richiesta alle Regioni dal D.Lgs. 351/1999 che impone la preparazione di Piani d'Azione, di Risanamento o di Mantenimento.
Il progetto ha riguardato due diverse tipologie di monitoraggio:

- campagne con campionatori passivi
- campagne con stazioni rilocabili.

La campagna con i campionatori passivi è stata effettuata su punti appartenenti a una griglia regolare con maglie di lato pari a 18 km, in punti rappresentativi della concentrazione di fondo, sia esso urbano, suburbano o rurale, e quindi lontani da sorgenti di emissione.
I punti della griglia contenuti all'interno della provincia sono in totale 9, quelli all'interno dell'area in esame sono soltanto 2: uno nel Comune di Verona e uno in quello di Sona.

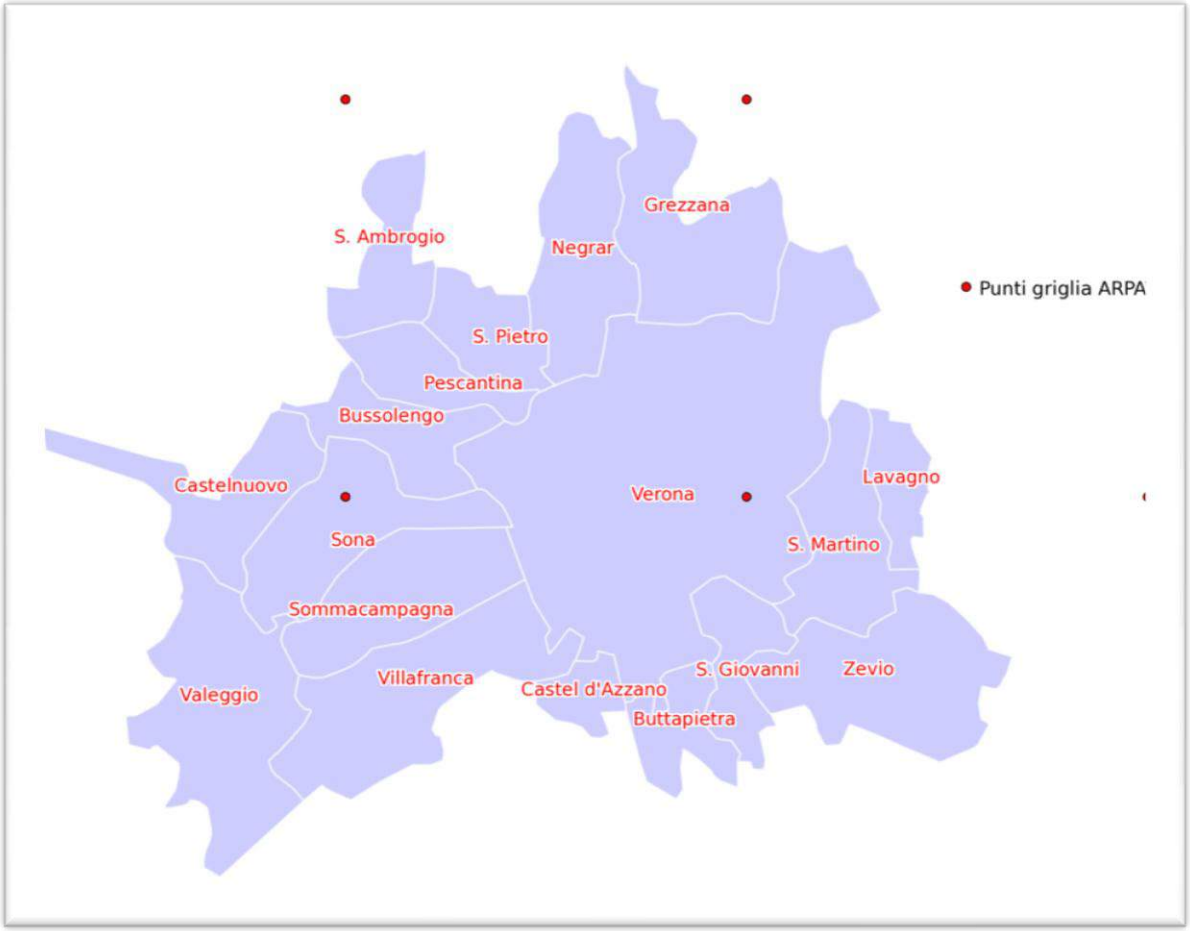


Figura 2-153: Punti di misura dei campionamenti passivi del progetto di mappatura di aree remote DOCUP: griglia regolare 18x18 km.

In questa campagna sono stati misurati biossido di azoto, ozono e benzene. In tutte le stazioni mappate non si sono riscontrati problemi con i limiti di legge per quanto riguarda il biossido

di azoto, che è risultato molto basso se confrontato con la media regionale. I valori di benzene registrati nella stazione di Sona sono risultati leggermente maggiori rispetto a quelli delle altre stazioni, anche se comunque al di sotto dei limite di legge. I valori di ozono sono risultati leggermente maggiori nella provincia di Verona rispetto alle altre province venete. Si deve considerare comunque che tutte le stazioni esaminate sono state scelte perché rappresentative di condizioni di background. Questo spiega dunque i valori molto bassi misurati ad esempio per il biossido di azoto, che sono minori rispetto alle medie annuali delle stazioni fisse di background come Bosco Chiesanuova e Verona-Cason. Inoltre le campagne sono state effettuate mediante 8 intervalli di campionamento di una settimana ciascuno, distribuiti nell'arco dell'anno. Questo comporta che le medie ottenute non siano esattamente confrontabili con i limiti di legge imposti sui valori medi annuali.

Le campagne con stazioni mobili effettuate all'interno del progetto hanno riguardato invece i Comuni di Verona, Bussolengo, Castel d'Azzano, Pescantina, S.Giovanni Lupatoto, Sommacampagna, Sona e Villafranca di Verona. In queste campagne è stato monitorato anche il PM_{10}, che è stato confrontato con quello delle stazioni fisse di Verona Corso Milano e Cason. Il progetto ha messo in luce come i valori di concentrazione durante i mesi estivi, in prossimità dei minimi, siano tutti molto simili tra loro e rilevino una sorta di concentrazione di "fondo", mentre durante i mesi invernali le differenze si concentrano maggiormente sui picchi piuttosto che sull'andamento.

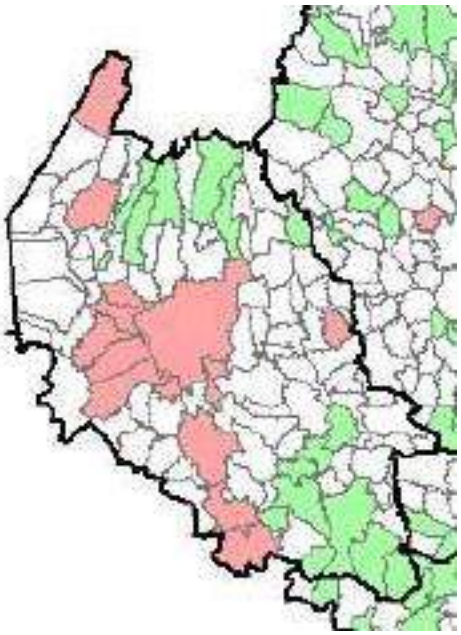


Figura 2-154: Comuni interessati dal progetto di mappatura di aree remote DOCUP: in verde i Comuni che hanno beneficiato del finanziamento, in rosso quelli monitorati al di fuori del progetto.

Oltre alle campagne effettuate all'interno del progetto DOCUP, ARPAV ha effettuato una serie di campagne di misura con mezzi mobili, che sono state analizzate con attenzione, specialmente in concomitanza con gli episodi di inquinamento acuto, e i cui risultati sono riportati nel presente documento.

In generale si riscontra una discreta corrispondenza tra gli andamenti dei valori misurati dal mezzo mobile rispetto a quanto misurato nelle centraline fisse, ad eccezione del monossido di carbonio e del biossido di zolfo, i cui valori sono in alcune stazioni anomali. Tenendo conto però che questi inquinanti non rappresentano un problema grave per la qualità dell'aria, si può affermare che il confronto con le centraline fisse e la loro spazializzazione sul territorio siano meno significativi.

Le campagne mobili hanno anche un ulteriore importante ruolo: consentono di monitorare un inquinante come il PM_{10}, il cui nocivo effetto sulla salute umana è stato significativamente dimostrato. Esso viene misurato in sole tre stazioni fisse (di cui una di background rurale come Bosco Chiesanuova e due all'interno del Comune di Verona), diversamente ad esempio dal biossido di azoto che è monitorato in tutte le stazioni fisse.

Si è calcolato il numero di giorni di campagna di misura effettuate su ciascuno dei Comuni in esame nel quinquennio 2004-2008. Esso è riportato nella mappa riportata in Figura 2-155. Si può osservare come in alcuni Comuni non sia stata effettuata alcuna campagna di misura durante il periodo osservato.

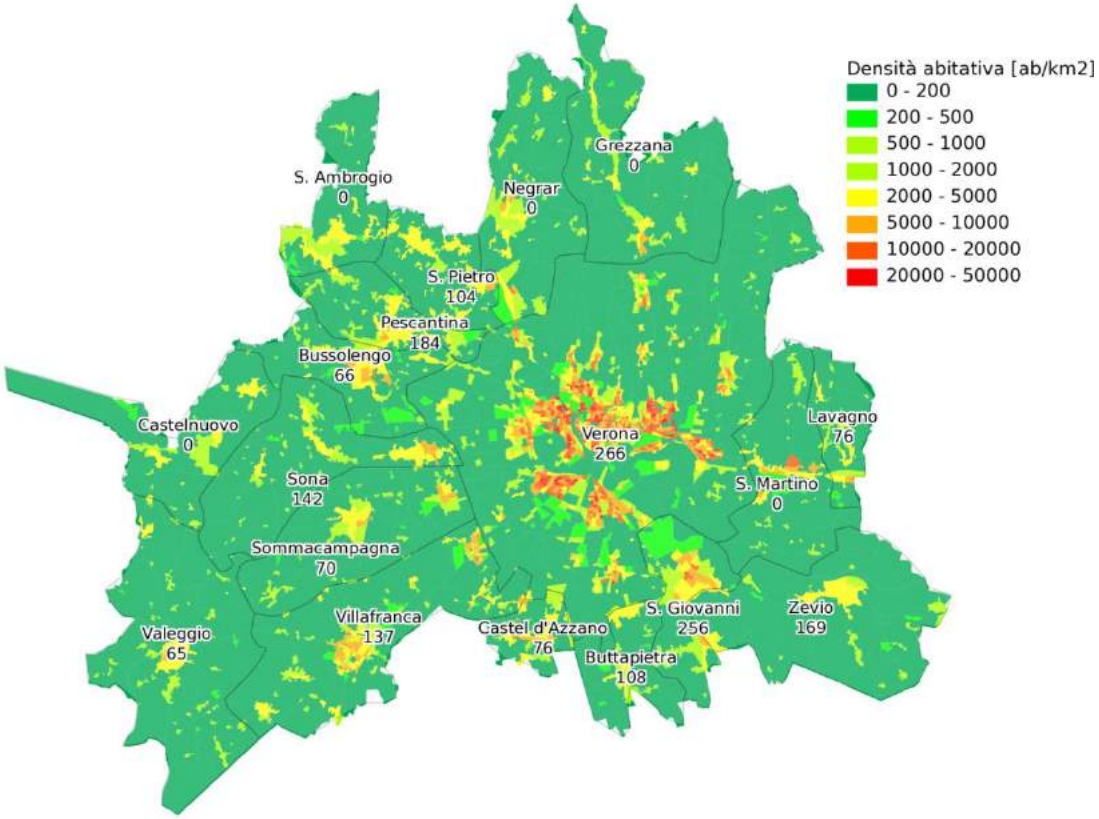


Figura 2-155: Giornate di misura effettuate con i mezzi e le stazioni mobili durante il quinquennio 2004-2008.

In generale, dato che le campagne mobili rappresentano un valido strumento per poter fotografare l'inquinamento atmosferico in punti del territorio non coperti da centraline fisse, è auspicabile che l'organizzazione e la pianificazione delle campagne sia il più uniforme

possibile, tenendo conto però anche delle specificità e delle criticità locali, anche in relazione alla distribuzione della popolazione.

Analizzando i dati delle campagne, si è visto che spesso il numero di giorni di misura del PM_{10} è inferiore alla durata totale della campagna. Questo, oltre a rendere più complessa l'analisi dei dati, dal momento che non c'è una corrispondenza univoca tra le date delle campagne e quelle dei dati di PM_{10}, rende più difficile il confronto con i dati delle centraline fisse. Infatti, il dato di PM_{10} è giornaliero per cui, diminuendo il numero di giorni di misura, si diminuisce la dimensione del campione statistico e si rende il confronto meno significativo. Un esempio di questo problema è riportato in Figura 2-156 e fa riferimento ad una campagna effettuata nel Comune di Villafranca di Verona tra il 3.9.2004 e il 12.10.2004. Il PM_{10} sembra avere un comportamento molto simile a quello della centralina di Corso Milano, nei primi giorni è addirittura maggiore, poi diventa minore. Avendo però pochi dati a disposizione, è difficile fare delle valutazioni sul confronto tra i due punti di misura.

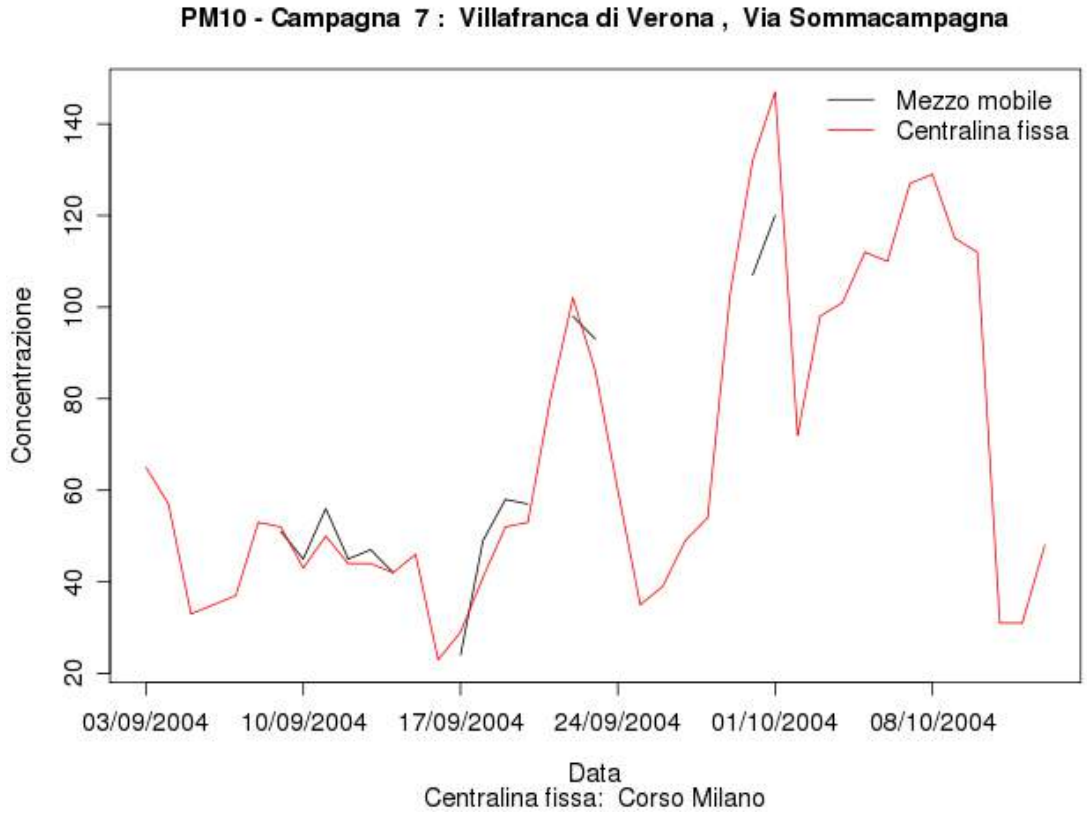


Figura 2-156: Andamento del PM_{10} misurato a Villafranca, in via Sommacampagna tra il 3.9.2004 e il 12.10.2004 e quello rilevato nello stesso periodo nella centralina fissa di Corso Milano.

Una considerazione importante riguarda il $PM_{2.5}$. Nelle centraline fisse esso viene quasi sempre misurato in corrispondenza dei punti di campionamento del PM_{10}, secondo quanto previsto dal D.M. 60/2002 (capo IV, articolo 18). Nelle centraline in provincia di Verona, esso è misurato solo nella stazione di Verona Cason. Se da un lato sarebbe importante che venisse monitorato in più punti del territorio, anche alla luce dell'attenzione dedicata a questo

inquinante dalla Direttiva 2008/50/CE, dall'altro sarebbe utile che la misurazione avvenisse in modo sistematico anche nelle campagne mobili.
Vale la pena ricordare che il PRTRA impone ai Comuni ricadenti nelle zone A e B, che intendano proporre una classificazione diversa da quella di assegnazione, l'obbligo di presentare alla Regione Veneto un quadro di riferimento sullo stato della qualità dell'aria nel terriotorio comunale, corredato di una serie di dati rappresentativa di 1 anno di monitoraggio della qualità dell'aria (per tutti gli inquinanti convenzionali e non) e di dati sulle principali fonti di emissione, che ne giustifichi l'esclusione dalle zone di tipo A o B.

Ad integrazione di quanto sopra esposto, ARPAV ha segnalato quanto segue:

- il progetto DOCUP si è chiuso nel 2006 e del 2006 è la nuova zonizzazione della Regione Veneto;
- il nuovo progetto di monitoraggio su griglia nasce dall'esigenza di conoscere su area "vasta" (la maglia di 18 x 18 km) l'inquinamento da PM_{10} e da altre specie inquinanti. In questo contesto, i dati non possono essere considerati solo in base ai singoli punti di griglia ma appunto unendo i risultati dei monitoraggi dei quattro vertici del quadrato, monitoraggi che sono stati studiati in modo da coprire tutto l'anno anche se con periodi di misura discontinui (per questo motivo i monitoraggi non venivano effettuati in contemporanea nei quattro vertici, ma scaglionati lungo tutto l'anno). L'analisi completa dei dati fornisce un dato spalmabile su tutta l'area compresa fra i quattro vertici. Non si hanno, invece, informazioni su singole fonti emissive o criticità puntuali.
- Le ulteriori campagne effettuate da ARPAV seguono una logica di pianificazione locale che tiene conto anche delle criticità presenti sul territorio e delle segnalazioni/richieste dei Comuni. È pertanto fuorviante confrontare i giorni di monitoraggio nei vari Comuni: in alcuni casi si tratta di Comuni che rientravano nel DOCUP e anche nel monitoraggio a griglia in altri casi sono state oggetto di monitoraggio fonti puntuali e quindi scarsamente rappresentative della situazione a vasto raggio, ecc. Quindi le campagne di misura effettuate da ARPAV cercano di rispondere a due esigenze: valutazione di criticità puntuali, misura dell'inquinamento su area vasta. Richiedere ulteriori punti di misura fissi è argomento molto delicato: vi è una precisa normativa in materia studiata in modo da avere sufficienti punti di monitoraggio in base alle caratteristiche del territorio. La rete ARPAV è in parte ridondante rispetto a questa normativa. Vi è inoltre un continuo impegno nell'adeguare la rete, che ha portato ad esempio ad aumentare i punti di monitoraggio del $PM_{2.5}$. Ulteriori punti di misura significano inoltre un notevole impegno di risorse sia strumentali che umane, che devono essere ben giustificate.

- Le stazioni di Ca' del Bue, Matozze, San Giovanni Lupatoto fanno parte della rete di rilevamento di AGSM – Ca'del Bue. Sono gestite da ARPAV ma non appartengono alla rete di rilevamento regionale. Il loro posizionamento è stato determinato ormai molti anni fa in relazione all'impianto di Ca' del Bue che ora non è più in funzione, in un'ottica quindi "locale". È molto probabile che nel futuro si debba rivedere il loro posizionamento.

2.2.5.2 Analisi dell'efficacia di precedenti provvedimenti per la tutela della qualità dell'aria

Il Comune di Verona e gli altri Comuni interessati dal presente elaborato tecnico a servizio del Piano hanno intrapreso nel corso degli anni differenti misure per cercare di contenere il fenomeno dell'inquinamento atmosferico.

Tra i provvedimenti adottati, collegati alla sorgente del traffico, ci sono il blocco della circolazione di alcune categorie di veicoli più inquinanti, in determinati periodi dell'anno e in determinate fasce orarie con finalità di prevenzione e contenimento degli episodi acuti di inquinamento atmosferico. Un altro tipo di provvedimento adottato consiste nel blocco totale del traffico in alcune domeniche selezionate.

Negli ultimi anni (dal 2007) non sono più stati adottati provvedimenti di limitazione alla circolazione (come le targhe alterne) in alcuni giorni della settimana o dopo lo sforamento di più giorni consecutivi del limite giornaliero di PM_{10}.

Parallelamente all'adozione di misure volte a limitare le emissioni provenienti dal traffico, le amministrazioni comunali hanno effettuato periodicamente dei lavaggi delle strade, al fine di evitare l'accumulo di polveri lungo le piattaforme stradali.

La valutazione dell'efficacia dei provvedimenti presi in passato non è semplice. Da un lato infatti c'è carenza di informazioni: i dati forniti sono parziali e riguardano solo alcuni Comuni. Per stimare l'effettiva riduzione sulle emissioni, sarebbero invece necessari dei dati sull'effettiva riduzione di traffico ottenuta. Dall'altro, anche quando si hanno a disposizione dei dati, la valutazione riguardo l'efficacia raggiunta può risultare complicata dal fatto che i dati talvolta risultano incongruenti e poco chiari. Un esempio è quello riguardante la domenica ecologica effettuata nel Comune di Verona il giorno 8 febbraio 2008, di cui sono stati forniti anche i dati di traffico.

Dai dati forniti, si evince una diminuzione del traffico lungo la circonvallazione interna della città (Figura 2-157), ma un numero maggiore di ingressi ai varchi della città (Figura 2-158). Queste due informazioni, in contrasto tra loro, rendono complessa la stima della valutazione dell'efficacia del provvedimento adottato.

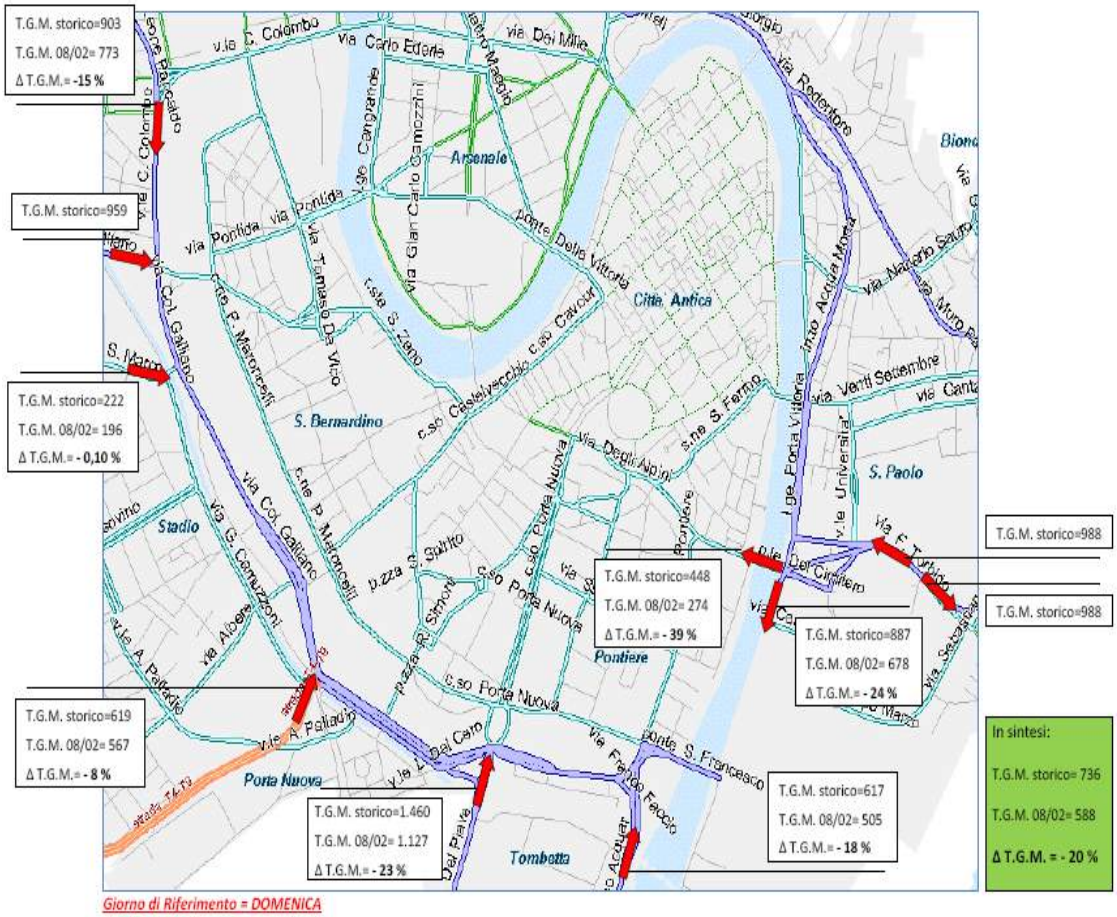


Figura 2-157: Variazioni di traffico del giorno 8 febbraio 2008 in corrispondenza della circonvallazione interna di Verona rispetto alle altre domeniche dell'anno (Comune di Verona, Ufficio Mobilità e Traffico).

(A) -> profilo storico di riferimento (domenica); (B) -> Domenica 8 Febbraio 2009

Stazione di rilevamento	(A)		(B)		variazioni %	
	ingressi storico	uscite storico	ingressi dom 8 feb	uscite dom 8 feb	ingressi	uscite
Via A. da Legnago	5.275	4.940	5.311	4.211	0,68%	-17,31%
Via Unità d'Italia	10.141	11.547	8.292	11.587	-22,30%	0,35%
Via Legnago	6.385	7.038	6.204	7.134	-2,92%	1,35%
Via Golino	7.046	5.063	7.280	5.121	3,21%	1,13%
V.le delle Nazioni	11.141	7.517	12.283	7.313	9,30%	-2,79%
Via Mantovana	4.247	4.527	4.531	4.719	6,27%	4,07%
Verona Nord T4-T9	14.158	14.045	16.714	15.658	15,29%	10,30%
Strada Bresciana	5.603	4.959	5.973	5.480	6,19%	9,51%
Via Preare	12.143	12.038	11.129	11.045	-9,11%	-8,99%
	76.139	**71.674**	**77.717**	**72.268**	2,03%	0,82%

Figura 2-158: Variazioni di traffico del giorno 8 febbraio 2008 in corrispondenza dei varchi di accesso alla città rispetto alle altre domeniche dell'anno (Comune di Verona, Ufficio Mobilità e Traffico).

Ancora più complicata risulta poi la valutazione dell'efficacia del provvedimento in termini di miglioramento della qualità dell'aria. La variabilità delle condizioni meteorologiche rende di

difficile interpretazione il confronto tra concentrazioni rilevate in giorni caratterizzati da condizioni meteo molto diversificate. Infatti la quantità delle precipitazioni e l'intensità del vento assumono un ruolo determinate nell'abbattimento dei livelli di concentrazione delle polveri PM_{10}, con efficacia nella loro azione comunque nettamente superiore rispetto alle misure di limitazione del traffico[9].

Per un'analisi più approfondita dell'efficacia dei provvedimenti è quindi indispensabile raccogliere tutti i dati di traffico in caso di presenza e di assenza di provvedimenti, al fine di rendere possibile un confronto. È importante tener conto però che spesso il numero di giorni in cui vengono attuati i diversi provvedimenti è talmente limitato che le analisi statistiche sulle concentrazione di PM_{10} rilevate nelle stazioni di monitoraggio difficilmente possono essere "robuste" e "rigorose".

2.2.6 Valutazione delle correlazioni fra situazioni meteorologiche e inquinamento (paragrafo a cura di ARPA Veneto)

Si sono individuati da fine 2002 ad inizio 2010 i periodi acuti di inquinamento da PM_{10}; utilizzando i dati della stazione di background urbano di Cason e scegliendo come criterio la persistenza per due giorni consecutivi di una concentrazione media giornaliera di 100 $\mu g/m^3$. Per ogni periodo si sono analizzati sia i dati sintetici medi di intensità del vento, temperatura e pressione atmosferica registrati sempre a Cason, sia i parametri caratterizzanti il PBL quali l'altezza media di mescolamento, l'altezza della prima inversione termica nonché l'entità della stessa come differenza di temperatura tra suolo e quota dell'inversione (Tabella 2-148) . La fonte dei dati per l'altezza di rimescolamento è la NOAA Air Resources Laboratory, tale altezza è stata calcolata nel punto di griglia di Verona Villafranca nel modello GDAS (Global Data Assimilation System). I dati relativi ai profili termici verticali sono stati estratti dai sondaggi effettuati alle 00 UTC a Bologna Capofiume. Tale radiosondaggio dista circa 90 km da Verona e 60 km dalla parte meridionale della provincia; esso, pertanto, risulta essere rappresentativo anche del PBL di pianura della nostra provincia specie in quelle situazioni di inibizione atmosferica. Nella Tabella 2-149 relativa agli episodi acuti osservati dal 2006-2010 si sono riportati anche i valori medi di concentrazioni registrati presso le stazioni urbane di Milano forniti da Arpa Lombardia ciò al fine di valutarne la correlazione.

[9] Valutazione dell'efficacia dei provvedimenti di limitazione del traffico nei comuni capoluogo di provincia del Veneto, novembre 2003-marzo 2004, ARPAV.

2.2.6.1 Risultati

2.2.6.1.1 Numero giorni di durata dell'evento

Si è indicato con esso la durata dell'evento nella sua totalità utilizzando anche i dati di PM_{10} di B.go Milano e comunque considerando anche quei giorni con temporanee riduzione delle concentrazioni ma con valori medi superiori a 50 $\mu g/m^3$.
Gennaio 2002 presenta ben 20 giorni di criticità, segue novembre 2003, febbraio 2004, gennaio-febbraio 2007 con 10 giorni ed infine febbraio 2008 con 11 giorni.

2.2.6.1.2 Concentrazione PM_{10} e crescita giornaliera

Nella Tabella 2-148 si sono riportati nella relativa colonna i dati di concentrazione media di PM_{10} misurata a Cason e calcolata sul periodo di criticità. Emerge dall'insieme di dati come l'evento più acuto risulti essere il 19-29 febbraio 2008 con una media di 148 $\mu g/m^3$. Il fenomeno è persistito per 11 giorni con valori medi giornalieri superiori a 100 $\mu g/m^3$, un massimo di 201 $\mu g/m^3$ nel giorno 23 febbraio. Il rate giornaliero esprime la crescita giornaliera della concentrazione di PM_{10} sempre espressa in $\mu g/m^3$ che avviene durante l'evento acuto. Per l'insieme degli eventi esaminati si va dai 14 ai 40 $\mu g/m^3$ con una media di 23 $\mu g/m^3$.

2.2.6.1.3 Parametri meteorologici

I parametri meteorologici riportati in Tabella 2-148 e Tabella 2-149 e relativi alla stazione di Cason sono stati la velocità del vento, la temperatura e la pressione atmosferica intensi come valori medi del periodo acuto esaminato. La ***velocità del vento*** è il principale indicatore dell'entità della turbolenza meccanica principale responsabile della dispersione degli inquinanti, pertanto la sua inibizione prolungata per diversi giorni comporta un progressivo aumento delle concentrazioni degli inquinanti. Ed è proprio la bassissima velocità del vento la proprietà caratterizzante di tutti gli eventi acuti. Si spazia infatti da un valore minimo di 0.1 m/s fino ad un massimo di 1.8 m/s con una media di 0.7 m/s.
La ***pressione atmosferica*** è un altro indicatore sintetico che testimonia la presenza o meno di strutture anticicloniche che favoriscono sia l'insorgere delle inversioni termiche, sia la calma di vento entrambi fattori che favoriscono la crescita delle concentrazioni di inquinanti. Il 70% degli eventi acuti presenta un valore medio di pressione atmosferica superiore ai 1012 hPa associato quindi a campi anticiclonici o quanto meno a valori livellati prossimi al valore normale, i rimanenti casi con valori di tipo depressionario sono associati ad episodi di durata massima di due giorni.
La ***temperatura*** è un indicatore del rimescolamento dell'aria dovuto alla presenza di vortici di natura convettiva. Pertanto elevate temperature come quelle che si registrano in estate con forte insolazione contribuiscono ad un efficace rimescolamento operato da vortici turbolenti

di natura termica favorendo basse concentrazioni dei vari inquinanti, mentre durante il periodo invernale l'inibizione di tali moti porta come conseguenza la scarsa dispersione delle emissioni inquinanti con aumento delle concentrazione degli stessi misurati dalle varie centraline.
Il 54% degli eventi acuti presentano valori medi della temperatura compresi tra –0.9°C e 5°C, il 22% valori tra 5°C e 10°C, ed infine il 24% valori superiori a 10°C ed inferiori a 20°C.

2.2.6.1.4 Parametri dello stato limite atmosferico

Ricordiamo che per strato limite atmosferico si intende quella porzione di atmosfera che si estende dai primi 100-3000 metri ed è direttamente influenzata dai cambiamenti indotti dalla adiacente superficie terrestre nell'intervallo di circa un'ora. I meccanismi di interazione tra atmosfera e superficie terrestre sono: l'attrito meccanico, l'evaporazione, il trasferimento del calore (sensibile e latente), l'emissione di inquinanti, variazioni della circolazione atmosferica causa il terreno ecc. Parametro essenziale è **l'altezza di rimescolamento,** cioè la quota dello strato in prossimità del suolo all'interno del quale gli inquinanti emessi in tale strato vengono dispersi in verticale o per turbolenza termica o per turbolenza meccanica in un tempo di circa un'ora [COST Action 710, 1988], essa presenta una variabilità sia diurna che stagionale, per Verona quest'ultima spazia dai 600 metri di gennaio ai 2000 di luglio (Figura 2-159).

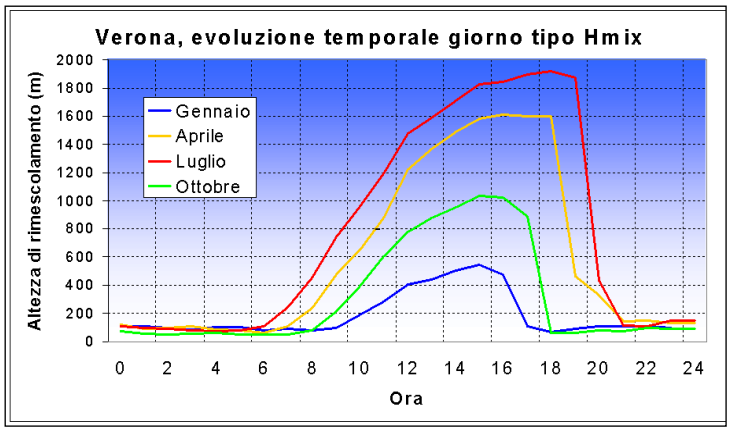


Figura 2-159: Andamento diurno e stagionale dell'altezza di rimescolamento a Verona.

Più tale altezza risulta bassa e maggiormente risulta ridotto il volume ove si possono diluire gli inquinanti. Esaminando i valori di tale altezza media osservata nei casi acuti si evidenzia che l'87% dei casi presenta un valore compreso tra i 100 ed i 300 metri, mentre il 13% tra 300 e 500 metri.
Come riferito sopra per ogni evento si è estratto anche il sondaggio termodinamico delle ore 00 UTC di Bologna Capo Fiume, analizzando così, per il giorno di massima concentrazione, ***l'altezza d'inversione*** ovverosia la quota ove la temperatura inizia a diminuire portandosi verso l'alto.Ricordiamo infatti che l'inversione termica è una anomalia nel profilo verticale della temperatura in prossimità degli strati più vicini al suolo per cui salendo con la quota la

temperatura aumenta anziché diminuire (gradiente termico verticale positivo); questo dovuto sia al forte raffreddamento radiativo operato dal suolo nei confronti degli strati più bassi della troposfera, sia alla calma di vento, sia all'effetto di subsidenza in seno a strutture anticloniche. Oltre alla quota dell'altezza d'inversione abbiamo calcolato anche la ***differenza termica (δT)*** tra il suolo e la quota dell'inversione stessa, questo per valutare l'intensità e persistenza del fenomeno. La presenza di forti inversione con alte differenze termiche inibisce il trasporto verticale degli inquinanti emessi. Come si evince da Tabella 2-148 e Tabella 2-149, in tutti i casi acuti vi è stata presenza di inversione termica con un ΔT compreso tra +0.1°C e +17.6°C con una media calcolata su tutti i dati di +7.2°C.

Tabella 2-148: Periodi acuti di inquinamento da PM_{10} da fine 2002 ad inizio 2010.

ANNO	Periodo	n° giorni	Cason PM_{10} [µg/m^3]	Rate/day [µg/m^3]	Vento medio [m/s]	Pressione media [hPa]	T media [°C]	hmix media [m]	h di invers. [m]	ΔT [°C]
2002	5-25 gen	20	119	17	0.8	1024	-0.9	166	550	5.2
2003	14-18 gen	5	125	27	0.1	1027	0.9	192	250	10.5
2003	28-30 gen	3	119	25	0.1	1003	7	142	434	8.1
2003	28 feb-2 mar	3	123	30	0.8	1022	11	300	206	8.2
2003	8-13 mar	6	125	14	0.6	1022	16	230	319	7.4
2003	3-4 ott	2	120	31	1	1010	18	365	113	2.8
2003	14-23 nov	10	107	22	0.8	1022	8.6	150	168	0.6
2003	18-21 dic	4	126	28	0.8	1027	3.4	174	562	4.6
2004	8-14 gen	7	100	20	1.8	1012	2.8	164	370	11.3
2004	25-27 gen	3	119	30	0.3	1009	1.2	270	124	3.9
2004	31 gen-11 feb	10	116	25	0.3	1025	4	188	765	15.9
2004	26-28 nov	3	109	20	0.1	1022	4.9	230	421	4.0
2005	5-12 gen	8	100	22	0.2	1027	1.6	234	831	11.7
2005	9 -11 feb	3	111	20	0.2	1026	2.7	170	327	11.7
2005	4-5 mar	2	101	28	0.2	993	0.2	330	262	2.5
2005	15-19 mar	5	139	15	0.2	1019	11	161	167	10.0
2005	22-25 mar	4	98	18	0.3	1014	11.6	234	175	3.4
2005	5-12 gen	8	100	22	0.2	1027	1.6	234	831	11.7
2005	9 -11 feb	3	111	20	0.2	1026	2.7	170	327	11.7
2005	4-5 mar	2	101	28	0.2	993	0.2	330	262	2.5
2005	15-19 mar	5	139	15	0.2	1019	11	161	167	10.0
2005	22 -25 mar	4	98	18	0.3	1014	11.6	234	175	3.4

Tabella 2-149: Periodi acuti di inquinamento da PM_{10} da fine 2002 ad inizio 2010.

ANNO	Periodo	n° giorni	Cason PM_{10} [µg/m^3]	Rate/day [µg/m^3]	PM_{10} max Milano [µg/m^3]	Vento medio [m/s]	Pressione media [hPa]	T media [°C]	hmix media [m]	h di invers. [m]	ΔT [°C]
2006	17-21 gen	5	109	18	167	1.3	1021	5.4	138	801	1.9
2006	8-9 feb	2	145	27	150	1.2	1000	-0.1	138	666	3.6
2006	14-17 feb	4	122	25	148	1.2	1002	3.7	165	189	6.9

2006	14-17 nov	4	118	26	131	1	1015	9.6	290	188	10.2
2007	7-11 gen	5	101	28	125	1	1013	7.6	144	428	5.8
2007	18-20 gen	2	101	21	138	1.1	1014	7.0	183	543	17.6
2007	23-gen (caso con buona dispersione)		25		26				426	278	4.8
2007	28 gen- 6 feb	10	114	17	137	1.1	1015	4.6	192	226	6.4
2007	21-24 feb	4	124	21	104	0.9	1006	12.0	246	124	5.6
2007	1-2 mar	2	101	17	110	1.3	999	12.8	427	62	13.2
2007	20 -22 dic	3	102	18	121	0.7	1025	4.7	76		
2007	29-30 dic	2	106	21	110	0.7	1019	0.0	104	1325	9.3
2008	30-31 gen	3	103	40	89	0.8	1018	0.8	175	951	4.4
2008	19-29 feb	11	148	27	185	0.9	1019	8.3	187	281	5.6
2009	27 feb-2 mar	4	123	40	135	0.7	1010	6.7	261	152	8.2

2.2.6.1.5 Ubiquitarietà degli eventi acuti

In meteorologia una massa d'aria è una regione di aria, di dimensioni variabili, che mostra caratteristiche simili di temperatura, umidità o stabilità verticale. Le masse d'aria vengono create quando l'aria diviene stagnante su una determinata regione d'origine (oceano, mare, continente o bacino aerologico) e di conseguenza assume caratteristiche tipiche di quella regione (ad es. aria calda e umida oceanica, fredda e secca continentale). In analogia alla definizione di massa d'aria, nel campo dell'inquinamento atmosferico è possibile identificare una massa d'aria chimica, (EPA 1996) come una porzione di atmosfera che essendo stagnante su una particolare area di sorgenti di emissione, ne assume le caratteristiche tipiche.

Per quanto riguarda i processi a scala regionale risultano particolarmente rilevanti i fenomeni di stagnazione della massa d'aria chimic; così ad esempio l'aria che risiede per un certo periodo sull'area padana, ricca di industrie, ad intensa attività umana ed elevato traffico, si arricchisce di sostanze inquinanti, quali ossidi di azoto e composti organici volatili, che, oltre a produrre direttamente inquinamento, rappresentano potenziali precursori dell'inquinamento da ozono. Si sono esaminate dal 2006 fino al 2010 anche la concentrazione rilevata presso stazioni urbane di qualità dell'aria di Milano facenti parte della rete di Arpa Lombardia quali le stazioni di Juvara e Verziere; come si evince dalla Tabella 2-149, vi è una buona correlazione tra le concentrazioni di queste stazioni collocate a distanza di circa 150 km e quelle di Cason; tale correlazione risulta alta anche per le stazioni di qualità dell'aria della zona di pianura del Veneto.

In Tabella 2-150 si riportano, per il periodo dal 2005 fino ai primi due mesi del 2010, la matrice di correlazione tra i valori medi giornalieri di concentrazione di PM_{10} rilevati a B.go Milano e nelle equipollenti stazioni urbane di Juvara e Verziere (ARPA Lombardia) nonché i corrispondenti grafici (Figura 2-160, Figura 2-161, Figura 2-162, Figura 2-163, Figura 2-164,

Figura 2-165); analizzando l'andamento dei grafici si evidenzia la contemporaneità ed in parte l'ampiezza dei picchi di concentrazione che confermano il carattere ubiquitario del fenomeno specie nelle fasi più acute.

Tabella 2-150: Correlazione tra le concentrazioni misurate a Borgo Milano (VR) e Juvara, Verziere (MI).

Anno	correlazione tra B.go Milano (VR) e Juvara, Verziere(MI)
2005	0.80288
2006	0.74346
2007	0.8075
2008	0.82896
2009	0.82108
2010 (gen-feb)	0.75682

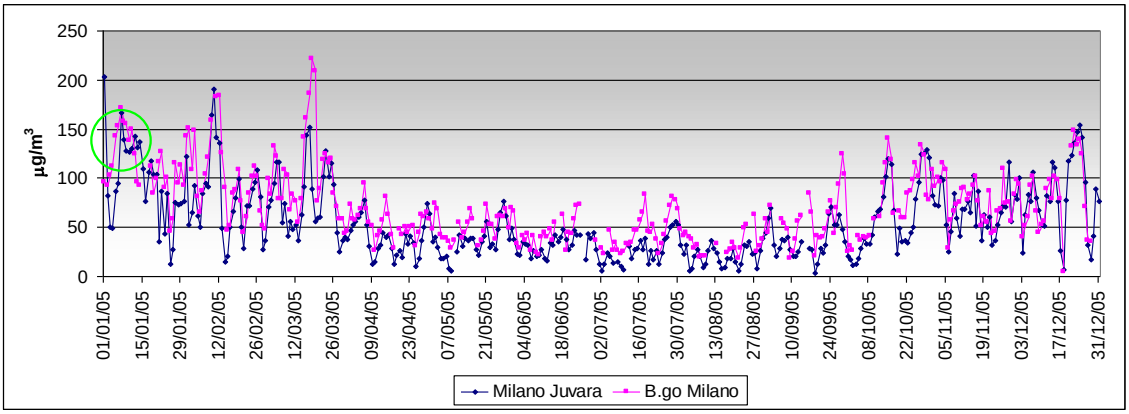


Figura 2-160: Andamento della concentrazione di PM_{10} nell'anno 2005 tra le stazioni di B.go Milano e Milano Juvara.

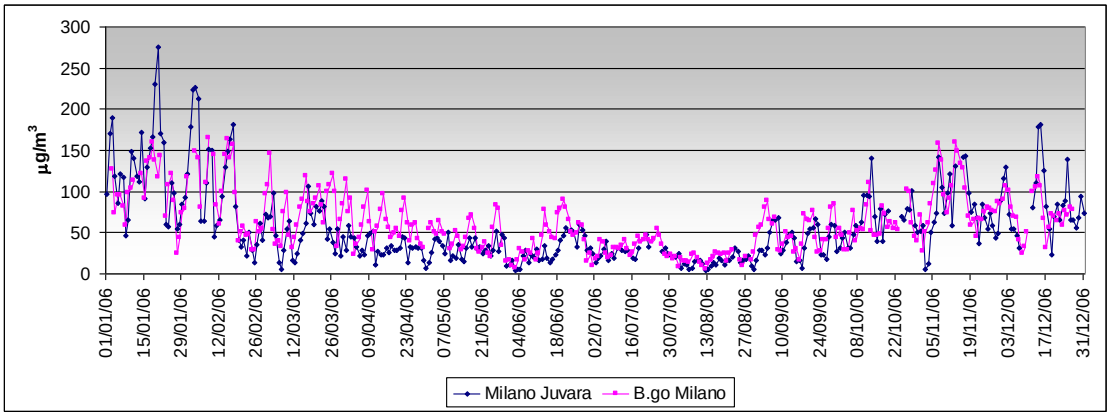


Figura 2-161: Andamento della concentrazione di PM_{10} nell'anno 2006 tra le stazioni di B.go Milano e Milano Juvara.

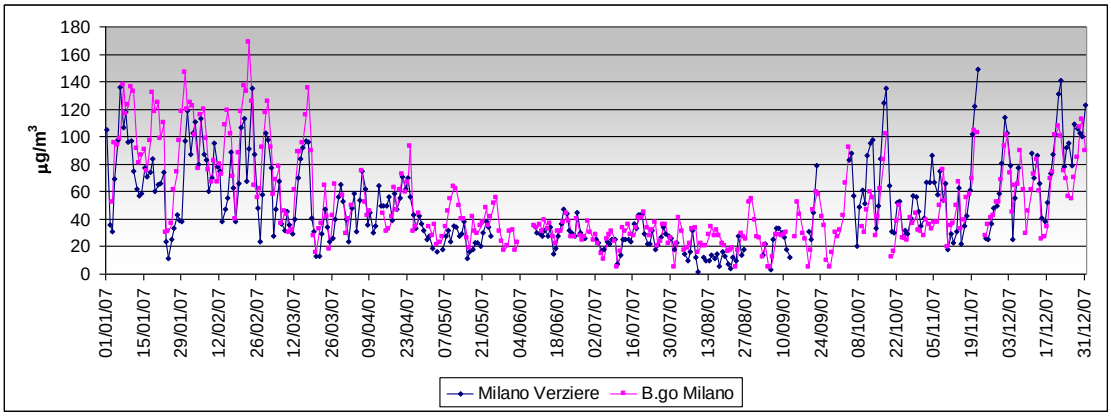


Figura 2-162: Andamento della concentrazione di PM_{10} nell'anno 2007 tra le stazioni di B.go Milano e Milano Verziere.

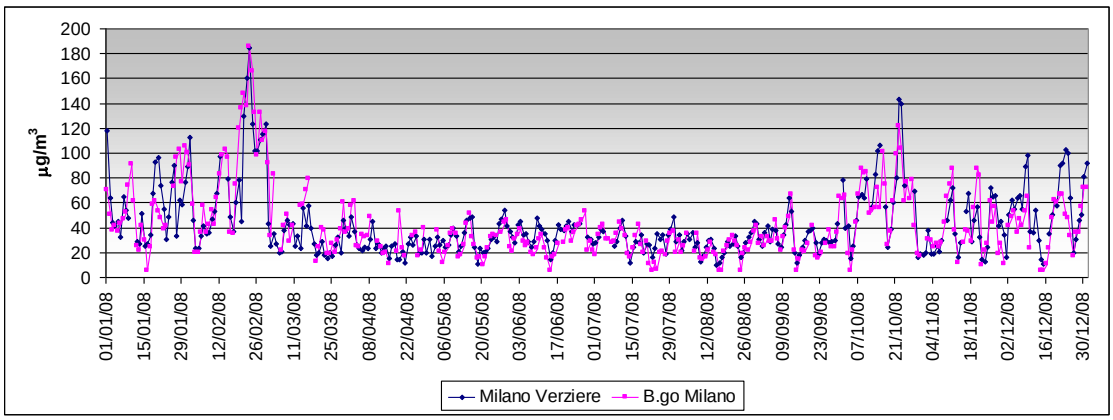


Figura 2-163: Andamento della concentrazione di PM_{10} nell'anno 2008 tra le stazioni di B.go Milano e Milano Verziere.

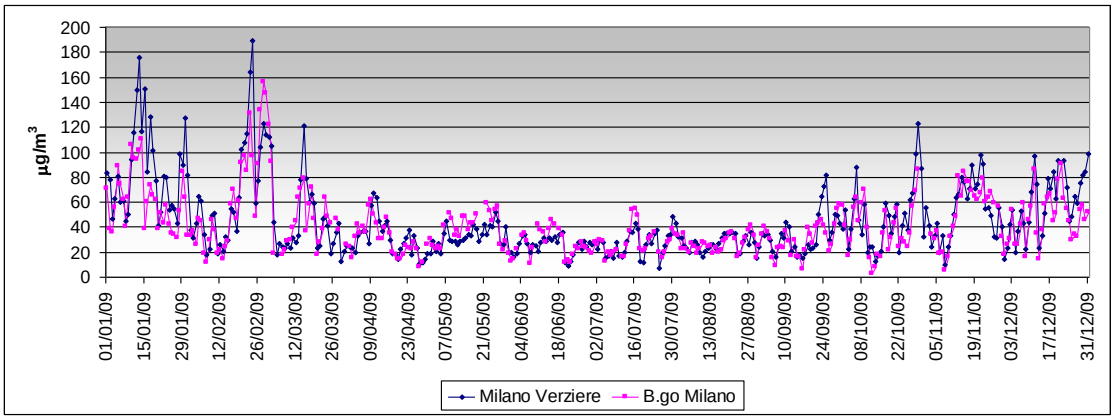


Figura 2-164: Andamento della concentrazione di PM_{10} nell'anno 2009 tra le stazioni di B.go Milano e Milano Verziere.

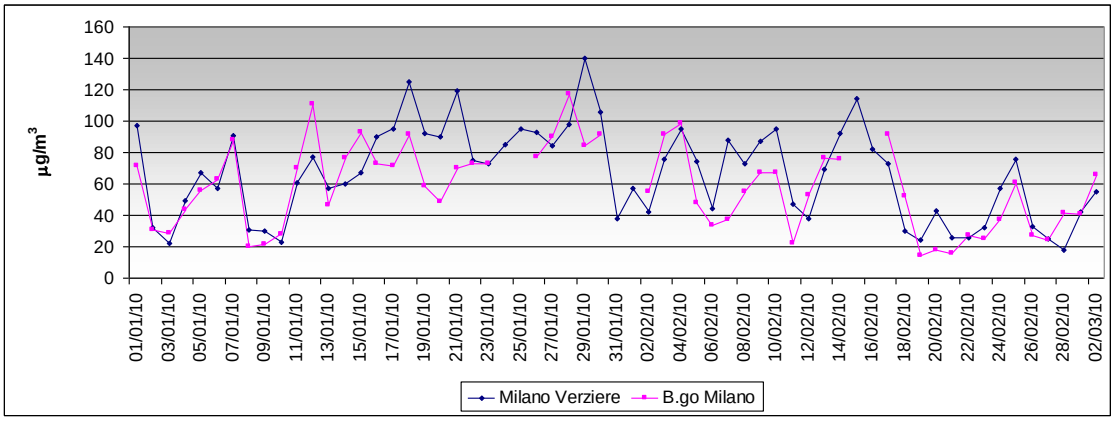


Figura 2-165: Andamento della concentrazione di PM_{10} nei mesi di gennaio e febbraio del 2010 tra le stazioni di B.go Milano e Milano Verziere.

2.2.6.1.6 Esempio di distribuzione spaziale del PM_{10} in un caso acuto

Nella Figura 2-166 relativa all'analisi della concentrazione di PM_{10} nel giorno 19 febbraio 2008 sul nord Italia, si evidenzia la tipica distribuzione della concentrazione di PM_{10} in Valle Padana durante le situazioni di inibizione di rimescolamento atmosferico dei basi strati. Si osserva come la distribuzione dei massimi di concentrazione avvenga lungo l'asse principale della pianura stessa con uno spiccato gradiente di concentrazione lungo l'asse nord-sud.

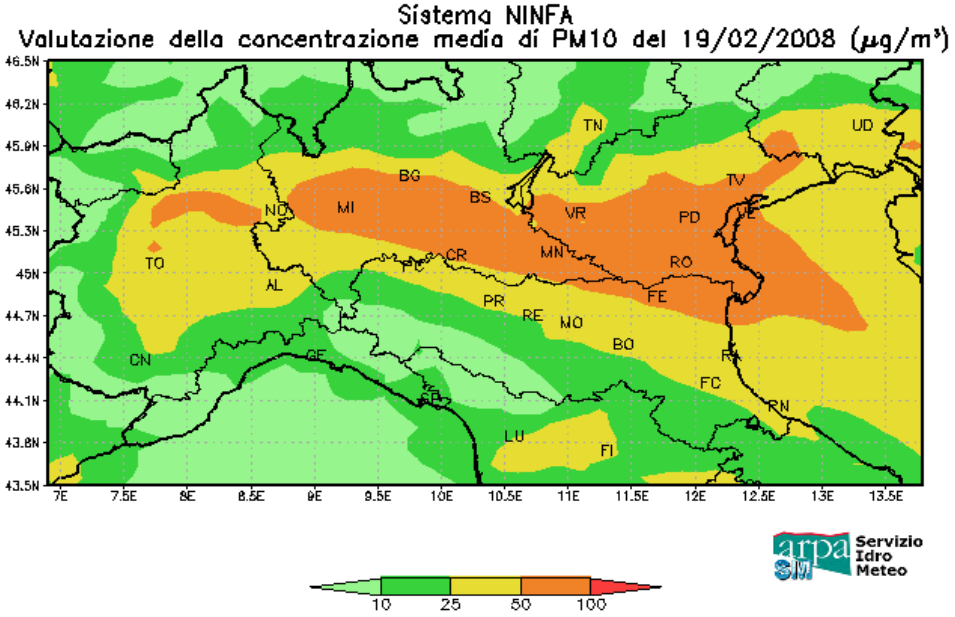


Figura 2-166: Analisi della concentrazione di PM_{10} in un caso acuto di inquinamento su bacino padano-adriatico da modello NINFA (ARPA-ER).

2.2.6.1.7 Contributi del PM_{10}

Dallo schema di Figura 2-167 si evidenzia come il valore di concentrazione del PM_{10} registrata per esempio in un punto di monitoraggio urbano da traffico (hot spot) sia il contributo della componente regionale (background rurale o regionale), di quella urbana (background urbano), e della sorgente locale da traffico o industria. Mentre il PM_{10} a livello regionale come si è visto in precedenza risponde ad una distribuzione ubiquitaria sul bacino

padano-adriatico in situazioni di progressivo accumulo di inquinanti, le componenti urbane e di "hot spot" sono invece una prerogativa locale e pertanto maggiormente sensibili a interventi di limitazione emissive.

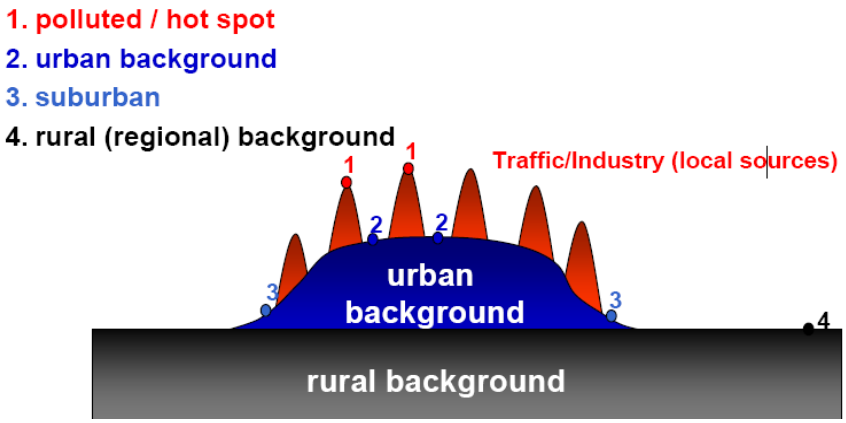


Figura 2-167: Schema concettuale di contributi alla concentrazione di PM_{10} in diversi punti di monitoraggio.

Tale valutazione può essere confermata esaminando la settimana tipo di concentrazione di PM_{10} presso le stazioni di monitoraggio di Cason e di B.go Milano calcolata per il 2009 (Figura 2-168). Si evidenzia come la riduzione emissiva da traffico e da attività industriale che interviene nelle giornate di sabato e domenica agisca su una riduzione media del 5-8% della concentrazione di PM_{10}, tale evento riduce, appunto, il contributo di background urbano e di sorgenti locali da traffico o industria (hot spot).

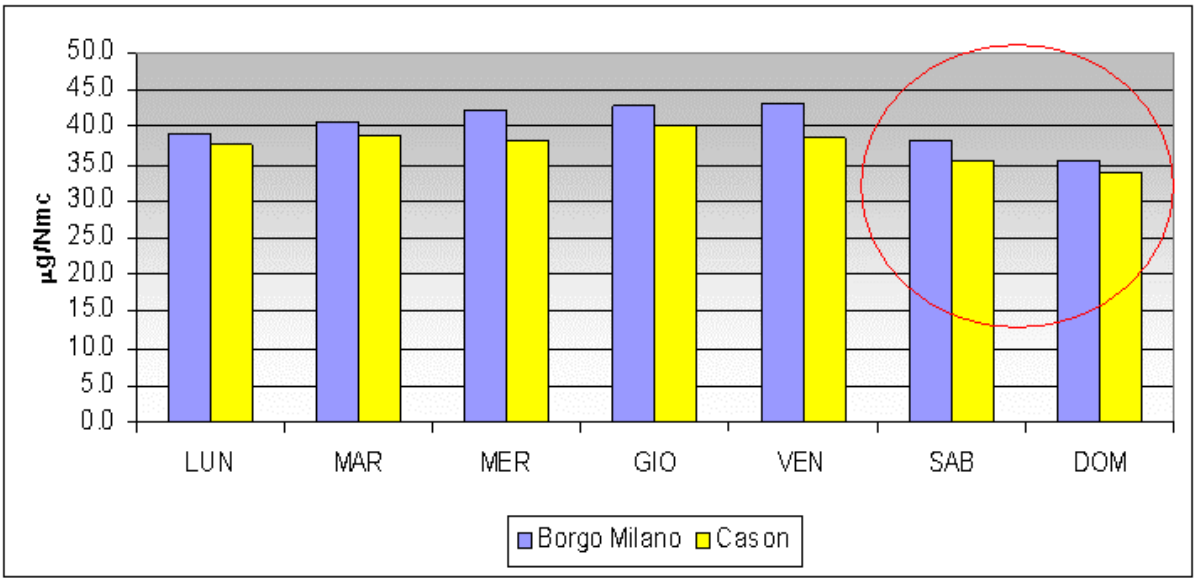


Figura 2-168: Settimana tipo di concentrazione di PM_{10} calcolata a e B.go Milano e Cason nel 2009.

Un'interessante analisi è stata effettuata per evidenziare in modo ancora più evidente la correlazione tra i parametri meteorologici, ad esempio l'altezza di mescolamento H_{mix}, e le concentrazioni di inquinanti misurati. A tal fine sono stati analizzati i dati del radiometro di Legnago ed è stata calcolata l'altezza di mescolamento per ciascuna ora del giorno per il periodo compreso tra il 18 gennaio e il 28 febbraio 2008, che si è visto essere caratterizzato da

diversi episodi di inquinamento acuto (i dati dal 1 al 17 gennaio 2008 sono risultati non validi).

La valutazione è stata eseguita tramite estrazione e dei dati di temperatura, pressione e umidità e applicando il seguenti passaggi:

- viene estratto il profilo verticale di temperatura ed umidità dai dati grezzi del radiometro, dalla quota del terreno fino a 2000 m di quota su 27 livelli non equispaziati su cui misura lo strumento;
- viene estratto il dato di pressione al suolo;
- viene calcolato il profilo di temperatura potenziale secondo la formula sulla base della temperatura ad ogni quota e della pressione di riferimento;
- viene individuato il primo strato partendo dal basso in corrispondenza del quale si ha il gradiente verticale di temperatura potenziale superiore a 5 K/km; questo viene individuato come quota di miscelamento $H_{mix.}$;
- nel caso in cui tutto il profilo sia di atmosfera molto stabile (ovvero gradiente di temperatura potenziale ovunque superiore a 5 K/km) si assume una quota minima di riferimento H_{mix} = 50 m;
- la serie oraria di H_{mix} così derivata viene processata attraverso un filtro che elimina variazioni eccessivamente brusche di H_{mix}, ovvero superiori a 500 m/h, sostituendo i valori consideranti non verosimili con la media tra il dato successivo e quello precedente.

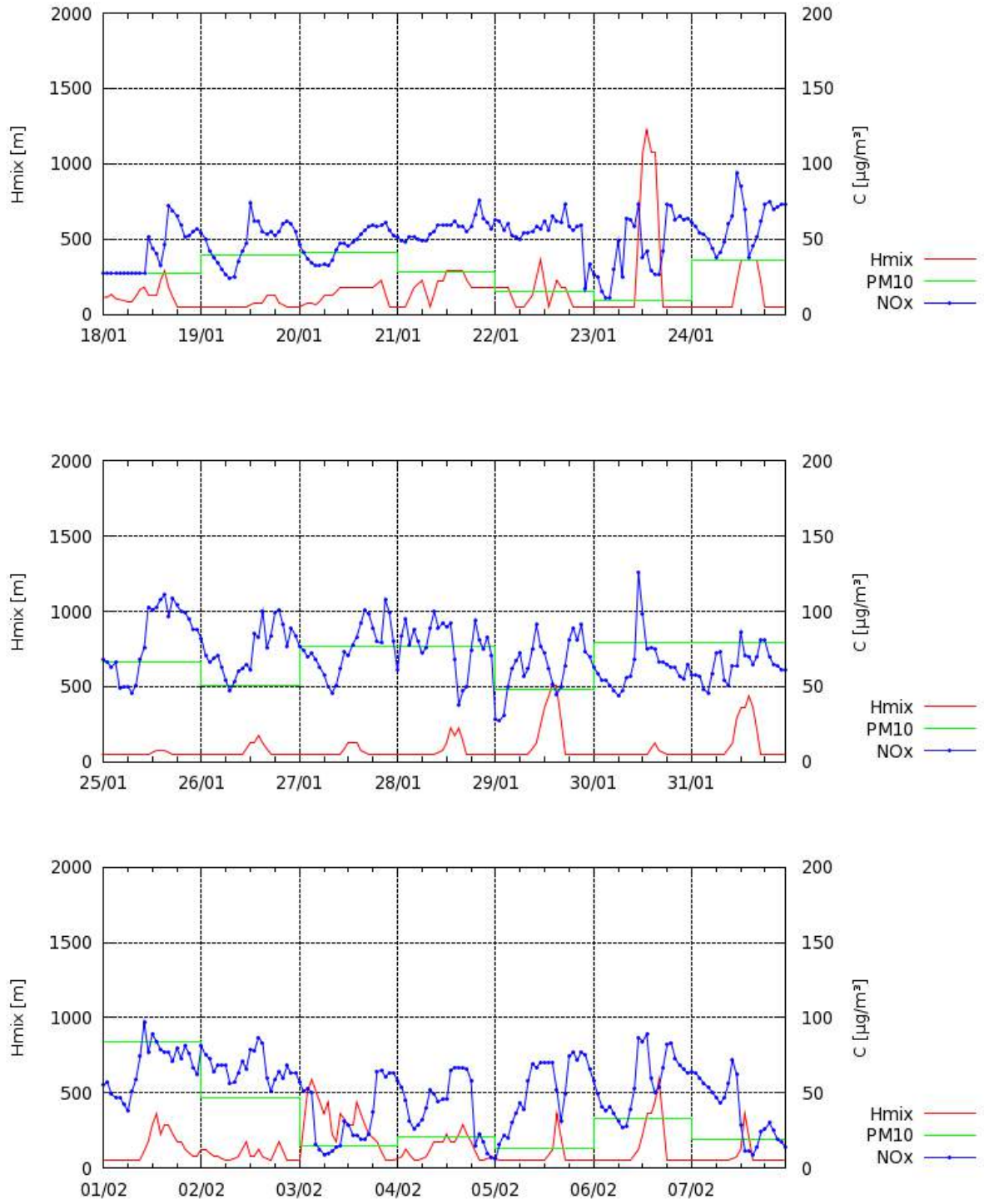


Figura 2-169: Andamento dell'altezza di mescolamento H_{mix}, della concentrazione media giornaliera di PM_{10} e della concentrazione oraria di NO_2 misurate nella stazione di Verona Cason nel periodo compreso tra il 18.01.2008 e il 07.02.2008.

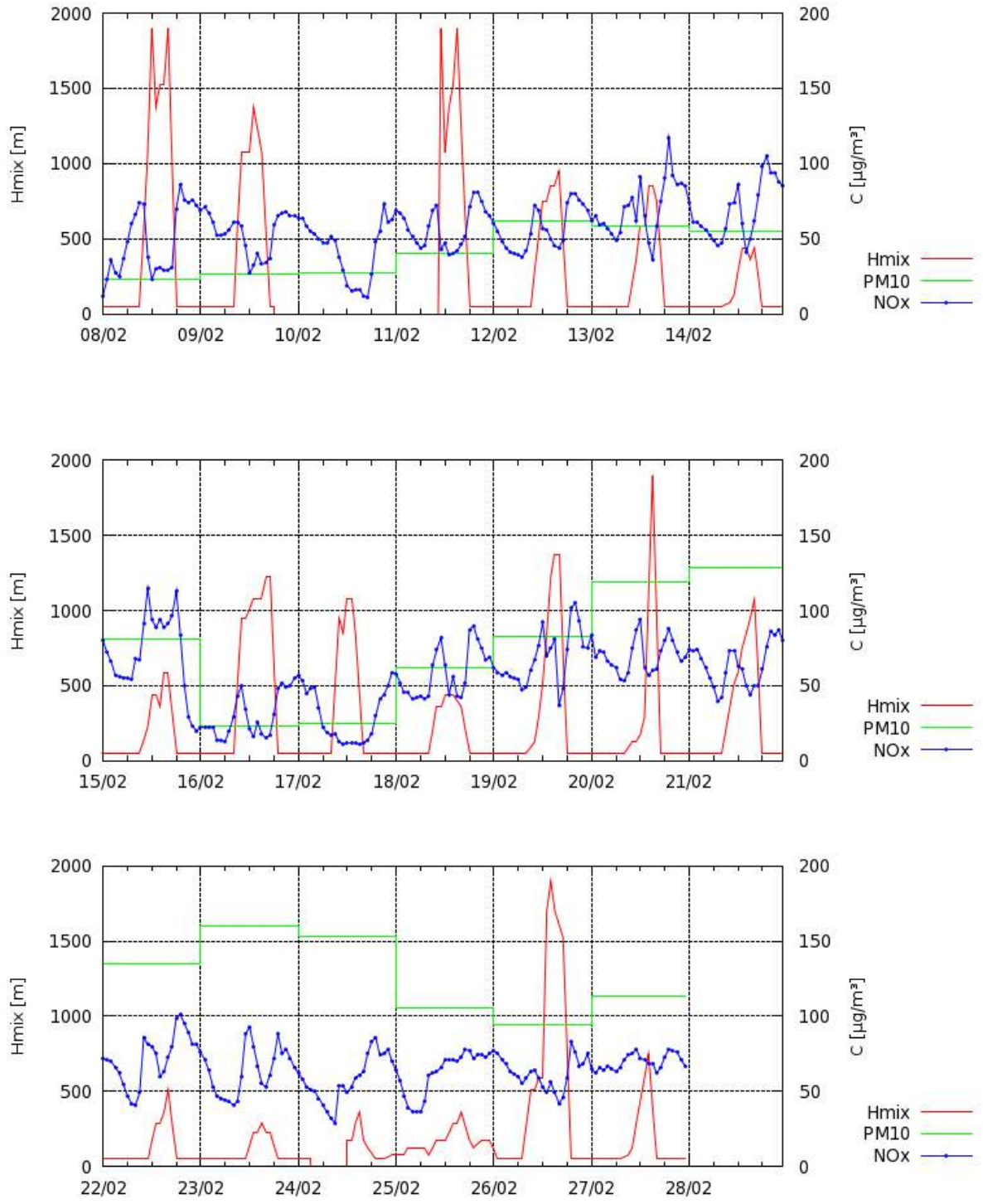


Figura 2-170: Andamento dell'altezza di mescolamento H_{mix}, della concentrazione media giornaliera di PM_{10} e della concentrazione oraria di NO_2 misurate nella stazione di Verona Cason nel periodo compreso tra il 08.02.2008 e il 28.02.2008.

Dall'analisi dei dati emerge come valori elevati di altezza di mescolamento, che corrispondono a condizioni di maggiore dispersione degli inquinanti, siano in generale associati a concentrazioni minori sia di biossido di azoto che di PM_{10}. Questo effetto si nota particolarmente nei dati diurni di NO_2, di cui si ha a disposizione l'andamento orario.

Si conferma pertanto tramite questa analisi l'influenza importante delle condizioni meteorologiche sull'inquinamento indotto nell'area veronese, con particolare riferimento al periodo invernale. Si auspica altresì che i dati disponibili tramite strumenti di misura avanzati possano in futuro essere usati per analisi routinarie della valutazione della quota di miscelamento. Questo consente sostanzialmente di valutare quale quotaparte dell'inquinamento sia imputabile a fattori esterni e, quindi per differenza, quale sia quella dovuta alle emissioni antropiche su cui è doveroso agire, stimando al contempo la possibilità di riduzione potenziale.

2.2.6.2 Conclusioni

L'analisi delle caratteristiche delle condizioni meteorologiche, dello stato del PBL, delle concentrazioni di PM_{10} durante gli episodi acuti di inquinamento rilevati dal 2002 al 2010 permettono di trarre alcune considerazioni:

- La maggior parte dei casi (70%) è caratterizzato dalla presenza di campi anticiclonici e le situazioni con valori ciclonici risultano di breve durata (due giorni);
- Il vento calcolato su tutti i periodi acuti risulta molto basso con un valore medio di 0.7 m/s;
- Tutti i casi presentano inversioni termiche con un valore medio di aumento della temperatura dal suolo al primo livello di inversione di +7.2°C;
- L'altezza media di rimescolamento è risultata per l'87% dei casi compresa tra i 100 ed i 300 metri;
- La crescita media giornaliera della concentrazione di PM10 è risultata di 27μg/m^3 con un minimo di 14 μg/m^3 ed un massimo di 40 μg/m^3;
- Analizzando gli anni 2005-2010 esiste una correlazione di 0.8 tra i dati giornalieri di concentrazione di PM_{10} di stazioni urbane di Milano e l'equipollente stazione di B.go Milano, questo assieme alla analoga buona correlazione con le altre stazioni di pianura del Veneto conferma il carattere ubiquitario del PM_{10} specie durante gli episodi acuti;
- Tale carattere ubiquitario è ascrivibile prevalentemente alla componente di **background regionale**, determinata, oltre che dalle varie sorgenti di emissioni, anche dalle condizioni atmosferiche, relativamente uniformi su tutta l'area del bacino padano-adriatico nelle situazioni meteorologiche sfavorevoli per la qualità dell'aria: tale componente può essere modificata solo attuando politiche coordinate a scala sovra-regionale, mentre la componente di **background urbano** e di **sorgenti emissive da traffico o industria** può essere più incisivamente gestita a livello locale.

2.3 VALUTAZIONI EPIDEMIOLOGICHE SULLA BASE DEL FLUSSO CORRENTE DEI DATI SANITARI DISPONIBILI (PARAGRAFO A CURA DI ULSS 20)

2.3.1 Qualità dell'aria e salute

Dalle conoscenze scientifiche emergono sempre più conferme che la cattiva qualità dell'aria respirata incide in modo significativo sulle condizioni di salute della popolazione esposta. L'interesse per questo fattore di rischio sanitario ambientale è dovuto alle seguenti circostanze

- gli inquinanti atmosferici determinano effetti sulla popolazione generale indipendentemente dalla volontà del singolo individuo;
- la gravità degli effetti sulla salute umana, sia a breve che a lungo periodo, è direttamente proporzionale alla concentrazione degli inquinanti e al tempo e/o modalità di esposizione;
- l'esposizione ad inquinanti atmosferici può potenziare l'azione di altri fattori di rischio, sia comportamentali che ambientali (es. fumo di sigaretta, radon).

All'inquinamento atmosferico è attribuibile una quota rilevante di morbosità acuta e cronica, come confermato anche da recenti studi epidemiologici nazionali che includono anche città del Veneto, e una diminuzione della speranza di vita dei cittadini che vivono in aree con livelli di inquinamento elevato. Molti studi indicano che particolari sostanze inquinanti sono più nocive per la salute: ad esempio nell'ambito dell'emissioni veicolari viene indicata una maggiore nocività dei motori diesel.

Tra gli studi specifici il MISA2, metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico nel periodo 1996-2002 in 15 città italiane per un totale di più di nove milioni di abitanti, ha evidenziato un aumento della mortalità giornaliera per tutte le cause naturali per incrementi di concentrazione degli inquinanti atmosferici studiati (in particolare NO_2 0.6%; CO 1.2%; PM_{10} 0.31%). Tale rilievo riguarda anche la mortalità per cause cardiorespiratorie e la ricoverabilità per malattie cardiache e respiratorie

Lo studio sulle 13 città italiane conclude che l'inquinamento atmosferico ha un largo impatto sulla salute nelle città italiane. Nel periodo compreso tra il 2002 ed il 2004, in media 8220 morti all'anno (corrispondenti al 9% della mortalità per tutte le cause di morte -escluso gli incidenti- nella popolazione al di sopra dei 30 anni), sono risultati attribuibili a concentrazioni di PM_{10} superiori a 20 $\mu g/m^3$, tenendo in considerazione anche gli effetti a lungo termine.

Anche studi recenti confermano che l'esposizione all'inquinamento atmosferico è correlata ad un aumento delle malattie cardiovascolari, con particolare riguardo alla cardiopatia ischemica. Viceversa è dimostrato che la riduzione dei livelli di inquinamento atmosferico comporta un miglioramento delle condizioni di salute: una riduzione delle concentrazioni di $PM_{2.5}$ è associata ad un ridotto rischio di mortalità (totale, cardiovascolare, da cancro del polmone), ad

un aumento dell'aspettativa di vita e a una migliore prognosi a lungo termine dei soggetti affetti da insufficienza cardiaca.

I dati scientifici disponibili indicano la necessità di adottare azioni preventive per ridurre l'esposizione della popolazione agli inquinanti atmosferici, come suggerito tra l'altro dall'Organizzazione Mondiale per la Sanità.

Perciò, sulla base di queste considerazioni, si ritiene necessaria l'adozione di piani organici di intervento per ridurre l'esposizione della popolazione agli inquinanti atmosferici, individuando prioritariamente le zone a maggior rischio. In conformità a quanto evidenziato dall'OMS si richiede non tanto di adottare interventi emergenziali quanto di progettare azioni strutturali e permanenti, indicazioni fornite anche dalla Comunità Europea per lo sviluppo dei piani di azione di qualità dell'aria. Gli obiettivi che proponiamo riguardano una riduzione delle concentrazioni medie di inquinanti atmosferici ma soprattutto l'individuazione delle aree maggiormente inquinate e la riduzione dell'esposizione della popolazione che vive in queste zone. Spesso in queste aree vivono persone che sono svantaggiate anche dal punto di vista sociale e questo comporta l'accumulo di fattori di rischio per la salute che si traducono in un maggior carico di malattie. Un'altra priorità è rappresentata dalla necessità di tutelare le persone che per vari motivi sono ritenute più vulnerabili; per questo si ritiene che particolare attenzione debba essere riservata alle strutture che accolgono bambini in tenera età o persone malate. Benché il problema dell'inquinamento sfugga in gran parte al controllo degli individui e dipenda prevalentemente da strategie e azioni pubbliche è molto importante che tutti i cittadini siano preventivamente informati, coinvolti nelle scelte e supportati nella scelta di tenere comportamenti responsabili. Il sistema sanitario deve promuovere attivamente azioni preventive trasversali che possono interessare molti settori (trasporti, residenzialità, produzione di energia e industria) e deve partecipare allo sviluppo ed al rafforzamento di azioni di lungo respiro per la riduzione dei rischi dovuti all'inquinamento atmosferico. Una delle specifiche azioni proprie del sistema salute è la valutazione dell'impatto sanitario di piani e programmi che riguardano il territorio.

Una concretizzazione importante di tali azioni a livello locale è rappresentata dall'accordo tra pubbliche amministrazioni della provincia di Verona per la redazione del Piano di Azione e Risanamento della Qualità dell'Aria, siglato in data 19 dicembre 2008. L'accordo prevede un coordinamento tecnico-scientifico e organizzativo tra 18 Comuni dell'area metropolitana di Verona, l'Amministrazione provinciale, il Dipartimento di Prevenzione dell'ULSS 20 quale rappresentante dei Dipartimenti della Provincia e l'Università degli Studi di Trento, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, al fine di definire, con modalità coerenti e condivise, obiettivi e azioni finalizzate al miglioramento della qualità dell'aria nel Comune capoluogo e in quelli dell'area metropolitana.

2.3.2 Meccanismi d'azione degli inquinanti atmosferici

Le manifestazioni cliniche a carico del sistema respiratorio sono molto varie e possono spaziare da una semplice irritazione delle prime vie aeree, alla fibrosi polmonare, alle malattie respiratorie croniche ostruttive, all'asma, all'enfisema, al cancro, fino alla morte. Gli effetti irritanti sono solitamente reversibili, ma l'esposizione cronica a un irritante può comportare l'insorgenza di un danno permanente a livello cellulare.

I gas irritanti, idrosolubili, come l'**SO_2**, possono provocare sul sito di deposizione reazioni infiammatorie della mucosa (rinite, bronchite e alveolite), nel caso di esposizioni acute. Per esposizioni prolungate a quantitativi anche non elevati si possono avere fenomeni di broncocostrizione. È stato inoltre accertato un effetto irritativo sinergico in caso di esposizione combinata con il particolato, dovuto probabilmente alla capacità di quest'ultimo di veicolare l'SO_2 nelle zone respiratorie del polmone profondo interferendo con le funzioni dell'epitelio ciliare.

L'**NO_2** è un irritante delle vie respiratorie e degli occhi. Le acquisizioni più recenti individuano nello stress ossidativo e nitrosativo i maggiori responsabili delle conseguenze sulla salute dei composti di azoto. In conseguenza di questa situazione si verificano processi infiammatori a livello tissutale che possono dar luogo a vere e proprie patologie degenerative. Possibili effetti sanitari dell'esposizione all'NO_2 sono l'aumento della resistenza al passaggio dell'aria nelle vie aeree, il decremento della funzionalità polmonare, in particolare negli asmatici. Un'esposizione prolungata può aumentare l'incidenza delle malattie respiratorie e dar luogo ad alterazioni strutturali dell'apparto respiratorio fino all'enfisema.

L'**O_3** è un irritante per tutte le mucose e una esposizione acuta o prolungata può causare tosse, mal di testa ed edema polmonare. La pericolosità dell'ozono deriva dall'alto potere ossidante della sua molecola e dalla capacità di giungere facilmente a livello alveolare. I primi sintomi sono irritazione degli occhi e disturbi respiratori. Un'esposizione acuta a O_3 può creare problemi quali riduzione della funzione polmonare, comparsa di iper-reattività bronchiale fino alla insorgenza di edema polmonare: questi danni sono in genere reversibili una volta cessata l'esposizione. Un'esposizione prolungata a concentrazioni anche non elevate provoca fenomeni di sensibilizzazione e irritazione persistenti.

Anche il **PM** può penetrare all'interno dei polmoni, interferendo con l'attività respiratoria dei bronchioli e degli alveoli polmonari

- le polveri più grandi (coarse) hanno un diametro aerodinamico >2.5 μm e sono spesso di origine naturale (suolo);
- le polveri fini (diametro: <2.5 μm), originano da diversi processi di combustione (veicoli, industrie, produzione di energia elettrica) e sono considerate la frazione più rilevante del PM_{10} dal punto di vista tossicologico;
- le polveri ultrafini (diametro: <0.1 μm), anch'esse provenienti dai processi di combustione, hanno un tempo molto breve di permanenza in atmosfera perché tendono

ad aggregarsi o a coagulare; gli effetti sanitari delle polveri ultrafini sono oggetto di attenti studi scientifici.

Il PM può veicolare numerosi microinquinanti adsorbiti sulla sua superficie, come metalli e IPA, e questo spiega la sua capacità di indurre anche effetti mutageni sull'uomo. È riportato in letteratura l'effetto combinato di PM e Nitro-IPA, composto organico che si forma dai processi di combustione dei composti organici reagenti con l'NO_2 presente in atmosfera. La combinazione di elevata intensità di traffico e di elevata percentuale di motori diesel determina una elevata concentrazione di Nitro-IPA in atmosfera e quindi aumenta la probabilità di effetti mutageni da parte del PM.
In genere, le frazioni più piccole di PM ($PM_{0.1}$, $PM_{2.5}$) hanno una più elevata capacità di danno nell'organismo, contengono la più alta concentrazione di composti organici (per esempio IPA) e hanno un'elevata capacità di produrre radicali liberi, dovuta alla presenza sulla superficie di metalli di transizione quali il cobalto, il rame, il ferro, il manganese, il nickel, il vanadio e il titanio. La produzione di radicali liberi causa danni alle membrane lipidiche, alle proteine e al DNA. I radicali liberi causano infiammazioni polmonari e possono contribuire o causare danni allo sviluppo polmonare e malattie polmonari, quali la BPCO, l'asma e la fibrosi cistica.

2.3.3 Effetti sulla salute

Si riportano le principali conseguenze sulla salute dell'esposizione a inquinanti atmosferici:

- Gli **effetti acuti,** o a breve termine, (aumento della mortalità giornaliera - escluse le morti accidentali - aumento dei ricoveri in ospedale per malattie respiratorie e cardiocircolatorie, aumento degli attacchi di asma negli asmatici, aumento dell'uso dei farmaci broncodilatatori negli asmatici) si manifestano nella popolazione in risposta agli incrementi di breve periodo (orari o giornalieri) delle concentrazione degli inquinanti.
- Gli **effetti cronici,** o a lungo termine, sono la conseguenza di un'esposizione di lungo periodo e comprendono sintomi respiratori cronici quali tosse e catarro, diminuzione della capacità polmonare, aumento della bronchite e dei disturbi respiratori nei bambini, bronchite cronica e tumore polmonare, aumento complessivo della mortalità.
- **Effetti sullo sviluppo polmonare**: esistono dati scientifici congruenti che dimostrano associazioni tra inquinamento atmosferico e alterazioni dello sviluppo polmonare.

Sia gli effetti acuti che cronici possono comportare un aumento nella mortalità generale ed una diminuzione nella speranza di vita. Secondo l'OMS l'esposizione al particolato fine accorcia in media la vita di ogni persona all'interno dell'Unione Europea di 8.6 mesi e i valori salgono per l'Italia a 9 mesi di vita nel 2000 (OMS, 2005).

2.3.3.1 Effetti a breve termine

I primi studi sul legame tra eventi sanitari acuti e inquinamento atmosferico sono stati condotti a partire dagli anni Trenta studiando la mortalità totale per cause naturali (esclusa quella per cause violente), per cause respiratorie, per cause cardiache e i ricoveri ospedalieri, sia per patologie respiratorie che cardiache.

I risultati delle indagini epidemiologiche condotte in varie città negli Stati Uniti e in Europa hanno dimostrato che a ogni incremento degli inquinanti atmosferici è associato un incremento di eventi negativi per la salute, in misura maggiore di tipo respiratorio e cardiaco.

Uno studio italiano molto recente -Inquinamento atmosferico e mortalità Progetto EpiAir- ha confermato l'incremento di rischio di mortalità e morbosità correlato all'inquinamento atmosferico nella popolazione adulta in 10 città italiane nel periodo 2001-2005 (Berti et al., 2009). (Nota n°1)

Nota n°1

È stato valutato l'effetto dell'esposizione a $PM_{2.5}$ sulla mortalità in nove città della California: per ogni incremento di 15 $\mu g/m^3$ di $PM_{2.5}$ sono stati riportati incrementi della mortalità dello 0,61% per tutte le cause, dello 0,70% per le cause cardiovascolari e del 2,05% per le cause respiratorie (Ostro et al., 2007).

Una conferma europea di questi risultati proviene dallo studio Air Pollution and Health, a European Approach - APHEA 2, anche in questo caso, a incrementi giornalieri nel PM_{10} corrispondono incrementi nella mortalità generale (Katsouyanni et al., 2001).

I risultati sono stati confermati anche in Italia dallo studio MISA (Metanalisi italiana degli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico) studio condotto, nel periodo 1996-2002 in 15 città italiane per un totale di più di nove milioni di abitanti. Lo studio ha evidenziato un aumento della mortalità giornaliera per tutte le cause naturali collegato ad incrementi della concentrazione degli inquinanti atmosferici studiati (in particolare NO_2 0.6%; CO 1.2%; PM_{10} 0.31%). Tale rilievo riguarda anche la mortalità per cause cardiorespiratorie e la ricoverabilità per malattie cardiache e respiratorie Le stime dei decessi annui attribuibili nel Comune di Verona, secondo quanto accaduto nel periodo 1999-2002, variano da 10 (valore basso) a 90 (valore alto) e corrispondono ad 1 decesso su 168 attribuibili ogni 30 giorni ipotesi bassa 7 decessi su 168 attribuibili ogni 30 giorni ipotesi alta (Biggeri et al., 2004).

Per quanto riguarda l'ozono lo studio APHEA 2 ha evidenziato che un incremento della concentrazione di O_3 di 10 $\mu g/m^3$ (valore medio di 8 ore) è risultato associato a un incremento del numero di morti giornaliere dello 0,31% considerando tutte le cause, dello 0.46% per cause cardiovascolari e dell'1.13% per cause respiratorie.

Anche in Italia, lo studio MISA ha riportato un'associazione tra mortalità per tutte le cause e O_3 .

Nello studio APHEA 2, un incremento di 10 $\mu g/m^3$ nella concentrazione giornaliera di NO_2 è associato a un incremento dello 0.30% nella mortalità generale, dello 0.40% nella mortalità cardiovascolare e dello 0,38% nella mortalità respiratoria.

Lo studio Inquinamento atmosferico e mortalità Progetto EpiAir ha stimato l'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla mortalità nella popolazione adulta in 10 città italiane nel periodo 2001-2005. I risultati sono relativi all'associazione tra l'incremento di concentrazione delle polveri (PM_{10}) e dei gas (biossido di azoto, NO_2 e ozono, O_3) nell'atmosfera e la mortalità per cause naturali, cardiache, cerebrovascolari e respiratorie. Sono stati approfonditi alcuni temi quali la latenza temporale tra esposizione ed effetto e le caratteristiche individuali di tipo demografico e clinico che individuano i gruppi di popolazione più sensibili agli effetti del particolato (PM_{10}).

Gli effetti più gravi sono quelli che si manifestano in un aumento delle morti. Se si considerano i decessi per cause naturali in tutte le città, il solo PM10 causa un aumento del rischio di morte in media dello 0,69% per ogni incremento di concentrazione nell'aria di 10 μg/m^3. Tra i fattori di suscettibilità, lo studio ha messo in evidenza che le persone più anziane sono più vulnerabili agli effetti del particolato sospeso. Il biossido d'azoto (un marcatore dell'inquinamento da traffico), dal canto suo, è responsabile di un aumento dello 0.99% per ogni incremento di 10 μg/m^3 di tutte le morti per cause naturali Per quanto riguarda infine l'ozono, il terzo inquinante considerato nello studio, per ogni 10 μg/m3 di inquinante si riscontrano aumenti dell'1.54%, 2.29%, 1.22% e 2.78% per le morti per cause naturali,cardiache, cerebrovascolari e respiratorie, rispettivamente. Tali eccessi sono stati valutati nella stagione calda.

Le conseguenze dell'inquinamento non si esauriscono in un aumento delle morti, ma si manifestano anche con l'incremento dei ricoveri in ospedale. E infatti, gli aumenti dei livelli di PM_{10} e NO_2 nell'atmosfera si riflettono quasi subito nell'incremento dei ricoveri per malattie cardiache, soprattutto scompenso cardiaco (+1.10% per ogni aumento di 10 μg/m3)nel caso del PM_{10}, infarto del miocardio e angina instabile (+1.23% per ogni aumento di 10 μg/m^3) per l'NO_2. Inoltre, tutti e tre gli inquinanti causano un picco dei ricoveri per malattie respiratorie, ma l'associazione più forte è risultata quella tra NO_2 e ricoveri per asma, con un aumento complessivo del 7.62%. Particolarmente marcato è poi l'effetto del biossido d'azoto sui ricoveri per asma, specie nei bambini:tra 2 e 5 giorni dall'aumento di concentrazione dell'inquinante si registra un incremento dei ricoveri dell'8.8% (Berti et al., 2009).

È stato analizzato, nel quadro del progetto National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study (NMMAPS), un database contenente informazioni sulle ospedalizzazioni per malattie cardiache e respiratorie in 204 città americane (ciascuna con oltre 200000 abitanti). I risultati hanno mostrato un'associazione fra l'incremento di 10 μg/m^3 di $PM_{2.5}$ e l'incremento dei tassi di ospedalizzazione per BPCO (0.91%), per scompenso cardiaco (1.28%) e per malattie ischemiche del cuore (0.44%) (Dominici et al., 2006).

I risultati sono stati confermati anche in Italia dallo studio MISA che ha riportato un incremento di ospedalizzazione per malattie respiratorie dovuto all'esposizione ad inquinamento atmosferico.

Gli studi hanno dimostrato che l'inquinamento atmosferico fa precipitare fino al decesso le condizioni di salute più critiche, ma peggiora anche lo stato di salute dei soggetti con condizioni meno gravi, ciò contribuisce all'aumento della mortalità o all'aumento dei ricoveri nei giorni successivi al picco se l'inquinamento rimane elevato.

2.3.3.2 Effetti a lungo termine

L'approccio di studio più appropriato per valutare gli effetti a lungo termine dell'inquinamento atmosferico è rappresentato dagli studi di coorte. Tali studi consistono nel selezionare campioni di grandi dimensioni di soggetti residenti in differenti contesti geografici, nel registrare a livello individuale alcuni fattori di rischio quali il fumo e l'esposizione lavorativa, e nel seguire nel tempo questi soggetti misurando la mortalità o la morbosità in rapporto con l'esposizione ambientale. Le indagini epidemiologiche condotte finora hanno mostrato che l'esposizione cronica a inquinamento atmosferico può determinare lo sviluppo di malattie cardiorespiratorie e incrementare il tasso di mortalità della popolazione generale.

Molti studi riportano un incremento della mortalità correlata all'esposizione a lungo termine all'inquinamento atmosferico. (Nota n°2)

Nota n°2

Un follow-up di 16 anni, condotto in aree metropolitane americane su 500.000 persone, ha mostrato che per ogni incremento di 10 $\mu g/m^3$ di $PM_{2.5}$ si ha un incremento medio tra i due periodi di osservazione (1979-1983,1999-2000) di circa il 6%, 9%, e 14% del rischio di morire per tutte le cause, per malattie cardiopolmonari e per tumore al polmone, rispettivamente (Pope et al., 2002). Sulla base di questo studio **il rischio relativo di 1,06 di incremento di morte per tutte le cause** è stato scelto dall'OMS come valore di riferimento per la valutazione degli effetti a lungo termine sulla mortalità generale dovuti al $PM_{2.5.}$

I dati dello studio di coorte Cancer Prevention Study II dell'American Cancer Society hanno evidenziato un incremento del 4% nella mortalità per cause respiratorie in associazione a un aumento di 10 ppb nella concentrazione di O_3 (Jerrett et al., 2009).

Gehring e colleghi hanno valutato l'associazione fra l'esposizione a lungo termine all'inquinamento originato dal traffico veicolare e la mortalità per cause cardiopolmonari, in un campione di donne tedesche di 50-59 anni: quelle viventi a meno di 50 metri dalle strade trafficate avevano un eccesso di rischio del 70% di morire per cause cardiopolmonari rispetto alle donne residenti lontano dalle strade (Gehring et al., 2006).

Lo studio sulle 13 città italiane conclude che l'inquinamento atmosferico ha un largo impatto sulla salute nelle città italiane. Nel periodo compreso tra il 2002 ed il 2004, in media 8220 morti all'anno (corrispondenti al 9% della mortalità per tutte le cause di morte -escluso gli incidenti- nella popolazione al di sopra dei 30 anni), sono risultati attribuibili a concentrazioni di PM_{10} superiori a 20 $\mu g/m^3$, tenendo in considerazione anche gli effetti a lungo termine (Martuzzi et al., 2006).

Gli effetti a lungo termine comportano non solo un aumento della mortalità ma anche di patologie a carico soprattutto degli apparati respiratorio e cardiovascolare. (Nota n°3)

Nota n°3

Una conferma dell'associazione fra esposizione a inquinamento di origine veicolare e decremento della funzionalità respiratoria proviene dallo studio americano di Kan e colleghi, i cui risultati mostrano una funzionalità respiratoria significativamente più bassa nelle donne residenti a meno di 150 metri dalle strade principali rispetto alle donne residenti a una maggiore distanza dalle strade; tale associazione non è invece emersa nei maschi (Kan et al., 2007).

Viegi e colleghi, confrontando due campioni di popolazione generale italiana residenti in aree a differente livello d'inquinamento (area rurale del Delta Padano meno inquinata e area urbana di Pisa più inquinata) hanno riportato una più elevata prevalenza di sintomi (dispnea, sibili, difficoltà di respiro) e malattie respiratorie (asma e bronchite cronica) nei soggetti residenti in zona urbana. Nei soggetti residenti in area urbana è emerso anche un maggior rischio di iperreattività bronchiale rispetto ai soggetti residenti in area rurale (Viegi et al., 1999).

Anche uno studio trasversale svolto in Scozia ha confermato questi ultimi risultati; dallo studio è emerso che vivere in un'area rurale, rispetto all'area urbana, è associato a una minore frequenza di asma, tosse cronica, espettorato cronico, mancanza di respiro, sibili, attacchi di difficoltà di respiro con sibili e disturbi cardiovascolari (Iversen et al., 2005).

Vineis et al, nell'ambito dello studio European Prospective Investigation on Cancer and Nutrition – EPIC hanno osservato un'associazione tra esposizione a NO_2 (concentrazione superiore a 30 $\mu g/m^3$) e cancro al polmone (Vineis et al., 2006).

2.3.3.2.1 Inquinamento atmosferico fattore di rischio per le malattie cardiovascolari

Studi recenti individuano nell'esposizione all'inquinamento atmosferico un fattore di rischio emergente per le malattie cardiovascolari: infatti le evidenze presenti in letteratura

suggeriscono un'associazione tra esposizione all'inquinamento atmosferico e l'insorgenza di malattie cardiovascolari, con particolare riguardo alla cardiopatia ischemica.(Nota n°4)

Nota n.4

Con sempre maggiore evidenza dalla letteratura scientifica emerge un'associazione tra l'esposizione all'inquinamento atmosferico ed insorgenza di malattie dell'apparato cardiocircolatorio, tanto che l'American Heart Association identifica tale esposizione come un significativo fattore emergente di rischio cardiovascolare (Brook et al., 2004).

È stato evidenziato un aumento del 15-30% del rischio di morte precoce in persone affette da insufficienza cardiaca soprattutto nella fascia di 100 metri attorno alle strade locali: detto incremento sembra correlato con le emissioni primarie dei motori diesel più che a quelle secondarie (Mercedes et al., 2008).

In soggetti con pregresso infarto miocardico acuto l'incidenza di nuovi ricoveri ospedalieri per patologie cardiovascolari (re-infarto, angina, aritmie o scompenso cardiaco) era associata in maniera statisticamente significativa con i livelli atmosferici giornalieri di inquinanti (Von Klot et al., 2005).

Tra il 1995 e il 2005 sono stati esaminati 665 pazienti con Trombosi Venosa Profonda (TVP) degli arti inferiori e 859 soggetti come controllo provenienti da città con più di 15 mila abitanti della regione Lombardia, valutando la distanza del luogo di residenza dalle strade a maggiore traffico. Il risultato emerso è stato che il rischio di TVP risulta aumentato nei soggetti che vivono vicino a una strada ad alta intensità di traffico rispetto agli individui residenti più lontano (Baccarelli et al., 2009).

Viceversa i decrementi dei livelli di inquinamento atmosferico si traducono in miglioramenti delle condizioni di salute: una riduzione delle concentrazioni di $PM_{2.5}$ è associata ad un ridotto rischio di mortalità (totale, cardiovascolare, da cancro del polmone), un aumento dell'aspettativa di vita e una migliore prognosi a lungo termine dei soggetti affetti da insufficienza cardiaca (Laden et al., 2006; Pope et al., 2009).

Dai dati scientifici disponibili sembra emergere quindi un ruolo dell'inquinamento atmosferico nei confronti della morbilità cardiovascolare anche se sussistono ancora delle limitazioni legate sia alla tipologia degli studi condotti (es. difficoltà nel quantificare esattamente l'esposizione) sia ai meccanismi biologici di azione delle particelle (dimensioni, composizione, massa) che richiedono ulteriori approfondimenti.

2.3.3.2.2 Effetti su malati e anziani

È opinione comune che gli anziani e i soggetti malati rappresentino gruppi di popolazione ad alta vulnerabilità agli effetti dell'inquinamento atmosferico. In particolare per le persone con condizioni di salute più compromesse, come i malati di patologie cardiache e respiratorie, l'esposizione ad inquinanti atmosferici peggiora la prognosi e aumenta la probabilità di morte. Per quanto riguarda il particolato atmosferico, è stato chiarito che rischi più elevati sono soprattutto a carico di soggetti con insufficienza respiratoria (BPCO) e con pregresse patologie cardiovascolari (Dominici et al., 2006).

2.3.3.2.3 Effetti sui bambini

Un'altra categoria a maggior rischio per gli effetti dell'inquinamento atmosferico è rappresentata dai bambini. L'Organizzazione Mondiale della sanità (OMS) riporta che la vulnerabilità infantile all'inquinamento atmosferico è associata al fatto che, a differenza degli adulti, i bambini presentano processi attivi di accrescimento polmonare e di sviluppo, incompletezza dei sistemi metabolici, immaturità del sistema immunitario e alto tasso di

infezioni da patogeni respiratori. Questi fattori possono verosimilmente portare, a parità dei livelli ambientali sperimentati dagli adulti, ad una più elevata suscettibilità dei bambini agli inquinanti atmosferici. (Nota n°5)

Nota n.°5

Una rassegna sulle conseguenze dell'inquinamento atmosferico nei bambini valuta che vi è sufficiente evidenza di una relazione causale tra esposizione a polveri sospese e mortalità infantile nel periodo post-natale. Analogo giudizio di associazione causale viene espresso per la relazione tra polveri sospese e ozono ed esacerbazione dell'asma, e per la relazione tra livelli di particolato e incrementi nella prevalenza/incidenza di tosse e bronchiti nei bambini (WHO, 2005).

Numerosi studi hanno suggerito che l'esposizione a PM_{10} è in grado di provocare un aggravamento della malattia asmatica nei bambini. Una recente meta-analisi ha indicato che l'esposizione a PM10 è associata in maniera significativa al ricovero in ospedale o al ricorso al pronto soccorso per asma in età pediatrica (+1.7%) e alla comparsa, in bambini asmatici, di sibili (+6.3%), tosse (+2.6%), ricorso ai farmaci per l'asma (+3.3%) e a decremento della funzionalità polmonare (-0.27 l/min) (Romeo et al., 2006).

Sono stati studiati anche gli effetti dell'esposizione cronica a inquinamento di origine veicolare sulla patologia asmatica nei bambini. In una coorte di circa 5000 bambini residenti in sei città francesi è stata dimostrata una associazione fra l'asma (OR: 1.31; IC 95%: 1.04-1.66), specialmente se atopico (OR: 1.58; IC 95%: 1,17-2,14), e vivere in aree con una concentrazione di PM2,5 oltre i 10 $\mu g/m^3$; tale associazione è risultata più forte nei bambini che risiedevano nella stessa casa da più di 8 anni (Annesi-Maesano et al., 2007).

Gli effetti avversi dell'esposizione a inquinamento di origine veicolare sono stati confermati nello studio italiano SIDRIA (Studi italiani sui disturbi respiratori e l'ambiente). Dai risultati è emerso che l'esposizione al traffico veicolare pesante è associata alle infezioni precoci delle vie respiratorie inferiori (bronchite OR: 1.69; IC 95%: 1.24-2.30; bronchiolite OR: 1.74; IC 95%: 1.09-2.77; polmonite OR: 1.84; IC 95%: 1.27-2.65), alla presenza di sibili (OR: 1.86; IC 95%: 1.26-2.73) e di sintomi bronchitici (OR: 1.68; IC 95%: 1.14-2.48) nei bambini di età scolare (Ciccone et al., 1998).

2.3.4 Effetti sullo sviluppo polmonare

È stato ormai sufficientemente dimostrato che i bambini che abitano in prossimità di strade trafficate possono presentare sostanziali carenze di sviluppo dell'apparato respiratorio che si traducono in deficit della funzione polmonare (riduzione del FEV_1, MMEF e FVC) misurati al termine dello sviluppo. Questi danni sono aggiuntivi rispetto a quelli dovuti all'inquinamento diffuso e sono significativi in un raggio di 500 metri dalle sedi stradali. I danni sono probabilmente dovuti all'infiammazione anche se non sono ancora state chiarite le modalità d'azione dei singoli inquinanti.

Viene confermato ancora una volta che non è sufficiente prendere in considerazione solo l'inquinamento di area ma che devono essere individuate anche le situazioni che comportano esposizioni locali specifiche. La costruzione di case, scuole e asili nido in prossimità di sorgenti inquinanti comporta rischi aggiuntivi rilevanti per la salute pubblica: deve essere compresa perciò la necessità di adottare misure appropriate in quanto la compromissione polmonare conseguente ad un insufficiente sviluppo può comportare nell'età adulta un eccesso di malattie (Nota n°6)

Nota n°6

Nei bambini è emersa un'importante associazione fra l'inquinamento di origine veicolare e danni allo sviluppo polmonare. In uno studio su un campione di circa 3.000 bambini residenti in California con un follow-up di 8 anni, è stato riportato che i bambini che risiedono entro 500 metri dalle autostrade hanno una maturazione della funzionalità polmonare inferiore rispetto ai bambini residenti a distanze maggiori di 1500 metri (Gauderman et al., 2007).

Un'analisi dell'Oms (basata su dati relativi agli ultimi anni Novanta) indica che, in tutta la Regione circa 700 decessi all'anno dovuti a infezioni respiratorie acute, in bambini di età compresa tra 0 e 4 anni, possono essere attribuite proprio all'esposizione a PM_{10}. La valutazione dell'impatto del particolato atmosferico sulla morbilità è più difficile e meno precisa ma un'analisi preliminare indica che una riduzione dell'esposizione a PM_{10} a 20 $\mu g/m^3$ potrebbe essere associata a una diminuzione del 7% dell'incidenza di tosse e lievi sintomi respiratori e del 2% dei ricoveri ospedalieri per problemi respiratori in bambini di età inferiore ai 15 anni (Vocaturo et al., 2008).

Si riporta infine il grafico con la frequenza delle principali cause di morte dell'ULSS 20 da cui risulta che nelle prime tre cause di morte (malattie dell'apparato respiratorio, circolatorio e tumori) risultano comprese anche quelle attribuibili all'esposizione all'inquinamento atmosferico. Sono inoltre in corso di acquisizione ulteriori dati sanitari quali le Schede di dimissione ospedaliera (SDO) la cui elaborazione potrà fornire informazioni aggiuntive sullo stato di salute della popolazione.

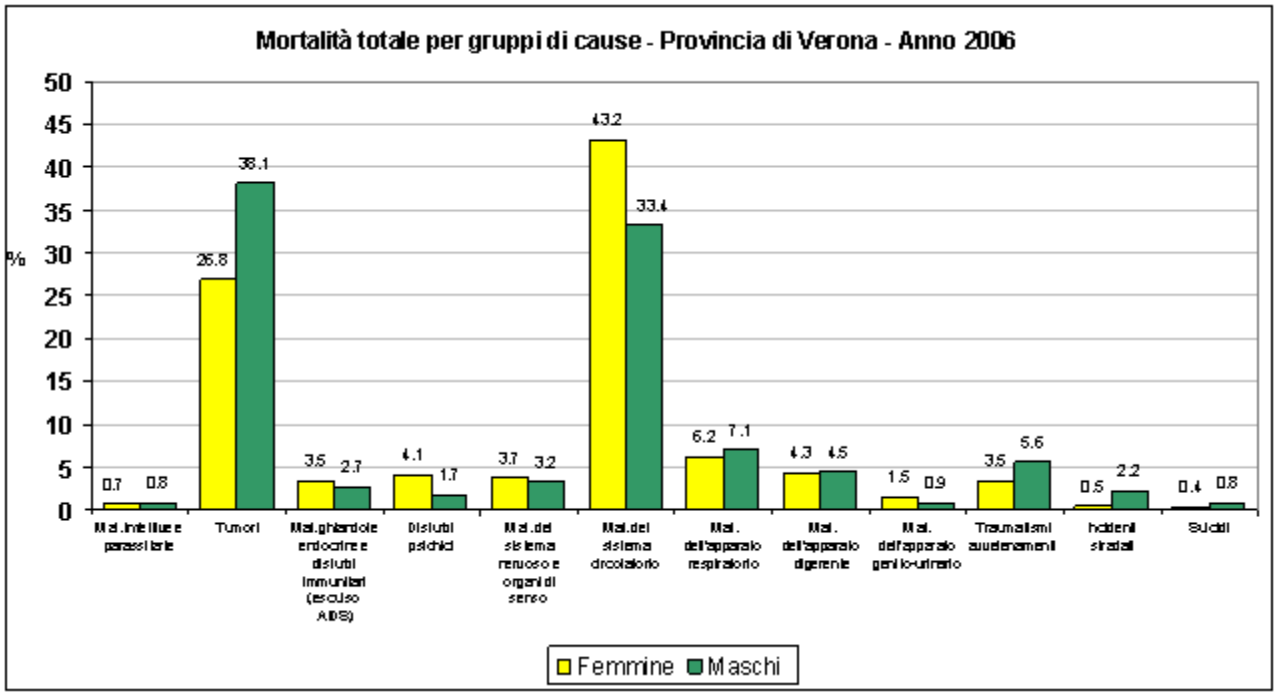


Figura 2-171: Mortalità totale per gruppi di cause – Provincia di Verona – Anno 2006.

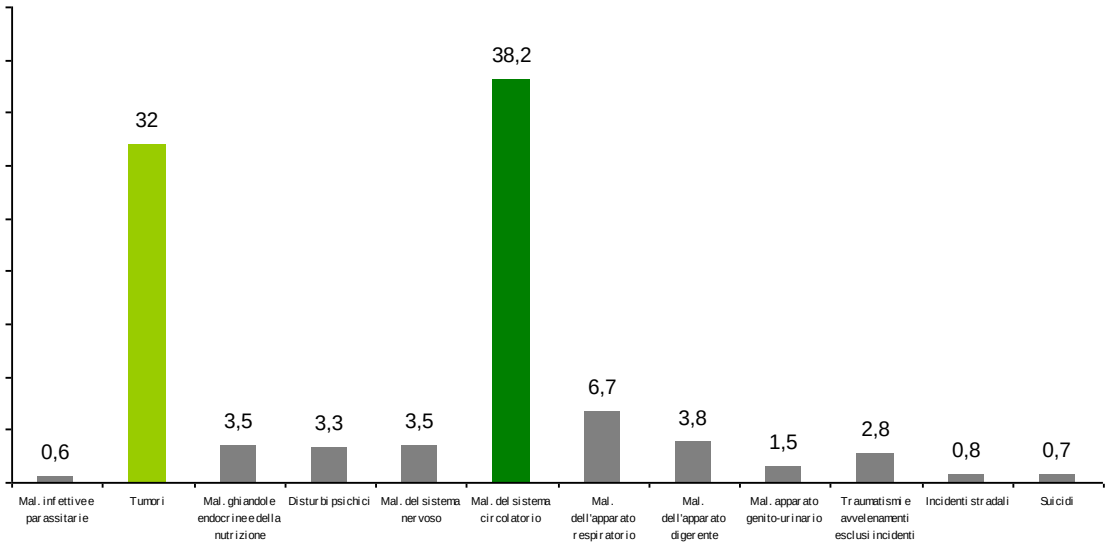


Figura 2-172: Mortalità totale per gruppi di cause. Frequenza relativa ULSS 20 Anno 2007.

Capitolo 3

Azioni possibili

3 INDICE CAPITOLO 3

3 INDICE CAPITOLO 3 3-3

INDICE DELLE FIGURE 3-4

INDICE DELLE TABELLE 3-4

3 AZIONI POSSIBILI 3-7

3.1 AZIONI COORDINATE A BREVE TERMINE 3-7
3.1.1 La gestione della zonizzazione: indicazioni per l'aggiornamento della zonizzazione 3-7
3.1.2 Traffico 3-9
3.1.2.1 Il trasporto privato 3-9
3.1.2.2 Il trasporto pubblico 3-18
3.1.2.3 Scenari futuri 3-20
3.1.3 Attività produttive 3-22
3.1.4 Riscaldamento domestico 3-24
3.1.4.1 Scenari di riduzione 3-24
3.1.4.2 Intervenire sulle temperature degli edifici 3-25
3.1.5 Quadro riassuntivo delle azioni a breve termine 3-27
3.1.6 Scenari da simulazione degli effetti di azioni a breve termine in condizione avverse 3-29
3.1.7 Analisi critica 3-30
3.2 ANALISI DELLE PROSPETTIVE ATTUALMENTE INDIVIDUABILI E DELLE AZIONI DI PIANIFICAZIONE PER LA TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA 3-31
3.2.1 Scenari climatologici 3-32
3.2.2 Prospettive di sviluppo economico e urbanistico emergenti dalla programmazione a livello comunale e sovra-comunale (paragrafo a cura di ARPA Veneto) 3-34
3.2.3 Scenari delle fonti di emissione 3-61
3.2.3.1 Misure per contenere le emissioni di SO_2 3-62
3.2.3.2 Misure per contenere le emissioni di NO_x 3-63
3.2.3.3 Misure per contenere le emissioni di PM 3-64
3.2.3.4 Misure per contenere le emissioni di ammoniaca 3-65
3.2.3.5 Misure per contenere le emissioni di idrocarburi non metanici NMVOC 3-65
3.2.4 Definizione di un indice sintetico di qualità dell'aria 3-67
3.2.5 Analisi critica (paragrafo a cura di ARPA Veneto) 3-71
3.2.6 Rassegna di buone pratiche 3-83
3.3 AZIONI INFORMATIVE (PARAGRAFO A CURA DEI COMUNI) 3-88
3.3.1 Azioni di comunicazione verso le categorie (imprenditori, artigiani, amministratori di condomini, agricoltori, autotrasportatori, …) 3-88
3.3.2 Azioni di comunicazione verso la cittadinanza 3-89
3.4 ACCORDI (PARAGRAFO A CURA DEI COMUNI) 3-90
3.4.1 Promozione di accordi 3-90

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 3-1: RISPARMIO PERCENTUALE NELLE EMISSIONI DI NO_x PER CIASCUNO SCENARIO ANALIZZATO RISPETTO ALLO SCENARIO 0 (NESSUN BLOCCO). 3-16
FIGURA 3-2: RISPARMIO PERCENTUALE NELLE EMISSIONI DI PM_{10} PER CIASCUNO SCENARIO ANALIZZATO RISPETTO ALLO SCENARIO 0 (NESSUN BLOCCO). 3-17
FIGURA 3-3: RISPARMIO PERCENTUALI NELLE EMISSIONI DI C_6H_6 PER CIASCUNO SCENARIO ANALIZZATO RISPETTO ALLO SCENARIO 0 (NESSUN BLOCCO). 3-17
FIGURA 3-4: PARCO DEI MEZZI PUBBLICI ATV: CARATTERISTICHE DEI MEZZI. 3-18
FIGURA 3-5: PERCENTUALI DI RIDUZIONE NELLE EMISSIONI DOVUTE AI SOLI MEZZI PUBBLICI DI PM_{10} E NO_x PER I QUATTRO SCENARI ANALIZZATI, NELLE TRATTE URBANE (SINISTRA) E EXTRAURBANE (DESTRA). 3-21
FIGURA 3-6: PERCENTUALI DI RIDUZIONE NELLE EMISSIONI DELLE PRINCIPALI SOSTANZE INQUINANTI PRODOTTE PER IL RISCALDAMENTO DI ABITAZIONE APPARTENENTI ALLE 7 CLASSI PROPOSTE DAL DISTRETTO DI TREVISO, NELL'IPOTESI CHE SIANO ALIMENTATE A GASOLIO E A METANO. 3-25
FIGURA 3-7: INDICI DI QUALITÀ DELL'ARIA RELATIVI AL PM_{10}, AL BIOSSIDO DI AZOTO (NO_2) E ALL'OZONO (O_3). 3-68
FIGURA 3-8: CORRELAZIONE TRA VALORI MEDI GIORNALIERI DI NO_2 E PM_{10}. 3-69
FIGURA 3-9: INDICI DI QUALITÀ DELL'ARIA RELATIVI AL PM_{10}, AL BIOSSIDO DI AZOTO (NO_2) SECONDO IL VALORE MEDIO GIORNALIERO E ALL'OZONO (O_3). 3-70
FIGURA 3-10: INDICE SINTETICO DI QUALITÀ DELL'ARIA PER L'ANNO 2008. 3-71

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 3-1: COMPOSIZIONE PERCENTUALE DEL PARCO MACCHINE DELLA PROVINCIA DI VERONA DELL'ANNO 2008. 3-10
TABELLA 3-2: FATTORI DI EMISSIONE MEDI DI NO_x [G/(KM VEICOLO)] PER CIASCUNA CATEGORIA DI VEICOLI (FONTE DEFRA). 3-10
TABELLA 3-3: FATTORI DI EMISSIONE MEDI DI PM_{10} [G/(KM VEICOLO)] PER CIASCUNA CATEGORIA DI VEICOLI (FONTE DEFRA). 3-10
TABELLA 3-4: FATTORI DI EMISSIONE MEDI DI BENZENE [G/(KM VEIC.)] PER CIASCUNA CATEGORIA DI VEICOLI (FONTE DEFRA). 3-10
TABELLA 3-5: DESCRIZIONE DEGLI SCENARI ANALIZZATI. 3-11
TABELLA 3-6: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI NO_x DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 0. 3-11
TABELLA 3-7: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI NO_x DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 1. 3-12
TABELLA 3-8 CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI NO_x DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 2. 3-12
TABELLA 3-9: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI NO_x DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 3. 3-12
TABELLA 3-10: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI NO_x DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 4. 3-12
TABELLA 3-11: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI NO_x DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 5. 3-12
TABELLA 3-12: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI NO_x DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 6. 3-13

TABELLA 3-13: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI PM_{10} DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 0. 3-13
TABELLA 3-14: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI PM_{10} DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 1. 3-13
TABELLA 3-15: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI PM_{10} DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 2. 3-13
TABELLA 3-16: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI PM_{10} DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 3. 3-14
TABELLA 3-17: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI PM_{10} DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 4. 3-14
TABELLA 3-18: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI PM_{10} DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 5. 3-14
TABELLA 3-19: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI PM_{10} DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 6. 3-14
TABELLA 3-20: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI BENZENE DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 0. 3-14
TABELLA 3-21: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI BENZENE DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 1. 3-15
TABELLA 3-22: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI BENZENE DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 2. 3-15
TABELLA 3-23: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI BENZENE DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 3. 3-15
TABELLA 3-24: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI BENZENE DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 4. 3-15
TABELLA 3-25: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI BENZENE DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 5. 3-16
TABELLA 3-26: CONTRIBUTO PERCENTUALE ALLE EMISSIONI DI BENZENE DI CIASCUNA CLASSE DI VEICOLI NEL CASO DI SCENARIO 6. 3-16
TABELLA 3-27: CLASSI DI INQUINAMENTO DEGLI AUTOBUS UTILIZZATI DAL SERVIZIO PUBBLICO SU TRATTE URBANE E EXTRAURBANE. 3-18
TABELLA 3-28: TIPOLOGIA DI ALIMENTAZIONE DEGLI AUTOBUS UTILIZZATI DAL SERVIZIO PUBBLICO SU TRATTE URBANE ED EXTRAURBANE. 3-18
TABELLA 3-29: DATI ATV. 3-19
TABELLA 3-30: FATTORI DI EMISSIONI MEDI DI PM_{10} E NO_x PER CLASSE DI VEICOLO. 3-19
TABELLA 3-31: EMISSIONI SPECIFICHE PER KM PERCORSO E TOTALI ANNUE DI PM_{10} E NO_x DEGLI AUTOBUS URBANI. 3-20
TABELLA 3-32: EMISSIONI SPECIFICHE PER KM PERCORSO E TOTALI ANNUE DI PM_{10} E NO_x DEGLI AUTOBUS EXTRAURBANI. 3-20
TABELLA 3-33: DESCRIZIONE DEGLI SCENARI DI MIGLIORAMENTO DEL PARCO VEICOLI DELL'ATV. 3-20
TABELLA 3-34: EMISSIONI SPECIFICHE PER KM PERCORSO E TOTALI ANNUE DI PM_{10} E NO_x DEGLI AUTOBUS URBANI NEI DIVERSI SCENARI. 3-21
TABELLA 3-35: EMISSIONI SPECIFICHE PER KM PERCORSO E TOTALI ANNUE DI PM_{10} E NO_x DEGLI AUTOBUS EXTRAURBANI NEI DIVERSI SCENARI. 3-21
TABELLA 3-36: CALORE RICHIESTO, CONSUMO DI GASOLIO E METANO E COSTO AGGIUNTIVO DI COSTRUZIONE PER UN'ABITAZIONE CARATTERIZZATA DAI PUNTEGGI ENERGETICI PREVISTI DAL DISTRETTO DELLA BIOEDILIZIA DI TREVISO. 3-25

TABELLA 3-37: TEMPERATURE MEDIE AUTUNNALI E INVERNALI NELLE STAZIONI METEOROLOGICHE. 3-26
TABELLA 3-38: RISPARMIO ENERGETICO DOVUTO ALL'ABBASSAMENTO DELLA TEMPERATURA INTERNA DEGLI EDIFICI. 3-26
TABELLA 3-39: ELENCO DELLE AZIONI A BREVE TERMINE E INDICATORE DA UTILIZZARE PER VALUTARNE L'EFFICACIA. 3-27
TABELLA 3-40: PRINCIPALI NUOVI ATTRATTORI DI TRAFFICO. 3-59
TABELLA 3-41: PRINCIPALI NUOVE INFRASTRUTTURE. 3-60
TABELLA 3-42: PRINCIPALI FONTI ESAMINATE PER ANALIZZARE LE PROSPETTIVE DI SVILUPPO DEL TERRITORIO. ..3-60
TABELLA 3-43: RIDUZIONE DELLE EMISSIONI ASSOCIATE AI DUE SCENARI IDENTIFICATI NELL'AMBITO DEL PROGETTO CAFE CLE2010 E CLE2020 (DA INDIVIDUAZIONE DEGLI OBIETTIVI MINIMI DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI REGIONALI PER IL RISPETTO DEI LIMITI DI QUALITÀ DELL'ARIA PER GLI INQUINANTI OZONO, BIOSSIDO DI AZOTO, PM_{10} DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2007)..... 3-62
TABELLA 3-44: VALORI LIMITE PER GLI INDICI GIORNALIERI DEGLI INQUINANTI SELEZIONATI..... 3-67
TABELLA 3-45: CLASSI EQUISPAZIATE PER LA DEFINIZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA. 3-68

3 AZIONI POSSIBILI

3.1 AZIONI COORDINATE A BREVE TERMINE

3.1.1 La gestione della zonizzazione: indicazioni per l'aggiornamento della zonizzazione

A norma del PRTRA (Capitolo 3, §3.1) "La revisione della zonizzazione e l'eventuale identificazione di nuove zone è competenza della Regione Veneto ed è legata alla disponibilità di nuove misure o di stime modellistiche, la cui gestione è a carico di ARPAV. In ragione di ciò, la Regione si avvale del supporto tecnico di ARPAV e degli Uffici regionali competenti per rivedere periodicamente (ogni 3 anni) la zonizzazione dei regimi di qualità dell'aria nel suo territorio."

Tale valutazione è condotta sulle posizioni puntuali di monitoraggio della rete regionale di qualità dell'aria. Peraltro, il D. Lgs. 351/99 e il successivo D. M. 60/02 prevedono che le informazioni provenienti dai punti di campionamento in siti fissi possano essere integrate con quelle provenienti da altre fonti di informazione, quali gli inventari delle emissioni e le tecniche di modellizzazione e di stima obiettiva, con l'obiettivo finale di pervenire ad una adeguata rappresentazione spaziale delle concentrazioni degli inquinanti atmosferici sull'intero territorio regionale.

Lo stesso PRTRA anticipa che la Regione si riserva, per la definitiva applicazione dell'art. 6 (individuazione delle zone e degli agglomerati per i quali si rende obbligatorio il monitoraggio della qualità dell'aria), di implementare le necessarie analisi attraverso l'utilizzo di tutti i dati delle campagne di misura effettuate sul territorio regionale e attraverso l'impiego di modelli, previa certificazione da parte del Ministero dell'Ambiente, come previsto dal D.M. 20/09/02.

È raccomandabile, in particolare, che tali valutazioni distinguano la componente di background regionale, caratterizzata da una distribuzione ubiquitaria delle concentrazioni di determinati inquinanti a livello di bacino padano, dalla componente di background urbano e di sorgenti emissive da traffico o industria, come discusso nelle conclusioni al punto 2.2.6. È evidente infatti come la prima possa essere affrontate solo nell'ambito di un coordinamento sovra-regionale, mentre la seconda sia più incisivamente gestita a livello locale.

Per quanto riguarda le procedure di revisione della zonizzazione, è utile richiamare quanto previsto dal PRTRA (Allegato "Normativa generale"):

"Articolo 9 - Varianti ed aggiornamenti

1. Le varianti al Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera sono approvate con deliberazione del Consiglio Regionale, salvo quanto previsto al successivo comma 2.

2. Ai sensi dell'articolo 19, comma 6, della Legge Regionale 16 aprile 1985, n. 33, non incidono sui criteri informatori e sulle caratteristiche essenziali del presente Piano:

   a) La modifica parziale dell'elenco dei Comuni inseriti nelle varie zone a diverso grado di criticità rispetto ai valori limite previsti, individuate sulla base dell'articolo 5 del D. Lgs. n. 351 del 4 agosto 1999.

   b) Gli aggiornamenti del Piano conseguenti a decisioni assunte dal Comitato di indirizzo e sorveglianza nell'ambito delle proprie competenze.

3. L'inserimento di un Comune in una diversa zona, con riguardo alla criticità dei limiti previsti, rispetto a quella individuata dal Presente Piano, può essere richiesto dal Comune direttamente interessato sulla base della dimostrazione della sussistenza delle caratteristiche che giustificano tecnicamente detta modifica.

4. Le varianti al presente Piano previste al precedente comma 2 sono deliberate dalla Giunta regionale, sentiti gli Enti interessati e la competente Commissione consiliare che si esprime entro trenta giorni dal ricevimento delle proposte, trascorsi i quali si prescinde dal parere ai sensi dell'articolo 19, comma 6, della Legge Regionale 16 aprile 1985, n. 33, e successive modifiche."

Gli aggiornamenti della zonizzazione sono di norma proposti dai Tavoli Tecnici Zonali. Il Comitato di Indirizzo e Sorveglianza[1] (C.I.S.) verifica che tali proposte di modifiche siano in linea con la valutazione della qualità dell'aria effettuata annualmente dalla Regione che provvede, con il supporto di ARPAV, alla compilazione del questionario di cui alla Decisione 2004/461/CE del 29/04/04. In attesa di approvazione formale dell'aggiornamento triennale del P.R.T.R.A., il C.I.S. ha quindi facoltà di sancire gli aggiornamenti parziali (zonizzazione, scadenze, nuovi limiti) sia di carattere tecnico che normativo.
Ad un secondo livello si colloca l'azione dei sette Tavoli Tecnici Zonali[2] (T.T.Z.), uno per ciascuna Provincia. I T.T.Z. hanno il compito di coordinare gli interventi dei Comuni previsti nei Piani di Azione, di Risanamento e di Mantenimento, finalizzati a ridurre e contenere i superamenti delle soglie di allarme e dei valori limite. Ciascun T.T.Z. è coordinato e presieduto dal Presidente della Giunta Provinciale che ha compiti di coordinamento, sorveglianza e verifica annuale dell'applicazione dei Piani che sono proposti e resi esecutivi

[1] Il C.I.S. è presieduto dal Presidente dalla Giunta Regionale ed è costituito dai sette Presidenti delle Giunte Provinciali, dai sette Sindaci dei Comuni capoluogo e, a carattere consultivo, dalla Direzione Regionale Ambiente, dall'Unità Complessa Tutela dell'Atmosfera, dalla Direzione Regionale Prevenzione e da ARPAV.

[2] Ogni T.T.Z. è composto dal Presidente della Provincia, dal Sindaco del Comune capoluogo e dai Sindaci dei Comuni ricadenti nelle zone o agglomerati classificati come A, B e C del territorio provinciale di appartenenza. Ai T.T.Z. partecipano, a carattere consultivo, l'ULSS e l'ARPAV competenti per territorio.

(secondo criteri differenziati in base alla classificazione per inquinante) dai Comuni di fascia A, B e C nei rispettivi territori di appartenenza.
Con cadenza almeno annuale, ciascun T.T.Z. elabora ed invia al C.I.S. un rapporto sintetico di attività sull'efficacia delle azioni intraprese e propone al C.I.S. le eventuali modifiche inerenti la zonizzazione del territorio provinciale, sulla base dei dati dei monitoraggi ambientali realizzati da ARPAV.
I Comuni attualmente ricadenti nelle zone C, che volontariamente intendano essere inseriti nell'elenco di zone di tipo A o B, possono presentare la loro "candidatura" alla Regione Veneto, purché essa sia opportunamente corredata di documentazione che ne giustifichi la nuova classificazione.
Viceversa, i Comuni attualmente ricadenti nelle zone A e B, che intendano proporre una classificazione diversa da quella in vigore, hanno l'obbligo di presentare alla Regione Veneto un quadro di riferimento sullo stato della qualità dell'aria nel territorio comunale, corredato di una serie di dati rappresentativa di un anno di monitoraggio della qualità dell'aria (per tutti gli inquinanti convenzionali e non) e di dati sulle principali fonti di emissione, che ne giustifichi l'esclusione dalle zone di tipo A o B. Tale documento sarà sottoposto alla valutazione tecnica dell'ARPAV competente per territorio.
Ai sensi del DM 60/2002, spetta all'ARPAV informare i Tavoli Tecnici Zonali competenti dei superamenti dei valori limite e delle soglie di allarme. La comunicazione contiene anche indicazioni relative alle previsioni sull'evoluzione meteorologica della situazione, utili a giudicare la tendenza al ridimensionamento o all'acutizzazione del fenomeno.
Ciascuna Provincia dovrà far rispettare i provvedimenti emanati dai Tavoli Tecnici Zonali in applicazione del Piano di azione, di risanamento e mantenimento, o dei provvedimenti collegati.

3.1.2 Traffico

3.1.2.1 Il trasporto privato

Il traffico rappresenta una componente significativa del problema dell'inquinamento atmosferico urbano. Negli ultimi anni infatti il volume di traffico veicolare è andato crescendo, parallelamente al numero di vetture in circolazione (dati riguardo il parco circolante, fonte ACI). Per questo è utile valutare alcune delle possibili azioni a breve termine che si possono intraprendere nel settore del traffico privato allo scopo di ridurre le emissioni.
Per fare queste valutazioni, si sono utilizzati i dati relativi al Parco Circolante della provincia di Verona del 2008. La sua composizione percentuale è riassunta in Tabella 3-1. Si sono considerate separatamente le classi di veicoli diesel e quelle di veicoli a benzina. I veicoli alimentati a GPL e a metano sono stati accorpati con quelli a benzina, dal momento che i loro fattori di emissione risultano assimilabili.

Tabella 3-1: Composizione percentuale del parco macchine della provincia di Verona dell'anno 2008.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	7.0%	5.3%	15.0%	7.5%	13.5%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.8%	0.6%	5.2%	11.5%	10.9%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	1.8%	1.0%	2.3%	3.1%	1.4%	0.1%
Trattori stradali	Diesel	0.0%	0.0%	0.1%	0.2%	0.1%	0.0%
Motociclette	Benzina	5.2%	2.6%	2.3%	1.7%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%

L'attenzione si è concentrata sulle emissioni di ossidi di azoto, di PM_{10} e di benzene. Come fattori di emissione, non avendo a disposizione il dato di velocità media dei veicoli, sono stati utilizzati i fattori di emissione ARTEMIS a velocità fissa, secondo le linee guida proposte da DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs, www.defra.gov.uk)[3].
Per quanto riguarda il benzene, sono stati utilizzati i fattori di emissione degli idrocarburi, nonostante essi sovrastimino le emissioni di benzene, perché sono gli unici a disposizione.

Tabella 3-2: Fattori di emissione medi di NO_x [g/(km veicolo)] per ciascuna categoria di veicoli (fonte DEFRA).

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	1.66	0.28	0.15	0.06	0.05	0.03
Autoveicoli	Diesel	0.58	0.52	0.62	0.48	0.3	0.2
Veicoli commerciali	Benzina	1.5	0.35	0.09	0.05	0.03	0.02
Veicoli commerciali	Diesel	6.22	4.28	4.47	3.52	2.19	1.3
Trattori stradali	Diesel	13.27	9.1	9.37	7.42	4.58	2.69
Motociclette	Benzina	0.27	0.28	0.19	0.1		
Autobus	Diesel	11.78	8.88	9.69	7.92	4.8	2.89

Tabella 3-3: Fattori di emissione medi di PM_{10} [g/(km veicolo)] per ciascuna categoria di veicoli (fonte DEFRA).

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Autoveicoli	Diesel	0.178	0.053	0.038	0.034	0.002	0.001
Veicoli commerciali	Benzina	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.004
Veicoli commerciali	Diesel	0.307	0.193	0.093	0.092	0.024	0.013
Trattori stradali	Diesel	0.508	0.369	0.167	0.154	0.027	0.028
Motociclette	Benzina	0.020	0.020	0.005	0.005		
Autobus	Diesel	0.527	0.404	0.184	0.191	0.037	0.038

Tabella 3-4: Fattori di emissione medi di benzene [g/(km veic.)] per ciascuna categoria di veicoli (fonte DEFRA).

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	0.41	0.1	0.04	0.03	0.01	0.01
Autoveicoli	Diesel	0.75	0.19	0.17	0.08	0.05	0.05

[3] Il foglio di calcolo è scaricabile all'indirizzo http://www.airquality.co.uk/laqm/tools.php?tool=emission.

Veicoli commerciali	Benzina	1.44	0.19	0.04	0.03	0.01	0.01
Veicoli commerciali	Diesel	0.56	0.33	0.2	0.17	0.02	0.02
Trattori stradali	Diesel	0.76	0.61	0.39	0.34	0.02	0.02
Motociclette	Benzina	1.44	0.89	0.41	0.25		
Autobus	Diesel	0.85	0.8	0.53	0.48	0.02	0.03

Quindi si sono ipotizzati sei diverse tipologie di restrizioni del traffico, di cui si è valutato l'effetto sulla quantità di emissioni prodotte. Per tutti gli scenari, si è ipotizzato un'attuazione di 24 ore al giorno, per tutti i giorni della settimana. La stagione invernale indicata nella tabella seguente fa riferimento ad un periodo di 6 mesi tra il 1° novembre e il 30 aprile dell'anno successivo.

Tabella 3-5: Descrizione degli scenari analizzati.

	Descrizione dell'azione intrapresa	**Durata**
Scenario 0	Nessun blocco	
Scenario 1	blocco Euro 0 traffico locale	Tutta la stagione invernale
Scenario 2	blocco Euro 0 traffico locale	1 mese/anno
Scenario 3	blocco Euro 0+1 traffico locale	Tutta la stagione invernale
Scenario 4	blocco Euro 0+1 traffico locale	1 mese/anno
Scenario5	blocco Euro 0+1+2 diesel traffico locale	Tutta la stagione invernale
Scenario 6	blocco Euro 0+1+2 diesel traffico locale	1 mese/anno

Tenendo conto della composizione del parco macchine della provincia di Verona relativo al 2008, si è calcolato il contributo percentuale alle emissioni di NO_x, PM_{10} e benzene per ciascuna classe di veicoli, in ognuno dei sei scenari considerati. Dal momento che normalmente le misure restrittive del traffico interessano il territorio comunale ma non possono essere applicate su autostrade e tangenziali, si è ipotizzato che esse agiscano solo sul 25% del traffico totale. I contributi percentuali indicano il peso relativo di ciascuna classe di veicoli nell'emissione degli inquinanti considerati. Non è possibile determinare le emissioni in modo assoluto, dal momento che non si conosce il numero totale di veicoli coinvolti e il numero totale di km percorsi. Si suppone quindi che tutte le classi di veicoli abbiano la stessa percorrenza media.

Tabella 3-6: Contributo percentuale alle emissioni di NO_x di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 0.

Classe di veicoli	**Alimentazione**	**Euro 0**	**Euro 1**	**Euro 2**	**Euro 3**	**Euro 4**	**Euro 5**
Autoveicoli	Benzina	15.1%	1.9%	2.9%	0.6%	0.9%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.6%	0.4%	4.2%	7.1%	4.2%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	14.3%	5.7%	13.2%	14.0%	3.9%	0.1%
Trattori stradali	Diesel	0.6%	0.2%	1.1%	2.0%	0.7%	0.0%
Motociclette	Benzina	1.8%	0.9%	0.6%	0.2%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.0%	0.1%	0.5%	0.6%	0.0%	0.0%

Tabella 3-7: Contributo percentuale alle emissioni di NO_x di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 1.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	14.2%	2.0%	3.0%	0.6%	0.9%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.6%	0.4%	4.3%	7.3%	4.4%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	13.5%	5.9%	13.6%	14.4%	4.0%	0.1%
Trattori stradali	Diesel	0.6%	0.2%	1.2%	2.1%	0.8%	0.0%
Motociclette	Benzina	1.7%	1.0%	0.6%	0.2%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.0%	0.1%	0.5%	0.6%	0.0%	0.0%

Tabella 3-8 Contributo percentuale alle emissioni di NO_x di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 2.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	14.9%	1.9%	2.9%	0.6%	0.9%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.6%	0.4%	4.2%	7.2%	4.3%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	14.1%	5.7%	13.3%	14.1%	3.9%	0.1%
Trattori stradali	Diesel	0.6%	0.2%	1.1%	2.0%	0.7%	0.0%
Motociclette	Benzina	1.8%	1.0%	0.6%	0.2%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.0%	0.1%	0.5%	0.6%	0.0%	0.0%

Tabella 3-9: Contributo percentuale alle emissioni di NO_x di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 3.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	14.3%	1.8%	3.0%	0.6%	0.9%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.6%	0.4%	4.3%	7.4%	4.4%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	13.6%	5.4%	13.7%	14.6%	4.0%	0.1%
Trattori stradali	Diesel	0.6%	0.2%	1.2%	2.1%	0.8%	0.0%
Motociclette	Benzina	1.7%	0.9%	0.6%	0.2%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.0%	0.1%	0.5%	0.6%	0.0%	0.0%

Tabella 3-10: Contributo percentuale alle emissioni di NO_x di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 4.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	14.9%	1.9%	2.9%	0.6%	0.9%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.6%	0.4%	4.2%	7.2%	4.3%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	14.1%	5.6%	13.3%	14.2%	3.9%	0.1%
Trattori stradali	Diesel	0.6%	0.2%	1.1%	2.0%	0.7%	0.0%
Motociclette	Benzina	1.8%	0.9%	0.6%	0.2%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.0%	0.1%	0.5%	0.6%	0.0%	0.0%

Tabella 3-11: Contributo percentuale alle emissioni di NO_x di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 5.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	14.6%	1.8%	3.1%	0.6%	0.9%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.6%	0.4%	4.0%	7.5%	4.5%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	13.8%	5.5%	12.7%	14.8%	4.1%	0.2%

Trattori stradali	Diesel	0.6%	0.2%	1.1%	2.1%	0.8%	0.0%
Motociclette	Benzina	1.7%	0.9%	0.6%	0.2%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.0%	0.1%	0.5%	0.6%	0.0%	0.0%

Tabella 3-12: Contributo percentuale alle emissioni di NO_x di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 6.

Classe di veicoli	**Alimentazione**	**Euro 0**	**Euro 1**	**Euro 2**	**Euro 3**	**Euro 4**	**Euro 5**
Autoveicoli	Benzina	15.0%	1.9%	3.0%	0.6%	0.9%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.6%	0.4%	4.1%	7.2%	4.3%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	14.2%	5.6%	13.1%	14.2%	3.9%	0.1%
Trattori stradali	Diesel	0.6%	0.2%	1.1%	2.0%	0.8%	0.0%
Motociclette	Benzina	1.8%	0.9%	0.6%	0.2%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	15.0%	1.9%	3.0%	0.6%	0.9%	0.0%

Tabella 3-13: Contributo percentuale alle emissioni di PM_{10} di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 0.

Classe di veicoli	**Alimentazione**	**Euro 0**	**Euro 1**	**Euro 2**	**Euro 3**	**Euro 4**	**Euro 5**
Autoveicoli	Benzina	1.1%	0.6%	1.8%	0.9%	1.6%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	5.7%	1.3%	7.8%	15.5%	0.9%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	21.6%	7.9%	8.4%	11.2%	1.3%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.7%	0.3%	0.6%	1.3%	0.1%	0.0%
Motociclette	Benzina	4.1%	2.1%	0.5%	0.3%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.4%	0.2%	0.3%	0.5%	0.0%	0.0%

Tabella 3-14: Contributo percentuale alle emissioni di PM_{10} di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 1.

Classe di veicoli	**Alimentazione**	**Euro 0**	**Euro 1**	**Euro 2**	**Euro 3**	**Euro 4**	**Euro 5**
Autoveicoli	Benzina	1.0%	0.6%	1.8%	0.9%	1.7%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	5.3%	1.4%	8.0%	15.9%	0.9%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	20.4%	8.1%	8.6%	11.6%	1.3%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.6%	0.3%	0.6%	1.3%	0.1%	0.0%
Motociclette	Benzina	3.9%	2.1%	0.5%	0.4%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.3%	0.2%	0.3%	0.5%	0.0%	0.0%

Tabella 3-15: Contributo percentuale alle emissioni di PM_{10} di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 2.

Classe di veicoli	**Alimentazione**	**Euro 0**	**Euro 1**	**Euro 2**	**Euro 3**	**Euro 4**	**Euro 5**
Autoveicoli	Benzina	1.1%	0.6%	1.8%	0.9%	1.6%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	5.6%	1.3%	7.9%	15.6%	0.9%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	21.3%	7.9%	8.5%	11.3%	1.3%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.7%	0.3%	0.6%	1.3%	0.1%	0.0%
Motociclette	Benzina	4.0%	2.1%	0.5%	0.3%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.4%	0.2%	0.3%	0.5%	0.0%	0.0%

Tabella 3-16: Contributo percentuale alle emissioni di PM_{10} di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 3.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	1.1%	0.6%	1.9%	0.9%	1.7%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	5.4%	1.3%	8.1%	16.1%	0.9%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	20.6%	7.5%	8.7%	11.7%	1.4%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.7%	0.3%	0.6%	1.3%	0.1%	0.0%
Motociclette	Benzina	3.9%	2.0%	0.5%	0.4%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.3%	0.2%	0.3%	0.5%	0.0%	0.0%

Tabella 3-17: Contributo percentuale alle emissioni di PM_{10} di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 4.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	1.1%	0.6%	1.8%	0.9%	1.6%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	5.6%	1.3%	7.9%	15.6%	0.9%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	21.4%	7.8%	8.5%	11.4%	1.3%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.7%	0.3%	0.6%	1.3%	0.1%	0.0%
Motociclette	Benzina	4.0%	2.0%	0.5%	0.3%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.4%	0.2%	0.3%	0.5%	0.0%	0.0%

Tabella 3-18: Contributo percentuale alle emissioni di PM_{10} di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 5.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	1.1%	0.6%	1.9%	0.9%	1.7%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	5.5%	1.3%	7.6%	16.3%	1.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	20.9%	7.6%	8.1%	11.9%	1.4%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.7%	0.3%	0.6%	1.4%	0.1%	0.0%
Motociclette	Benzina	4.0%	2.0%	0.5%	0.4%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.4%	0.2%	0.3%	0.5%	0.0%	0.0%

Tabella 3-19: Contributo percentuale alle emissioni di PM_{10} di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 6.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	1.1%	0.6%	1.8%	0.9%	1.6%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	5.6%	1.3%	7.8%	15.7%	0.9%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	21.4%	7.8%	8.3%	11.4%	1.3%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.7%	0.3%	0.6%	1.3%	0.1%	0.0%
Motociclette	Benzina	4.0%	2.0%	0.5%	0.4%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	1.4%	0.2%	0.3%	0.5%	0.0%	0.0%

Tabella 3-20: Contributo percentuale alle emissioni di benzene di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 0.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	33.8%	2.4%	2.5%	0.6%	0.6%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.4%	0.2%	1.1%	0.9%	0.9%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Veicoli commerciali	Diesel	4.1%	1.4%	1.8%	2.1%	0.1%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.1%	0.1%	0.1%	0.3%	0.0%	0.0%
Motociclette	Benzina	30.3%	9.5%	3.9%	1.8%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	0.2%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%

Tabella 3-21: Contributo percentuale alle emissioni di benzene di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 1.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	32.9%	2.5%	2.6%	0.7%	0.6%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.4%	0.2%	1.1%	1.0%	0.9%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.6%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	4.0%	1.4%	2.0%	2.2%	0.1%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.1%	0.1%	0.2%	0.3%	0.0%	0.0%
Motociclette	Benzina	29.5%	10.1%	4.2%	1.9%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	0.2%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%

Tabella 3-22: Contributo percentuale alle emissioni di benzene di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 2.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	33.6%	2.4%	2.5%	0.6%	0.6%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.4%	0.2%	1.1%	1.0%	0.9%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	4.0%	1.4%	1.9%	2.1%	0.1%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.1%	0.1%	0.1%	0.3%	0.0%	0.0%
Motociclette	Benzina	30.1%	9.6%	4.0%	1.8%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	0.2%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%

Tabella 3-23: Contributo percentuale alle emissioni di benzene di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 3.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	33.3%	2.3%	2.6%	0.7%	0.6%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.4%	0.2%	1.1%	1.0%	1.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	4.0%	1.3%	2.0%	2.3%	0.1%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.1%	0.0%	0.2%	0.3%	0.0%	0.0%
Motociclette	Benzina	29.8%	9.3%	4.2%	1.9%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	0.2%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%

Tabella 3-24: Contributo percentuale alle emissioni di benzene di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 4.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	33.7%	2.4%	2.5%	0.6%	0.6%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.4%	0.2%	1.1%	1.0%	0.9%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	4.1%	1.4%	1.9%	2.1%	0.1%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.1%	0.1%	0.2%	0.3%	0.0%	0.0%
Motociclette	Benzina	30.2%	9.4%	4.0%	1.8%	0.0%	0.0%

Autobus	Diesel	0.2%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%

Tabella 3-25: Contributo percentuale alle emissioni di benzene di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 5.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	33.4%	2.3%	2.6%	0.7%	0.6%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.4%	0.2%	1.0%	1.0%	1.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	4.0%	1.3%	1.8%	2.3%	0.1%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.1%	0.1%	0.1%	0.3%	0.0%	0.0%
Motociclette	Benzina	29.9%	9.4%	4.2%	1.9%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	0.2%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%

Tabella 3-26: Contributo percentuale alle emissioni di benzene di ciascuna classe di veicoli nel caso di scenario 6.

Classe di veicoli	Alimentazione	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Autoveicoli	Benzina	33.7%	2.4%	2.5%	0.6%	0.6%	0.0%
Autoveicoli	Diesel	0.4%	0.2%	1.1%	1.0%	0.9%	0.0%
Veicoli commerciali	Benzina	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Veicoli commerciali	Diesel	4.1%	1.4%	1.8%	2.1%	0.1%	0.0%
Trattori stradali	Diesel	0.1%	0.1%	0.1%	0.3%	0.0%	0.0%
Motociclette	Benzina	30.2%	9.4%	4.0%	1.8%	0.0%	0.0%
Autobus	Diesel	0.2%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%

Sommando quindi il contributo totale alle emissioni delle categorie di veicoli, è possibile calcolare il risparmio totale, dovuto all'intero parco macchine circolante, di emissioni di NO_x, PM_{10} e benzene rispetto allo scenario 0 che non prevede alcun blocco della circolazione.

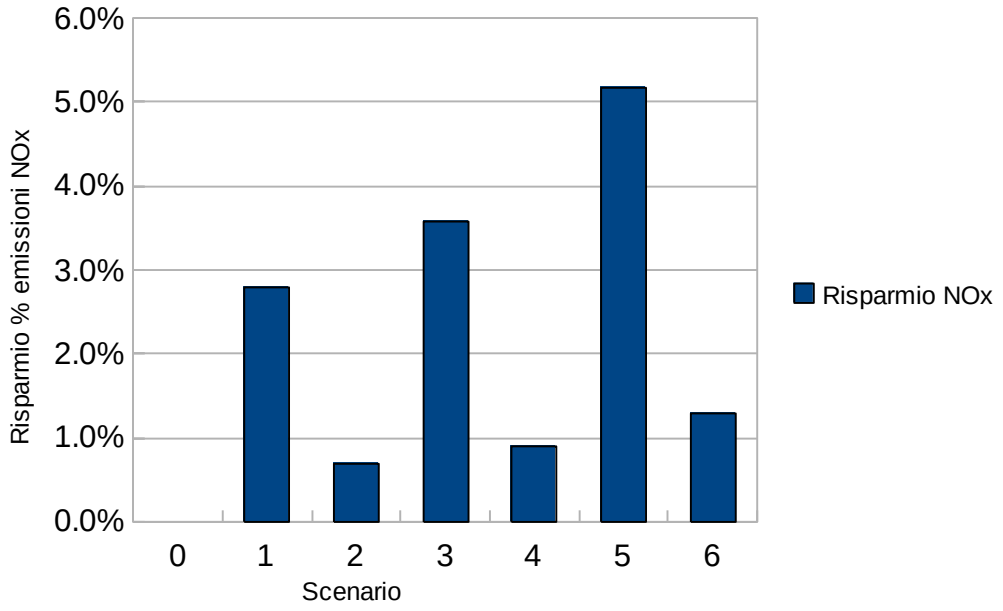


Figura 3-1: Risparmio percentuale nelle emissioni di NO_x per ciascuno scenario analizzato rispetto allo scenario 0 (nessun blocco).

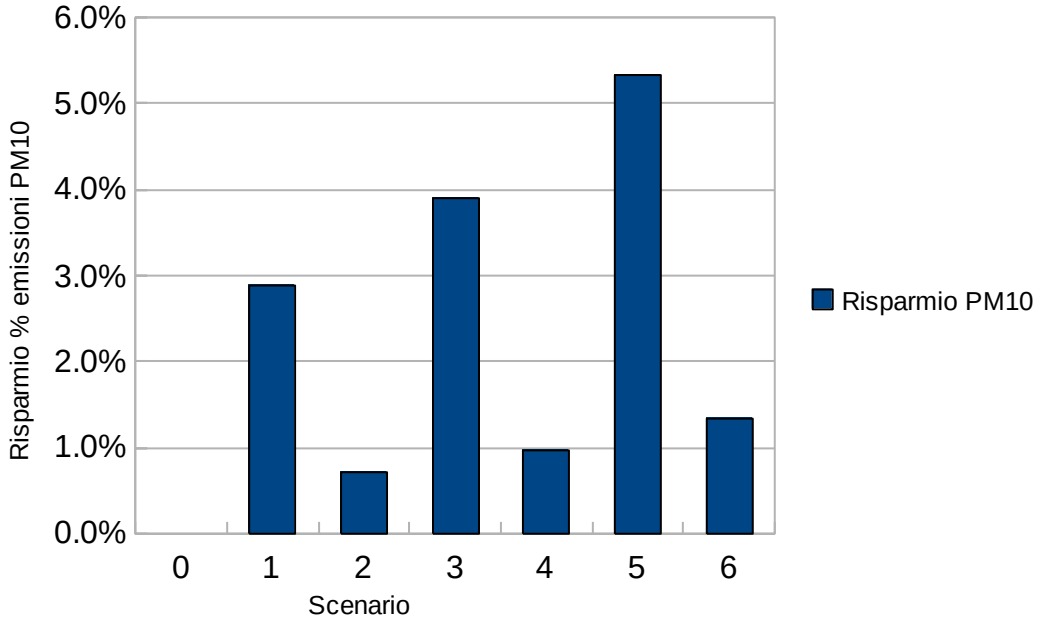


Figura 3-2: Risparmio percentuale nelle emissioni di PM_{10} per ciascuno scenario analizzato rispetto allo scenario 0 (nessun blocco).

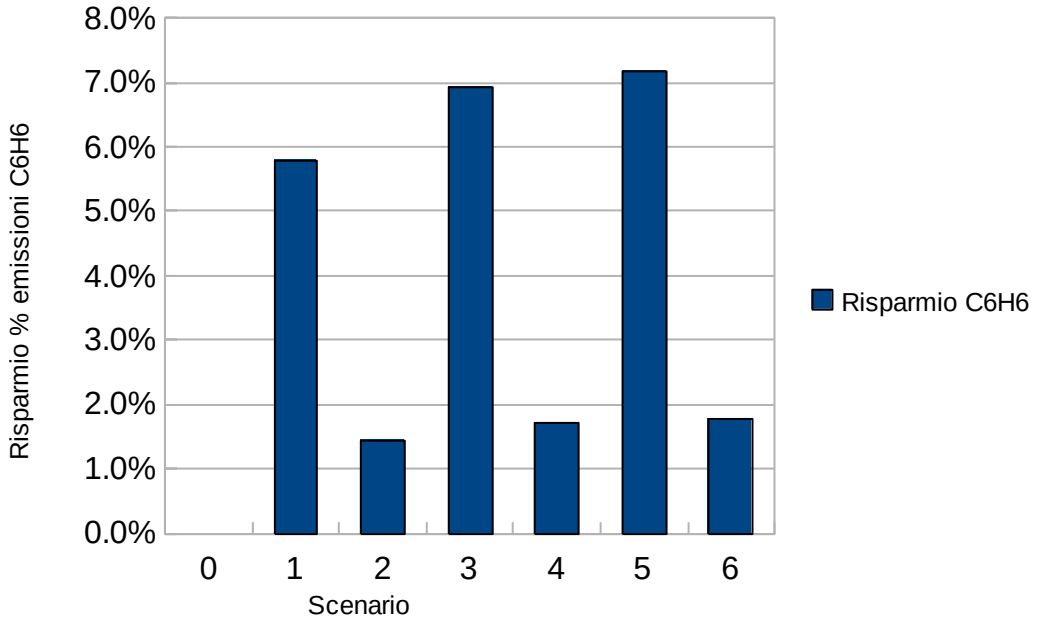


Figura 3-3: Risparmio percentuali nelle emissioni di C_6H_6 per ciascuno scenario analizzato rispetto allo scenario 0 (nessun blocco).

Lo scenario corrispondente a minori emissioni di ossidi di azoto è ovviamente quello con blocco dei veicoli Euro 0 e Euro 1 e diesel Euro 2 per tutta la stagione invernale (scenario 5) che consente un risparmio di emissioni pari al 5.2% circa. Lo stesso scenario consente un risparmio percentuale di emissioni di PM_{10} pari al 5.3% e di benzene pari al 7.2%.

3.1.2.2 Il trasporto pubblico

Si è cercato di valutare il possibile effetto di un intervento sul parco macchine del trasporto pubblico allo scopo di ridurre le emissioni. Per fare questo si è analizzato il parco macchine dell'ATV (Azienda Trasporti Verona) relativo al 2008. Gli autobus che svolgono servizio urbano (Comune di Verona) e quelli che svolgono servizio extraurbano (provincia di Verona) sono stati suddivisi sulla base delle caratteristiche di inquinamento del veicolo (classe Euro 0, Euro 1, ecc.) e sulla base della tipologia di alimentazione: benzina, metano o gasolio.

Tabella 3-27: Classi di inquinamento degli autobus utilizzati dal servizio pubblico su tratte urbane e extraurbane.

Classe	Totale	Perc. totale	Urbano	Extraurbano
Euro 0	159	26.5%	61	98
Euro 1	5	0.8%	0	5
Euro 2	133	22.1%	58	75
Euro 3	212	35.3%	2	210
Euro 4	2	0.3%	0	2
Euro 5	19	3.2%	0	19
EEV (*)	63	10.5%	63	0
Ibrido	8	1.3%	8	0

(*) Per EEV (Enhanced Environmental Vehicles) si intendono mezzi di massa superiore alle 3.5 t, alimentati con biocarburanti, GNC, GPL o idrogeno, o veicoli ibridi ed elettrici cui standard emissivi sono compresi tra quelli Euro V e quelli Euro VI.

Tabella 3-28: Tipologia di alimentazione degli autobus utilizzati dal servizio pubblico su tratte urbane ed extraurbane.

Carburante	Totale	Perc. totale	Urbano	Extraurbano
Gasolio	538	89.5%	129	409
Metano	63	10.5%	63	0

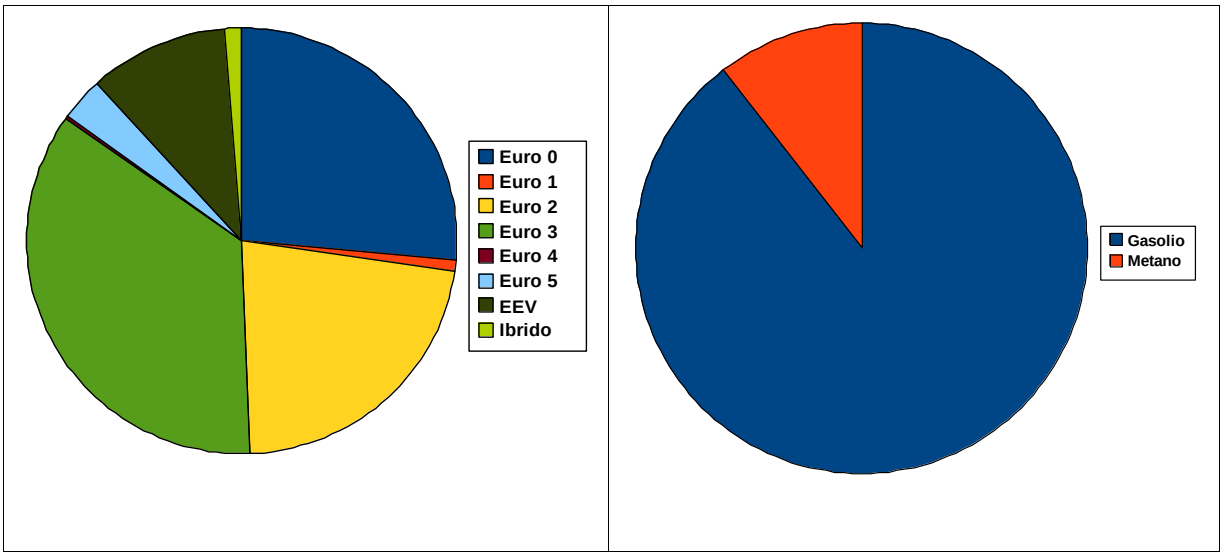


Figura 3-4: Parco dei mezzi pubblici ATV: caratteristiche dei mezzi.

La categoria di veicoli che rispettano la direttiva europea Euro 3 è quella più numerosa, ma si può osservare come quasi la metà degli autobus (49.4%) sia Euro 0, 1 o 2.
Come si può notare, mentre nell'ambito urbano, circa un terzo degli autobus è alimentato a metano, nelle tratte extraurbane sono utilizzati esclusivamente autobus alimentati a gasolio.
Per poter calcolare le emissioni è necessario avere una stima della percorrenza media per ciascun autobus nelle tratte urbane ed extraurbane.
I dati sono stati estrapolati dalla carta della mobilità di ATV relativa al 2009[4].

Tabella 3-29: Dati ATV.

Dati ATV	
Estensione rete urbana	209 km
Estensione rete extraurbana	4500 km
Percorrenza media annua urbana	7000000 km
Percorrenza media annua extraurbana	12500000 km
Percorrenza media giornaliera urbana	100 km
Percorrenza media giornaliera extraurbana	84 km

Nel caso delle tratte extraurbane, la percorrenza media è sovrastimata, dal momento che il dato fornito da ATV si riferisce all'intero territorio provinciale. Tuttavia si può osservare come essa sia caratterizzata da un valore molto basso, per cui si è deciso di non sottrarre le tratte esterne alla zona in esame.
Come fattori di emissione, non avendo a disposizione il dato di velocità media dei veicoli, sono stati utilizzati i fattori di emissione ARTEMIS a velocità fissa, secondo le linee guida proposte da DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs, www.defra.gov.uk)[5].

Tabella 3-30: Fattori di emissioni medi di PM_{10} e NO_x per classe di veicolo.

FE	**PM_{10}**	**NO_x**
Classe	[g/(km veicolo)]	[g/(km veicolo)]
Euro 0	0.68	15.90
Euro 1	0.393	9.58
Euro 2	0.196	9.97
Euro 3	0.159	8.08
Euro 4	0.059	5.03
Euro 5	0.030	2.98
EEV	0.003	0.60
Ibrido	0.003	0.60

È stata calcolata quindi una stima delle emissioni prodotte dai mezzi attualmente in uso all'ATV.

[4] http://www.atv.verona.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/161
[5] Il foglio di calcolo è scaricabile all'indirizzo http://www.airquality.co.uk/laqm/tools.php?tool=emission.

Tabella 3-31: Emissioni specifiche per km percorso e totali annue di PM_{10} e NO_x degli autobus urbani.

Classe	**N° mezzi**	**PM_{10}**	**NO_x**	**PM_{10}**	**NO_x**
		[g/km]		[t/a]	
Euro 0	61	41.5	970.2	1.51	35.37
Euro 1	0	0.0	0.0	0.00	0.00
Euro 2	58	11.3	578.3	0.41	21.08
Euro 3	2	0.3	16.2	0.01	0.59
Euro 4	0	0.0	0.0	0.00	0.00
Euro 5	0	0.0	0.0	0.00	0.00
EEV	63	0.2	37.6	0.01	1.37
Ibrido	8	0.0	4.8	0.00	0.17
Totale	192	53.4	1607.0	1.95	58.59

Tabella 3-32: Emissioni specifiche per km percorso e totali annue di PM_{10} e NO_x degli autobus extraurbani.

Classe	**N° mezzi**	**PM_{10}**	**NO_x**	**PM_{10}**	**NO_x**
		[g/km]		[t/a]	
Euro 0	98	66.7	1558.7	2.04	47.64
Euro 1	5	2.0	47.9	0.06	1.46
Euro 2	75	14.7	747.8	0.45	22.85
Euro 3	210	33.4	1697.6	1.02	51.88
Euro 4	2	0.1	10.1	0.00	0.31
Euro 5	19	0.6	56.6	0.02	1.73
EEV	0	0.0	0.0	0.00	0.00
Ibrido	0	0.0	0.0	0.00	0.00
Totale	409	117.4	4118.6	3.59	125.87

3.1.2.3 Scenari futuri

Sono stati ipotizzati alcuni scenari di miglioramento del parco veicoli attualmente in uso e si è stimato per ciascuno di questi scenari l'effetto sulla quantità totale di emissioni annue.

Tabella 3-33: Descrizione degli scenari di miglioramento del parco veicoli dell'ATV.

Scenario	**Descrizione**
Scenario 0	stato attuale
Scenario 1	veicoli Euro 0 → Euro 5
Scenario 2	veicoli Euro 0-1-2-3 → Euro 5
Scenario 3	tutti veicoli EEV o ibridi

Le emissioni sono state stimate per ciascuno scenario ipotizzato.

Tabella 3-34: Emissioni specifiche per km percorso e totali annue di PM_{10} e NO_x degli autobus urbani nei diversi scenari.

	Emissioni per km percorso		**Emissioni totali annue**		**Risparmio percentuale sulle emissioni**	
Scenario	**PM_{10}**	**NO_x**	**PM_{10}**	**NO_x**	**PM_{10}**	**NO_x**
	[g/km]		[t/a]		[%]	
Scenario 0	53.4	1607.0	1.95	58.59	0%	0%
Scenario 1	13.7	818.6	0.50	29.84	74%	49%
Scenario 2	3.8	402.9	0.14	14.69	93%	75%
Scenario 3	0.6	114.4	0.02	4.17	99%	93%

Tabella 3-35: Emissioni specifiche per km percorso e totali annue di PM_{10} e NO_x degli autobus extraurbani nei diversi scenari.

	Emissioni per km percorso		**Emissioni totali annue**		**Risparmio percentuale sulle emissioni**	
Scenario	**PM_{10}**	**NO_x**	**PM_{10}**	**NO_x**	**PM_{10}**	**NO_x**
	[g/km]		[t/a]		[%]	
Scenario 0	117.4	4118.6	3.59	125.87	0%	0%
Scenario 1	53.6	2852.0	1.64	87.16	54%	31%
Scenario 2	12.3	1218.9	0.38	37.25	90%	70%
Scenario 3	1.2	243.8	0.04	7.45	99%	94%

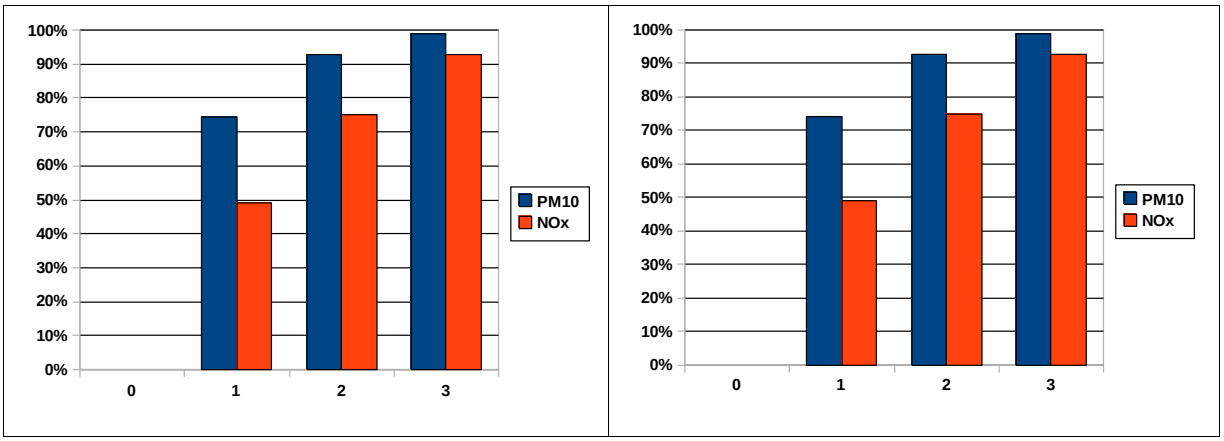


Figura 3-5: Percentuali di riduzione nelle emissioni dovute ai soli mezzi pubblici di PM_{10} e NO_x per i quattro scenari analizzati, nelle tratte urbane (sinistra) e extraurbane (destra).

Per quanto riguarda l'area urbana è possibile calcolare la riduzione che si otterrebbe nell'ipotesi di perseguire le scelte sopra descritte. A fronte di una emissione totale annua per il Comune di Verona 4290 t di NO_x e 505.4 t di PM10, il risparmio che si otterrebbe passando dallo scenario 0 allo scenario 3 sarebbe rispettivamente del 1.3% (NO_x) e dello 0.4% (PM_{10}) *rispetto al totale delle emissioni*.

Analogo calcolo sulle tratte extraurbane non è precisamente quantificabile poiché non è dato sapere quanti km sono percorsi all'interno dell'area del TTZ e quanti all'interno della Provincia ma esternamente ad essa. Si può comunque dedurre che la percentuale di riduzione possa risultare dello stesso ordine di grandezza di quella sopra indicata per il tratto urbano

Non tragga in inganno il valore in assoluto modesto della riduzione complessiva delle emissioni. Come più volte enfatizzato il beneficio per la qualità dell'aria non dipende solo

dalla quantità di emissioni risparmiate ma anche da al dove, come e in quali condizioni (situazione meteorologica, contesto locale, esposizione della popolazione, ecc.). Nel caso dei mezzi di trasporto pubblico il beneficio maggiore è atteso per i tragitti in area urbana, densamente popolata, soprattutto nelle vie caratterizzate da una configurazione a canyon.

3.1.3 Attività produttive

Nel campo delle attività produttive l'individuazione di azioni a breve termine da mettere in pratica al fine di contenere le emissioni non è immediata. Infatti la maggior parte dei provvedimenti che potrebbero portare a una riduzione delle emissioni si colloca nelle azioni a medio e lungo termine, in quanto si tratta di interventi che coinvolgono la sfera della pianificazione del territorio.
Si possono identificare alcune possibili azioni a breve termine, che riguardano principalmente le autorizzazioni alle emissioni di nuove aziende. Ad esempio:

a. richiesta di adozione delle BAT europee in sede di rilascio di nuove autorizzazioni per le aziende dotate di grandi impianti di combustione e soggette ad IPPC/AIA;
b. in sede di autorizzazione alle emissioni in atmosfera delle attività produttive e terziarie non soggette a VIA, richiesta di una valutazione delle emissioni create dalla mobilità di merci e persone indotta dalla nuova attività, al fine dell'aggiornamento del bilancio emissivo provinciale;
c. formulazione di accordi volontari con le aziende di produzione di beni e servizi ad elevata capacità emissiva per il contenimento delle emissioni inquinanti specialmente nelle zone a rischio e nei periodi particolarmente critici per la qualità dell'aria;
d. divieto di utilizzo nei nuovi impianti termici (caldaie ad uso produttivo) di gasolio, olio combustibile ed altri distillati pesanti di petrolio, nel caso in cui sia presente la rete di distribuzione del gas metano;
e. obbligo di copertura per il trasporto di materiali pulverulenti sfusi (ad esempio provenienti da cave);
f. promozione e attivazione di accordi per incentivare le operazioni di carico e scarico delle merci negli orari meno critici;
g. costituzione di un organismo (commissione, o gruppo di lavoro, o comitato) costituito da Comuni, Provincia, ARPAV, ULSS e dai rappresentanti delle realtà produttive (Industriali, Artigiani, Agricoltura, ecc.) con l'incarico di individuare le situazioni che necessitano di interventi per la riduzione delle emissioni, le tecnologie disponibili, le procedure con cui arrivare all'installazione di dispositivi di abbattimento, gli eventuali incentivi, ecc. Tale organismo potrebbe altresì svolgere un'azione di supporto tecnico (anche mediante l'introduzione di appositi Regolamenti, ai sensi del T.U. Ambientale,

D. Lgs. 152/2006 e ss mm.)[6], per la procedura di rilascio delle autorizzazioni alle emissioni in atmosfera e per il monitoraggio dell'osservanza delle stesse.

Come evidenziato nel caso dell'impianto produttivo (sviluppato nel § 2.1.6.1), alcune volte il rispetto dei limiti autorizzativi non consente di garantire un impatto non significativo. In sede di autorizzazione alle emissioni in atmosfera delle attività produttive e terziarie non soggette a VIA sarebbe quindi opportuno richiedere una valutazione semplificata relativa all'impatto dell'attività sulla qualità dell'aria. Questa informazione aggiuntiva permetterebbe di individuare eventuali criticità di esposizione umana agli inquinanti che potrebbero sfuggire ad un approccio convenzionale.

A tal file dovranno essere forniti i dati per ogni punto di emissione (misurati nel caso di impianto esistente, stimati nel caso di impianto in fase di progetto):

- flusso in uscita
- concentrazione dei macroinquinanti
- temperatura e velocità dei fumi
- caratteristiche del camino (altezza e diametro)

Sarà inoltre necessario, per gli inquinanti NO_x e PM_{10}, produrre delle informazioni aggiuntive relative alla ricaduta dei medesimi nell'area circostante l'impianto, indicando la concentrazione e la distanza del punto di massima ricaduta calcolato su media annua e nel caso meteorologicamente più sfavorevole.

Inoltre, nel caso in cui l'impianto induca un aumento significativo di traffico rispetto alla situazione esistente, le emissioni derivanti vanno valutate, sia per quanto riguarda il trasporto delle merci che delle persone (es. traffico pendolare).

Il calcolo del punto di massima ricaduta e del valore di concentrazione che ivi viene previsto può essere eseguito tramite un modello "di screening" (es. SCREEN3, U.S.EPA), utile per ottenere l'ordine di grandezza dei due parametri richiesti. I metodi di screening constano di algoritmi semplificati che tendenzialmente sovrastimano l'impatto, ponendosi in un'ottica cautelativa ma non sono in genere sufficienti a fornire un'analisi completa della situazione. In alternativa, nei casi in cui, sulla base delle emissioni stimate, si può prevedere un impatto significativo in termini di immissione, seppure nel caso di impianti non soggetti a procedura di VIA, è possibile prevedere la richiesta del calcolo della concentrazione in corrispondenza

[6] *Art. 271 (Valori limite di emissione e prescrizioni)*, comma 6:
"Per ciascuno degli impianti per cui è presentata la domanda di cui all'articolo 269, l'autorizzazione stabilisce i valori limite di emissione e le prescrizioni sulla base dei valori e delle prescrizioni fissati dall'Allegato I alla parte quinta del presente decreto, dalla normativa di cui al comma 3 (ndr: *appositi regolamenti regionali e provinciali*) e dai piani e programmi relativi alla qualità dell'aria. Le prescrizioni finalizzate ad assicurare il contenimento delle emissioni diffuse sono stabilite sulla base delle migliori tecniche disponibili e sulla base delle pertinenti disposizioni degli Allegati I e V alla parte quinta del presente decreto. Per le sostanze per cui non sono fissati valori di emissione, l'autorizzazione stabilisce appositi valori limite con riferimento a quelli previsti per sostanze simili sotto il profilo chimico e aventi effetti analoghi sulla salute e sull'ambiente."

dei ricettori sensibili sulla base di un algoritmo più complesso che fornisca dati più realistici. Indicazione di una metodologia accettabile è quella contenuta nel § 2.1.6.1 con riferimento al caso studio dell'impianto produttivo. Ai fini della realizzazione di quanto indicato, sarebbe necessario un coordinamento tra enti per valutare una soluzione normativa e procedurale.
Oltre a questa tipologia di azioni, è possibile identificare delle azioni nell'ambito della pianificazione del territorio volte a individuare delle aree destinate alle attività produttive, sia di rilievo comunale che sovracomunale. Esse dovrebbero essere il più possibile lontane e separate dalle zone residenziali e destinate all'edilizia abitativa e inoltre dovrebbero essere dotate delle infrastrutture necessarie ad assicurare una sufficiente mobilità di mezzi e merci senza aggravare la mobilità delle zone residenziali.

3.1.4 Riscaldamento domestico

Un'altra importante fonte di inquinamento è rappresentata, come si è visto, dal riscaldamento domestico. Per questo può risultare interessante valutare gli effetti di un intervento di miglioramento delle caratteristiche energetiche degli edifici che implicherebbe un minore utilizzo di combustibile per riscaldare e di conseguenza minori emissioni.

3.1.4.1 Scenari di riduzione

Per valutare l'effetto del miglioramento delle caratteristiche energetiche degli edifici, si è deciso di ricorrere alla classificazione adottata dal "Distretto della Bioedilizia" di Treviso, che è una rete tra realtà imprenditoriali interessate all'edilizia sostenibile, finalizzato a promuovere sinergie e progettualità scambiando risorse, informazioni e tecnologie. Questa classificazione prevede che a ciascuna abitazione sia possibile attribuire un punteggio che tenga conto non solo delle caratteristiche energetiche, ma anche dei materiali utilizzati, del carico che essa costituisce per l'ambiente ecc. I punteggi individuano 7 diverse classi che vanno dalla classe peggiore, -1, alla migliore, 5.
Per quanto riguarda il solo utilizzo di riscaldamento invernale, è possibile attribuire a ciascun punteggio energetico un corrispondente risparmio di carburante; è utile anche evidenziare il costo aggiuntivo che si ha nella costruzione di un edificio a risparmio energetico.
Ovviamente un risparmio nei consumi di metano si traduce in una minore emissione di sostanze inquinanti; la percentuale di riduzione è stata stimata per ciascuna classe energetica, sia ipotizzando che l'impianto utilizzi il metano sia che invece utilizzi il gasolio.

Tabella 3-36: Calore richiesto, consumo di gasolio e metano e costo aggiuntivo di costruzione per un'abitazione caratterizzata dai punteggi energetici previsti dal Distretto della Bioedilizia di Treviso.

Punteggio Energetico	**calore richiesto [kWh/(m² · anno)]**	**metano [m³/(m² anno)]**	**gasolio [l/(m² anno)]**	**Costo aggiuntivo costruzione**
-1	150	15	15	0%
0	110	11	11	1%
1	70	7	7	2%
2	50	5	5	5%
3	30	3	3	13%
4	20	2	2	20%
5	10	1	1	27%

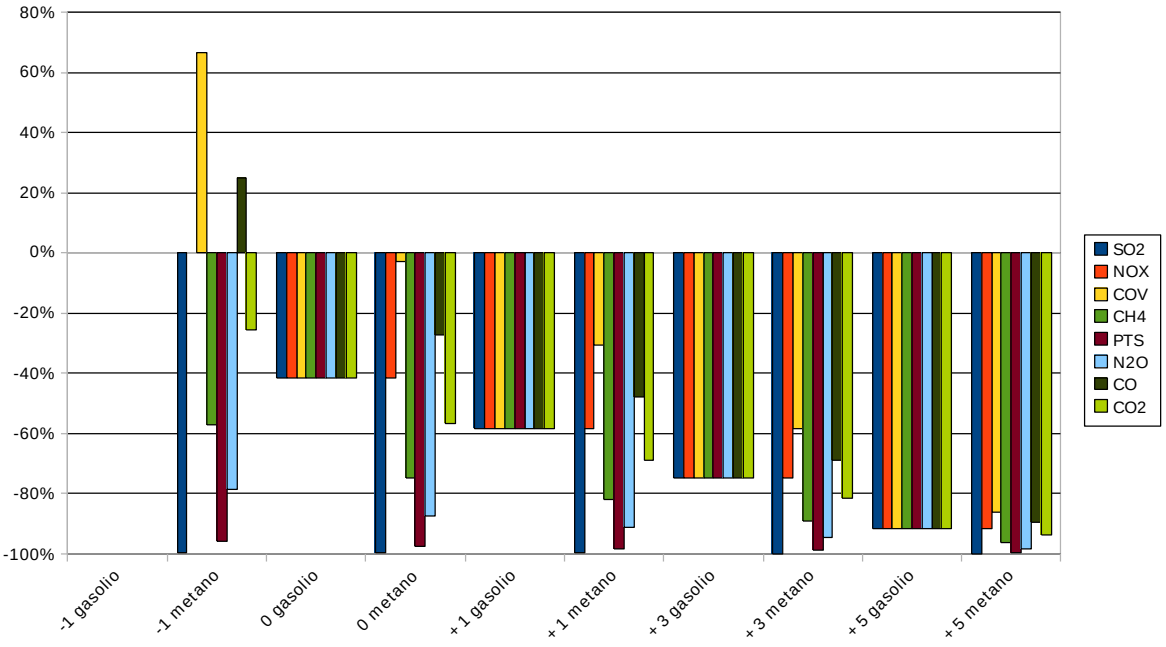


Figura 3-6: Percentuali di riduzione nelle emissioni delle principali sostanze inquinanti prodotte per il riscaldamento di abitazione appartenenti alle 7 classi proposte dal distretto di Treviso, nell'ipotesi che siano alimentate a gasolio e a metano.

Come si può notare, le riduzioni nelle emissioni sono notevoli per tutti gli inquinanti; ovviamente gli impianti a metano hanno emissioni di particolato molto inferiori rispetto a quelli a gasolio in qualunque classe energetica. Inoltre, costruire un'abitazione con punteggio energetico 2 comporta mediamente un risparmio di emissioni del 70%, a fronte di un incremento del costo di costruzione pari a solo il 5%. Il risparmio nelle emissioni si traduce poi anche in un risparmio economico dovuto al minor consumo di combustibile.

3.1.4.2 Intervenire sulle temperature degli edifici

Oltre al miglioramento delle caratteristiche energetiche degli edifici, altre azioni possono essere adottate per mitigare le emissioni di sostanze inquinanti derivanti dal riscaldamento

domestico. Ad esempio è possibile intervenire sulla temperatura interna degli edifici durante la stagione invernale.

I consumi e di conseguenza le emissioni sono infatti proporzionali alla differenza di temperatura che esiste tra l'interno e l'esterno dell'edificio.

Si sono calcolate le temperature medie delle stagioni autunnale e invernale, in cui è in normalmente in funzione l'impianto di riscaldamento domestico, in tutte le stazioni meteorologiche.

Tabella 3-37: Temperature medie autunnali e invernali nelle stazioni meteorologiche.

Stazione meteorologica	**Temperatura media autunno-inverno [°C]**
Bardolino	7.6
Bosco Chiesanuova	4.0
Buttapietra	6.8
Castelnuovo del Garda	6.7
Grezzana	6.9
Illasi	7.0
Marano	7.1
San Pietro in Cariano	7.0
Valeggio sul Mincio	7.5
Villafranca di Verona	7.0
Verona-Cason	7.4

Escludendo la stazione di Bosco Chiesanuova, esterna all'area in esame e caratterizzata da temperature minori dovute alla sua collocazione altimetrica, si può considerare una temperatura media pari a circa 7°C.

È possibile quindi effettuare una stima molto approssimata del possibile risparmio di combustibile e di conseguenza di emissione, ipotizzando che il riscaldamento sia in funzione per 8 ore al giorno. Questo valore è stato scelto come intermedio tra le ore di funzionamento di un impianto a bassa entalpia (ad esempio a pavimento che funziona praticamente tutto il giorno) e quelle di un impianto a temperature più elevate (radiatori, che funzionano mediamente meno ore al giorno). La stima è necessariamente approssimata perché per un calcolo più specifico si dovrebbe conoscere anche la trasmittanza termica media degli edifici (pareti, finestre, tetto ecc.).

Tabella 3-38: Risparmio energetico dovuto all'abbassamento della temperatura interna degli edifici.

Temperatura interna di partenza [°C]	**Abbassare di 1°C**	**Portare a 19°C la temperatura interna**
20	2.6%	2.6%
21	2.4%	4.8%
22	2.2%	6.7%

Abbassare di un grado la temperatura interna degli edifici ha un contributo modesto; considerando però che in molti condomini o palazzi la temperatura interna raggiunge anche i 22°C, il possibile risparmio energetico se si abbassasse la temperatura fino a 19°C potrebbe essere pari a quasi il 7%.

3.1.5 Quadro riassuntivo delle azioni a breve termine

Di seguito vengono riassunte alcune possibili azioni di breve termine nei diversi settori, per ciascuna delle quali è stato identificato un indicatore in grado di misurarne l'effettiva applicazione e il raggiungimento dell'obiettivo preposto.

Tabella 3-39: Elenco delle azioni a breve termine e indicatore da utilizzare per valutarne l'efficacia.

Azione generale	Descrizione obiettivo	Indicatore
Trasporto urbano sostenibile: riduzione impatto mezzi privati	Passaggio da trasporto privato a trasporto pubblico	Numero di utenti per corsa
	Adeguamento mezzi trasporto pubblico locale	Percentuale di autobus a bassa emissione
	Fluidificazione e regolazione della circolazione	Tempi di percorrenza media per tipologia di strada [min/km]
	Definizione di corsie preferenziali	km di corsie preferenziali sul totale della rete stradale
	Rinnovo parco auto	Percentuale Euro 4 o superiore sul totale
	Aumento ZTL	Superficie percentuale rispetto alla superficie urbanizzata
	Aumento aree pedonali	Superficie percentuale rispetto alla superficie urbanizzata
	Aumento percorsi ciclo pedonali	km di percorsi ciclo pedonali sul totale della rete stradale
Riduzione dell'impatto dei mezzi commerciali	Governo accessi	Orario accesso alle attività commerciali in ZTL
	Trasformazione o sostituzione mezzi commerciali	Percentuale Euro 4 o superiore sul totale
	Limitazione del transito di mezzi pesanti in area urbana	km di strada interdetti al traffico pesanti sul totale della rete stradale comunale
Riduzione dell'impatto degli impianti civili	Trasformazione e sostituzione degli impianti	Percentuale di impianti a bassa emissione sul totale
	Miglioramento del rendimento energetico	Percentuale di case per classe energetica
	Osservanza di norme di contenimento energetico	Variazione della temperatura con riferimento alla riduzione imposta
	Incentivazione uso di energie rinnovabili	kW prodotti da energie rinnovabili / kW consumati nel Comune

Riduzione impatto delle attività produttive	Riconversione e trasformazione mezzi di trasporto	Percentuale Euro 4 o superiore sul totale
	Piattaforme di interscambio merci	Tonnellate di merci scambiate presso scalo ferroviario e interporto sul totale delle merci scambiate (separatamente gomma/gomma e gomma/rotaia)
	Adozione BAT negli impianti produttivi	Numero di impianti sostituiti sul totale degli impianti produttivi
Applicazione misure programmate di limitazione traffico	Limitazione alla circolazione veicoli inquinanti	Percentuale di riduzione del traffico sul totale della rete stradale urbana rispetto ad un anno di riferimento (es. 2009)
	Blocchi totali del traffico (es. Domeniche ecologiche)	Area chiusa al traffico sul totale dell'area urbanizzata moltiplicato per il numero di ore di blocco
Pianificazione territoriale	Adozione di norme o piani di gestione territoriale che contribuiscano alla riduzione dell'inquinamento atmosferico	
	Completamento ed aggiornamento delle basi dati relativamente ai comparti ambientali ed emissivi	
	Verifica dell'interazione del PQA con altri strumenti di piano	

I Comuni sono stati suddivisi in quattro gruppi, ciascuno contenente i Comuni affini per localizzazione geografica, caratteristiche del territorio e tipologia di problematiche evidenziate:

Gruppo 1: Verona, Grezzana;

Gruppo 2: Castelnuovo del Garda, Sommacampagna, Sona, Valeggio sul Mincio, Villafranca di Verona;

Gruppo 3: Buttapietra, Castel d'Azzano, Lavagno, S. Giovanni Lupatoto, S. Martino Buon Albergo, Zevio;

Gruppo 4: Bussolengo, Negrar, Pescantina, S. Pietro in Cariano, Sant'Ambrogio di Valpolicella.

3.1.6 Scenari da simulazione degli effetti di azioni a breve termine in condizione avverse

Nel Piano di Qualità dell'Aria vi è la determinazione dei livelli di concentrazione degli inquinati nelle varie parti dell'area in esame nelle diverse condizioni stagionali, meteorologiche ed emissive (ossia dell'entità, dell'intensità e della dislocazione delle diverse fonti di emissioni di inquinanti), ed in particolare in condizioni avverse. Ciò costituisce la premessa conoscitiva necessaria per le valutazioni di impatto delle emissioni, e quindi anche per ogni valutazione preventiva sull'efficacia di azioni mirate alla riduzione dei livelli di concentrazione in una determinata area mediante il contenimento delle emissioni che contribuiscono a tali livelli.

Tali valutazioni sulle distribuzioni delle concentrazioni presuppongono l'uso di opportuni modelli di simulazione della dispersione degli inquinanti (come quelli utilizzati per conseguire i risultati esposti nel paragrafo 2.1.6 Analisi di casi pilota selezionati). Tali modelli presuppongono a loro volta in ingresso un base di dati relativi alle emissioni (entità, intensità e dislocazione). Risolvendo le equazioni che governano l'evoluzione nello spazio e nel tempo dei processi di dispersione di inquinanti in atmosfera si ricavano in uscita i campi di concentrazione a tempi assegnati.

Infatti nei casi di studio particolari presentati nel paragrafo 2.1.6 le emissioni sono state determinate specificamente in riferimento ai singoli emettitori in esame, di cui si voleva valutare l'impatto specifico. Non si sono cioè inclusi nel calcolo anche altri emettitori che pure contribuiscono a determinare i livelli di concentrazioni nelle aree in esame, le quali sono in realtà il risultato della sovrapposizione dei diversi contributi delle varie sorgenti.

Dovendo invece valutare in un'area l'andamento delle concentrazioni dovute alla sovrapposizione dei contributi di tutte le varie sorgenti è indispensabile disporre di una base di dati sufficientemente dettagliata e completa di tali sorgenti e delle relative emissioni (estensione, durata e temporizzazione delle emissioni, velocità e portata degli effluenti in uscita, concentrazioni di contaminanti, temperature, ecc.). Tale base di dati viene comunemente denominata inventario o catasto delle emissioni.

Purtroppo al momento per l'area in esame non è ancora disponibile un catasto delle emissioni. Presso l'Osservatorio Aria (ORAR) di ARPAV è in corso di elaborazione dall'inizio del 2007 l'inventario delle emissioni in un formato (INEMAR) condiviso tra le principali Regioni del Nord Italia. In sede di pianificazione delle attività per la predisposizione dell'indice del lavoro e della conseguente offerta economica da parte dell'Università degli studi Trento si era assunto, come da indicazioni ARPAV, che tale inventario sarebbe stato reso disponibile, ai fini della redazione del presente documento. Tale disponibilità è stata confermata dalla dott.ssa Susanetti di ORAR intervenuta ad una seduta del Comitato Tecnico in data 6 Aprile 2009. Tuttavia in una successiva seduta in data 1 Settembre 2009, è stato notificato al Comitato Tecnico che ORAR non sarebbe più stata in grado di fornire tale input, a causa della

incompatibilità con i tempi di conclusione della redazione dell'inventario con quelli del presente elaborato.
Per ovviare a tale inconveniente, come surrogato dell'inventario ORAR ha proposto di fornire la disaggregazione a livello comunale dell'inventario APAT nazionale negli undici macrosettori indicati, con elaborazioni sempre condotte da ORAR; tali dati dovevano essere resi disponibili, da prima comunicazione ARPAV, entro ottobre 2009 ma in realtà sono stati consegnati ai Dipartimenti ARPAV Provinciali il 5 novembre 2009, al gruppo di lavoro Unitn in data 12 novembre 2009 e in forma definitiva, dopo alcune correzioni segnalate dal gruppo Unitn in sede di analisi dei dati ricevuti, il 30 novembre 2009.
Aldilà dei problemi di lavorazione inevitabilmente connessi alla tardiva consegna della disaggregazione, quest'ultima non presenta in ogni caso le necessarie caratteristiche di completezza, dettaglio, e georeferenziazione delle sorgenti necessarie ad effettuare, mediante opportuni modelli di simulazioni dei processi di dispersione degli inquinanti, valutazioni delle concentrazioni, e di conseguenza di valutare l'impatto di misure volte a modificare tali emissioni.
Tuttavia tali valutazioni saranno possibili non appena il catasto INEMAR per la Regione Veneto sarà definitivamente concluso e reso disponibile.

3.1.7 Analisi critica

La valutazione – sia *ex ante* in fase di programmazione, sia *ex post* in fase di monitoraggio e verifica – dell'efficacia delle singole azioni intraprese per contrastare gli effetti dell'inquinamento atmosferico richiede una serie di attente verifiche quantitative sui singoli processi che tali interventi mettono in atto e sulla efficacia della concatenazione dei processi intermedi attivati per ottenere l'effetto obiettivo.
Infatti i livelli di concentrazione riscontrabili punto per punto nelle aree di intervento sono l'effetto di varie cause concomitanti: diverse sorgenti, dislocate in posizioni diverse e operanti con diverse modalità di emissione (quantità di inquinanti emessi, tempi e durate di emissione, distanza dal suolo, effetti localizzati, ecc.), diverse modalità di trasporto in atmosfera (a seconda delle condizioni meteorologiche e delle caratteristiche locali del vento, della turbolenza e della stratificazione atmosferica). Pertanto le concause che determinano elevati livelli di inquinamento possono essere diagnosticate solo quando, mediante un opportuno incrocio dei dati, sia possibile escludere il ruolo di altre cause concomitanti, o quanto meno sia possibile valutare l'effetto di diverse combinazioni in diversi scenari.
In mancanza di queste condizioni, è doveroso estendere e approfondire l'acquisizione e l'esame dei dati fintantoché non saranno soddisfatte le condizioni di cui sopra. Di conseguenza la diagnosi deve essere differita a quando il quadro degli accertamenti sia sufficientemente chiaro e tale da escludere interferenze e falsi positivi.

Coerentemente la valutazione dell'efficacia di azioni ("terapia") può essere effettuata solo laddove esistano elementi sufficientemente certi che tali azioni (1) incidano efficacemente sulla causa su cui si vuole intervenire, (2) siano calibrati - per tempi, modi, dimensioni, condizioni al contorno, ecc. - in maniera tale da produrre un esito soddisfacente rispetto ad un'analisi costi/benefici.

Tale analisi è indispensabile anche al fine di valutare quali azioni siano prioritarie rispetto ad altre. Per questa ragione è bene assegnare a ciascuna azione un valore di accessibilità alle informazioni che consentano di giudicarne l'efficacia e un valore di efficacia vera e propria.

Una stima del rapporto costi/benefici (espresso ad esempio in termini di € per kg di inquinante risparmiato) deve essere contestualizzata e non può essere generalizzabile con la sola tipologia di azione. Infatti l'effetto può essere molto differente a seconda di dove l'azione viene intrapresa. Per valutarla concretamente, è possibile effettuare un'analisi dei costi necessari affinché essa sia adottata e dei benefici che essa comporta: in termini di emissioni risparmiate, o di diminuzione delle concentrazioni attese/osservate in una determinata area, o della diminuzione del rischio per la salute. Si osservi infatti che più propriamente si dovrebbe fare riferimento non tanto alla mancata emissione, quanto al minore impatto sulla salute, tenendo quindi conto anche dell'esposizione dei cittadini all'inquinamento atmosferico. Infatti le potenziali conseguenze di un'azione pianificatoria si riflettono anche nella variazione dei costi sanitari che devono essere affrontati.

Un esempio concreto può rendere l'idea di quanto possa essere complicata l'analisi. La realizzazione di una pista ciclabile può concorrere alla diminuzione del traffico in una determinata area, favorendo la scelta da parte di alcuni cittadini di percorrere un determinato tragitto in bicicletta anziché in automobile. Il provvedimento sarà tanto più sistematico quanto più coinvolgerà utenti abituali di quel tragitto (studenti, lavoratori). E' ragionevole attenendersi che la riduzione del traffico nell'area determini una riduzione delle emissioni a livello stradale, e quindi a scala locale una diminuzione delle concentrazioni di inquinanti. Tuttavia per i ciclisti che percorrono lo stesso tragitto, soprattutto se in fregio alla sede stradale, potrebbe aumentare l'esposizione ai livelli di inquinamento che comunque non potranno esser del tutto azzerati. E' evidente perciò che il beneficio atteso deve esser accuratamente quantificato prendendo in esame tutte le variabili quantitative rilevanti e calcolando per ogni scenario il loro valore. Solo così sarà possibile comparare costi e benefici di diverse opzioni.

3.2 ANALISI DELLE PROSPETTIVE ATTUALMENTE INDIVIDUABILI E DELLE AZIONI DI PIANIFICAZIONE PER LA TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Il presente capitolo prende in considerazione le azioni possibili da intraprendere per la riduzione dell'impatto da inquinamento atmosferico. È da tenere, come principio generale

sotteso, che le azioni, se coordinate di più Comuni, ottengono una prospettiva più ampia e un'efficienza maggiorata in quanto vanno nella stessa direzione.
Di assoluta importanza è anche la considerazione che deve valere in un futuro prossimo il principio di riduzione delle emissioni in tutti i settori principali (industria, riscaldamento domestico, traffico), con diversificazione da Comune a Comune secondo le specificità del territorio, ma evitando l'ulteriore aumento globale di emissioni sul territorio in esame. Questo osservazione deriva dal fatto che, come visto nel Capitolo 2, le fonti di pressione sulla qualità dell'aria nel Comune di Verona e nella sua cintura, sono attualmente tanto elevate da indurre una qualità dell'aria mediamente scadente su tutto il territorio di interesse. Il principio qui espresso va inteso come globale; in altre parole non deve essere di ostacolo allo sviluppo o alla costruzione di nuove opere, ma deve tuttavia essere inderogabilmente accompagnato dal principio di compensazione, per cui se localmente viene aumentato l'inquinamento di una certa quantità, in un altro luogo del territorio soggetto a pianificazione l'emissione deve essere ridotta almeno della medesima quantità.
Pertanto risultano deprecabili tutte quelle azioni di gestione del territorio che per qualsiasi motivo esulino da procedure di pianificazione integrata e controllo. Naturalmente gli interventi devono essere anche valutati tenendo conto degli altri atti di pianificazione (per esempio il Piano dell'Energia, il Piano della Mobilità, ecc.) con l'intento esplicito di armonizzarne i contenuti evitando il più possibile contrapposizione tra uno e l'altro e scongiurando quindi il rischio che un intervento di riduzione delle emissioni possa essere neutralizzato da un provvedimento di indirizzo contrastante contenuto in un altro documento recepito a livello comunale o superiore.

3.2.1 Scenari climatologici

Come si è visto, accanto alle emissioni di inquinanti, i fattori meteo-climatologici risultano cruciali nell'ambito dei processi che concorrono a determinare la qualità dell'aria. Tali fattori sono soggetti alla nota variabilità stagionale, connessa al ciclo di rivoluzione terrestre e diurna, connesso al ciclo di rotazione terrestre, nonché ad una intrinseca variabilità meteorologica, per effetto della intrinseca variabilità e instabilità dei processi atmosferici. Negli ultimi decenni si sono tuttavia evidenziati sempre più marcatamente cambiamenti sistematici, su scale temporali decadali e secolari, delle caratteristiche del clima a scala planetaria, fra le quali in particolare un aumento tendenziale della temperatura media superficiale globale. La determinazione su base scientifica dell'entità di tali cambiamenti, dei meccanismi che li controllano e delle cause da cui sono prodotti è tuttora materia controversa e oggetto di ricerca. La sintesi oggi più completa sullo stato delle conoscenze è stata fornita dal Panel Intergovernativo per i Cambiamenti Climatici (*Intergovernmental Panel for Climate Change: IPCC*) costituito dall'Organizzazione per le Nazioni Unite (ONU) per la valutazione degli effetti dei cambiamenti climatici a scala globale. Il Panel ha pubblicato nel 2007 il 4°

Rapporto di Valutazione (*4th Assessment Report: 4AR*)[7] All'interno di questo corposo documento sono riportate le valutazioni fornite dagli esperti del Panel sulla base delle più recenti acquisizioni in campo climatologico circa l'entità dei cambiamenti climatici in atto e le variazioni attese per il 21° secolo. Una sintesi per l'Italia è stata recentemente prodotta dall'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima del Consiglio Nazionale delle Ricerche[8].

Non è possibile nello spazio del presente documento fornire una sintesi esauriente ed accurata delle conclusioni del 4AR. Inoltre i fattori che controllano la qualità dell'aria nell'area in esame sono prevalentemente locali, mentre le previsioni climatologiche oggi disponili sono il risultato si simulazioni effettuate con modelli a scala planetaria aventi una risoluzione spaziale dell'ordine dei 100 km, e pertanto non risolvono il dettaglio dei processi a scala locale di cui sopra. Inoltre il presente quadro conoscitivo riguarda il periodo 2009-2014, nel quale non sono da attendersi variazioni sostanziali del quadro climatologico.

Cionondimeno si possono abbozzare alcune osservazioni preliminari sulla base degli effetti a scala locale connessi a quelli attesi a scala più grande, riservando a futuri approfondimenti, anche in sede internazionale e nazionale, una determinazione più accurata e puntuale.

Secondo l'IPCC è previsto un aumento della temperatura superficiale media pari a un valore complessivo compreso fra 1.8 e 4.0 °C nell'arco del 21° secolo.

A tale aumento è associata una diminuzione degli episodi di irruzioni di aria fredda nella stagione invernale, e nelle stagioni intermedie, e un aumento degli episodi di ondate di calore nel periodo estivo. Per l'area mediterranea si prevede inoltre una prevalenza di situazioni di alta pressione, con conseguenti condizioni anticicloniche. Da queste consegue una maggiore frequenza di periodi prolungati di "bel tempo", che soprattutto in estate possono produrre più intense e prolungate ondate di calore (soprattutto nelle aree urbane più grandi, in quanto sono soggette ad un più marcato effetto "isola di calore") e una generalizzata diminuzione delle precipitazioni medie annue.

Tali cambiamenti possono determinare vari effetti, diretti e indiretti, positivi e negativi, sulla qualità dell'aria. Gli effetti diretti riguardano il modo in cui l'aumento della temperatura atmosferica superficiale modifica i processi atmosferici in generale (ad es. le dinamiche degli strati atmosferici prossimi alla superficie dove gli inquinanti vengono emessi e dispersi), e i processi che presiedono alle trasformazioni chimico-fisiche di specie presenti in atmosfera (ad es. la formazione di particolato secondario).

D'altro canto un aumento delle temperature medie invernali può ridurre il fabbisogno di riscaldamento domestico (sopratutto nelle aree urbane, sempre per l'effetto isola di calore),

[7] Una traduzione in italiano del 4AR è stata preparata dal Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici (CMCC), che svolge il ruolo di Focal Point dell'IPCC per l'Italia, e può esser scaricata dal sito web del Centro: http://www.cmcc.it.

[8] Provenzale, A. (a cura di), 2009, *"Clima, cambiamenti climatici globali e loro impatto sul territorio nazionale"*, Quaderni dell'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Vol. 1 (http://www.isac.cnr.it/documenti/ISAC-Clima.pdf)

così come favorire le condizioni per un minore utilizzo di veicoli a motore per gli spostamenti, con conseguente diminuzione delle emissioni. Tuttavia un aumento delle giornate invernali caratterizzate da situazioni anticicloniche, con scarsa ventosità e assenza di precipitazione, determina situazioni favorevoli all'accumulo e al ristagno degli inquinanti, mentre le condizioni di bel tempo favoriscono la permanenza della popolazione all'aria aperta e di conseguenza aumentano l'esposizione e il rischio per la salute.
Va osservato che il problema della qualità dell'aria e quello dei cambiamenti climatici sono stati finora perlopiù considerati separatamente, sia dalla ricerca scientifica che nella definizione di politiche ambientali. Tuttavia le due tematiche sono strettamente correlate e vanno affrontate in un contesto unitario. Le fonti di inquinamento antropiche (traffico veicolare, produzione di energia, produzioni industriali) emettono contemporaneamente in atmosfera anche specie chimiche, CO_2 in primo luogo, che influenzano l'evoluzione del clima. Dal punto di vista degli effetti, vi sono politiche ambientali che determinano un miglioramento della qualità dell'aria e insieme una riduzione dell'emissione di gas ad effetto serra, ma vi sono anche politiche che, migliorando uno di questi aspetti, vanno a detrimento dell'altro. È il caso ad esempio della diminuzione globale degli aerosol atmosferici, che hanno un effetto mitigante del riscaldamento, riducendo la radiazione solare in ingresso. A scala locale o regionale, gli effetti climatici degli aerosol sono molto variabili in segno ed intensità e dipendono dalla predominanza e dal tipo di sorgenti antropiche presenti nell'area. Ad esempio, la riduzione delle emissioni di black carbon, che ha tempi di vita in atmosfera di pochi giorni o settimane, può mitigare in molte aree il riscaldamento ed aiutare a "prendere tempo" per attuare strategie di riduzione di emissioni di CO_2. Ovviamente, la riduzione della emissione di black carbon porta anche a positivi effetti immediati sulla salute umana. Analogo esempio può essere avanzato per quanto riguarda l'aumento della concentrazione di ozono atmosferico, inquinante dannoso per l'uomo e per gli ecosistemi e gas a potente effetto serra. E' sempre più chiaro che vi sono vantaggi sufficientemente grandi in termini sociali ed economici a perseguire politiche di "cobenefit".

3.2.2 Prospettive di sviluppo economico e urbanistico emergenti dalla programmazione a livello comunale e sovra-comunale (paragrafo a cura di ARPA Veneto)

Nel presente capitolo si fornisce, per ogni Comune oggetto del presente studio, una sintesi delle principali prospettive di sviluppo emergenti dall'analisi degli strumenti di pianificazione del territorio. Principalmente, sono stati analizzati i PAT (Piani di Assetto del Territorio), ovvero i documenti preliminari ai PAT, e i PI (Piani degli interventi). Qualora essi non fossero disponibili, sono stati esaminati i PRG (Piani Regolatori Generali). Per quanto concerne la pianificazione di tipo sovra-comunale, le informazioni sono state integrate con i

contenuti del PTCP (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale), del PAQE (Piano d'Area Quadrante Europa), e del PTRC (Piano Territoriale Regionale di Coordinamento).

Bussolengo

Fonti

PAT

Prospettive di sviluppo

- Completamento della nuova strada "Gardesana" che corre parallelamente all'autostrada A22, collegando lo snodo viario sulla SS12 all'estremità est del confine con la SP5 all'estremità ovest del confine; il tracciato è già usufruibile per metà.
- Completamento della strada "interquartierale" (già realizzata per il 70%), che passa a sud del centro abitato di Bussolengo, evitando il quartiere residenziale.
- Sistema residenziale. Volumetria media annua edificata, stimata sulla base della proiezione dell'aumento demografico: 59000 m^3/a; di questi, 30% da recupero di aree degradate con demolizione e ricostruzione. Obiettivo di contenimento della nuova edificazione e sua concentrazione a ridosso dell'edificato esistente, con equa distribuzione tra capoluogo e frazioni.
- Massima superficie agricola trasformabile nel periodo di validità del successivo Piano degli Interventi(5 a): 239330 m^2.
- Prosecuzione a nord del tratto della pista ciclabile che collega Brennero, Garda e Verona.
- Progetto "Guida sicura": inserimento di spazi aperti attrezzati per una scuola guida di sicurezza, con realizzazione di piste asfaltate per poter fare operazioni di simulazione di guida e annessi spazi commerciali.
- Adeguamento delle strutture del "Parco Zoo Safari" esistente.
- Ampliamento di due attività ricettive in ATO agricola.
- Realizzazione di un "ecovillaggio", area residenziale caratterizzata da un'edilizia basata su criteri di sostenibilità ambientale.
- Ampliamento del mercato ortofrutticolo.

Buttapietra

Fonti

PRG, comunicazione personale del tecnico comunale

Prospettive di sviluppo

- Realizzazione di centri sportivi e residenze anziani in località Tripoli, zona Marchesino.
- Realizzazione di un nuovo polo scolastico a nord del centro abitato di Buttapietra.
- SS12 progetto di variante.

Castel d'Azzano

Fonti

PRG, comunicazione personale del tecnico comunale.

Prospettive di sviluppo

- Previsione di espansione residenziale significativa, per accogliere circa 2000-3000 nuovi abitanti.
- Modesta espansione della zona industriale-artigianale.
- Interventi volti a migliorare la fluidità del traffico (realizzazione di rotonde).

Castelnuovo del Garda

Fonti

PATI: Norme tecniche di attuazione, relazione.

Prospettive di sviluppo

- Nuovo casello autostradale di Castelnuovo del Garda, la cui funzione principale sarà l'alleggerimento del casello di Peschiera dai flussi veicolari in movimento sull'asse Peschiera - Affi rappresentato dalla S.R. n°450 e dai flussi da e per i parchi dei divertimenti disposti lungo la costa tra Peschiera e Lazise, per i quali diventerà la porta preferenziale di accesso.
- Riqualificazione e ammodernamento della S.R. n°11 Padana Superiore. È già funzionante il tratto di variante tra il casello di Peschiera e la rotatoria di Castelnuovo, mentre è in fase di progettazione il completamento della tangenziale di Peschiera verso ovest ed è allo studio la definizione di un tracciato alternativo tra il futuro casello di Castelnuovo e il casello di Verona Nord sulla A22 del Brennero.
- Bretella S.R. n°450 – Gardaland: necessità di rendere più fluido il traffico da e per i parchi divertimenti della zona. Necessità di potenziare il percorso ad oggi definito di via Derna – via Belvedere – località Confine, che collega oggi lo svincolo tra S.R. n°11 e S.R. n°450 e i parcheggi di Gardaland in località Ronchi, anche in vista della realizzazione del nuovo casello autostradale di Castelnuovo. La realizzazione di uno

svincolo tra l'intersezione di via Belvedere con località Confine e la S.R. n°450 consentirebbe di evitare le problematiche legate al passaggio attraverso la medesima località Confine e all'immissione nella rotatoria all'intersezione tra S.R. n°11 e S.R. n°450. Realizzazione di una rotatoria all'intersezione con la S.R. n°249 Gardesana e l'ampliamento di via Derna.

- Potenziamento del sistema ferroviario. Realizzazione della nuova linea "Alta Velocità", la cui sede è stata ad oggi individuata nella fascia adiacente al corridoio dell'autostrada. Potenziamento della linea ferroviaria esistente per migliorare il servizio di trasporto persone sull'asse Verona – lago di Garda.
- Sistema idroviario. Ristrutturazione complessiva del servizio di navigazione sulle rotte turistiche del Garda.
- Realizzazione di nuovi percorsi ciclopedonali, integrazione e riqualificazione di quelli esistenti: in ambito urbano, interventi sui percorsi di collegamento tra i principali poli attrattori (stazione dei treni, fermate dei bus, impianti sportivi, scuole, cimiteri, parchi pubblici) e le zone residenziali; in ambito extraurbano si prevede la definizione di una serie di itinerari ciclabili per il collegamento tra gli insediamenti sparsi sul territorio e la connessione con itinerari di interesse regionale.
- Realizzazione di un polo "intermodale" denominato "Porta Peschiera".
- In ambito territoriale "Lago", formazione di un parco lacuale (area di 48 ha in diretta continuità con la riva lacustre e attualmente investita da un ecomosaico a coltivi ed unità naturali relitte).
- Formazione di nuove zone di espansione edilizia di volumetria limitata.
- Formazione di un Polo ippico a nord-ovest di Castelnuovo, cui si accompagnano strutture di supporto, strutture turistico-residenziali, intervento integrativo della viabilità attuale.
- Previsione di zone di trasformabilità a nord e sud del nucleo urbano di Sandrà, a destinazione residenziale e significativo aumento delle aree per servizi pubblici.
- A Cavalcaselle, previsione di una "zona di riqualificazione e riconversione" in corrispondenza dell'insediamento residenziale posto a sud del centro storico; ridefinizione della destinazione d'uso di alcune zone per consentire la costruzione del nuovo centro sportivo; risistemazione del centro storico e creazione di parco pubblico.

<u>Presenza di aree naturalistiche soggette a potezione speciale</u>

- SIC e ZPS "Basso Garda".
- In ambito territoriale "Peschiera" tutela le risorse paesaggistiche ed ambientali con particolare riguardo alla "Zona a naturalità diffusa del Lugana".

- Tutela le risorse paesaggistiche ed ambientali con particolare riguardo per l'Ambito del Fiume Mincio al quale il PATI assegna la destinazione a Parco di Interesse Locale.

Grezzana

Fonti

PAT (relazione e relazione sintetica)

Prospettive di sviluppo

- Il PAT di Grezzana prevede di trasformare circa 255683 m^2 della superficie agricola. Le zone di trasformabilità previste dal piano hanno due destinazioni prevalenti: residenza e servizi. La ripartizione delle "quantità" è la seguente:
  - residenza: m^2 121151 (47.38 %),
  - servizi: m^2 134532 (52.62 %).
- Non è previsto aumento delle superfici industriali-artigianali.
- Zona di riqualificazione e conversione in ATO 1 "Fondovalle-Capoluogo" per dismettere attività produttive sostituendole con attività residenziale, di commercio, direzionale.
- In ATO 1, a Nord della zona di riqualificazione, area di "servizi di interesse comune a maggior rilevanza": m^2 67443, tra Grezzana e Stallavena.
- In ATO 1, pista ciclabile tra Grezzana e Stallavena, che mantiene un percorso arretrato rispetto alla vecchia strada della Valpantena, e connette il Centro Sportivo e la nuova zona a servizi di maggior rilevanza.
- In ATO 1 è prevista la realizzazione di un bypass stradale che colleghi il fondovalle con Alcenago evitando il centro storico di Stallavena.
- In ATO 1 si prevede di intervenire sui nodi critici della viabilità.
- In ATO 2 "Collina Ovest" modesto incremento del carico aggiuntivo, riservato alla possibile dismissione di allevamenti zootecnici intensivi.
- In ATO 2 previsione di piccole zone di trasformabilità in connessione con l'abitato di Vigo, specie allo scopo di potenziare gli impianti sportivi;
- In ATO 3 "Collina est", piccole zona di trasformabilità a destinazione residenziale: del previsto carico aggiuntivo di 273 abitanti, 180 riservati alla possibile dismissione impianti zootecnici.

Presenza di aree naturalistiche soggette a protezione speciale

- SIC "Val Gallina e Progno Borago", vasta area a sud del Capoluogo.

- ZPS "Monti Lessini: Ponte di Veia, Vaio della Marciosa". area in ambito collinare, sita nella propaggine settentrionale del territorio.
- Una porzione della parte settentrionale del territorio è inclusa nel perimetro del "Parco Regionale della Lessinia".
- Alcune zone del territorio sono ricompresse nel "Sistema degli ambiti naturalistico ambientali e paesaggistici di livello regionale", normati dall'art. 19 del PTRC "Direttive per la tutela delle risorse naturalistico-ambientali".

Lavagno

Fonti

PATI, PI.

Prospettive di sviluppo

- Costruzione del centro sanitario S. Raffaele "Quo Vadis" vicino alla autostrada A4, in località S. Giacomo.
- Sviluppo di strutture ricettive residenziali, per 50000 m^3 e 120 unità abitative in località Vago e San Pietro.
- Realizzazione di un nuovo asse viario, parallelo all'autostrada MI-VE, che congiungerà l'ingresso della tangenziale sud a Vago alla rotonda da ricavare in via S. Giacomo di Sopra, tra la cima di S. Giacomo e il rondò delle Quattro strade.
- Sviluppo area residenziale in località Vago, in fregio alla strada "Porcilana".
- Sviluppo di area produttiva di 40000 m^2 vicino alla attuale zona artigianale.

Negrar

Fonti

PAT: Norme di attuazione.

Prospettive di sviluppo

- Carico insediativi aggiuntivo di edilizia residenziale (comprensivo di residuo da PRG): 396500 m^3, di cui 315000 m^3 di nuova costruzione e 81500 m^3 per cambi d'uso.
- Aree a servizi per la residenza complessive: 583500 m^2.
- Aree a servizi per le attività produttive aggiuntive: 7500 m^2.
- Aree a servizi per le attività commerciali/direzionali aggiuntive: 24500 m^2.
- Aree a servizi per le attività turistico-ricettive aggiuntive: 4095 m^2.

- Realizzazione della piscina di San Vito a uso pubblico.
- Realizzazione dei nuovi impianti sportivi a Negrar.
- Riserva di aree per future attrezzature ed insediamenti qualificati ed energeticamente efficienti, con localizzazione preferenziale degli stessi in destra idraulica del Progno di Negrar, evitando la compromissione delle aree pedecollinari e la creazione di barriere ecologiche e percettive, mantenendo opportuni punti di discontinuità tra insediamenti esistenti.
- Trasformazione urbanistico-edilizia degli immobili interessati da attività produttive dismesse e/o trasferite.
- Riqualificazione e disciplina delle attività individuate quali opere incongrue ed elementi di degrado con eventuali azioni di opportuna bonifica e ripristino ambientale.
- Qualificazione energetica dello stock edilizio mediante l'adozione di sistemi alimentati da fonti rinnovabili.
- Gerarchizzazione degli assi viari, con conseguente attribuzione di specifiche funzioni all'interno del sistema della mobilità.
- Integrazione del sistema dei servizi nel tessuto urbano, soprattutto attraversol'organizzazione di un adeguato e specifico sistema di accessibilità/sosta per i servizi di interesse comunale/sovra-comunale.
- Individuazione di spazi per la sosta correttamente dimensionati in corrispondenza dei punti di accesso ai "sistemi" di fruizione turistica, ai maggiori servizi, agli insediamenti produttivi.
- Riqualificazione delle pertinenze stradali mediante l'impiego di arredo stradale consono per forme e materiali e la predisposizione di soluzioni di moderazione del traffico.
- Realizzazione di una rete continua di percorsi ciclo-pedonali percorribile in condizioni di elevata sicurezza.
- Raccordo del sistema della viabilità pedonale/ciclabile con quello dei percorsi turistici esterni alle aree urbane.

Pescantina

Fonti

PAT: Documento preliminare.

Prospettive di sviluppo

- Completamento dei servizi fino ad oggi realizzati, prevedendo un nuovo polo scolastico, con particolare riferimento alle scuole medie inferiori, e potenziamento

dell'area destinata a centro sportivo, unificando in tal modo ambiti eccessivamente frammentati nel territorio, e conseguentemente affatto funzionali. Luoghi idonei sono stati già individuati dall'amministrazione comunale nell'area collocata tra via Monti Lessini (nuovo asse preferenziale di ingresso del paese) e via Lora, in adiacenza alla futura viabilità comunale di circonvallazione, di futura progettazione, in ampliamento a quella esistente.

- Nel nucleo di S. Lucia, un possibile incremento della popolazione, connesso ad un eventuale sviluppo della nascente attività termale individuata nel 2006 dal P.R.G., non potrà prescindere da una maggior dotazione di attività terziarie attualmente carenti, attraverso la riconversione delle fabbriche per la lavorazione dei marmi presenti a sud del nucleo urbano, con la procedura del credito edilizio, la cui volumetria verrà destinata a residenza e attività terziarie compatibili. Riqualificazione del nucleo storico di S. Lucia, situato sulla riva del Fiume Adige e della via di collegamento (via Don Morandin), dotandola di percorsi pedonali in sicurezza.
- Nel nucleo di Arcè, realizzazione di collegamenti ciclabili con il capoluogo, con la frazione di S.Lucia e l'adiacente Comune di Bussolengo, e completamento di una viabilità di circonvallazione già prevista nel piano regolatore vigente. Incentivazione alla dismissione degli allevamenti intensivi avicoli posti a nord-ovest e ad ovest, e delle attività produttive prossime al centro storico. Le nuove volumetrie verranno destinate a residenza, attività compatibili con la residenza o attività turistiche.
- Nel nucleo di Balconi, il PAT porrà attenzione alle forme di connessione viaria tra le diverse zone della frazione, pianificherà l'utilizzo delle aree agricole residuali collocate a nord, tra la S.P. 1A e la ferrovia, riconvertirà alcune attività produttive poste nel cuore della frazione, a ridosso della S.P. n.1A.
- Nel nucleo di Pescantina, realizzazione di parcheggi a servizio del centro storico e delle aree di completamento maggiormente popolate, potenziamento della mobilità pedonale, possibilità di insediamento di attività commerciali.
- Nel nucleo di Settimo, incentivazione della riconversione di allevamenti intensivi avicoli, collocati tra il Progno di Fumane e la zona produttiva, a ridosso dell'abitato. Le nuove volumetrie verranno destinate a residenza, attività compatibili con la residenza o attività turistiche.
- Il PAT provvede al recepimento e all'approfondimento delle Linee guida progettuali e costruttive elaborate dalla Provincia, incentivanti una maggiore diffusione delle fonti di energia rinnovabili e dei principi di bioedilizia, bioarchitettura e biocompatibilità.
- Interventi di riqualificazione della viabilità della strada provinciale 1/a e del il tratto della Statale n.12 che dallo svincolo in loc. Balconi prosegue in direzione Trento, in accordo con le indicazioni del PRG.

- Analisi ricognitiva dei lotti di cava (Tav. 1, Carta dei Vincoli), onde definire lo stato del territorio e provvedere l'eventuale recupero delle aree ad uso compatibile, per una valorizzazione ambientale degli ambiti non attivi.
- Pur mancando una generale previsione di piano, sul sistema viabilistico sono iniziati i lavori di messa in sicurezza delle intersezioni stradali a raso in corrispondenza dei tratti di circonvallazione delle frazioni (via Sacco) o del possibile asse di circonvallazione del capoluogo (Via Moceniga).
- Definizione del sistema della viabilità locale e della mobilità ciclabile e pedonale, e dei collegamenti con la viabilità sovracomunale.
- Il P.A.T. recepisce le previsioni della pianificazione sovraordinata e provvede a definire:
    - il tracciato ed il progetto del quadruplicamento ferroviario "Alta capacità" e la rete di infrastrutture e di servizi per la mobilità di maggiore rilevanza, con relativi sistemi di raccordo e svincolo rispetto alla viabilità locale, con riguardo al sistema dei parcheggi di scambio e di interconnessione, ed agli spazi per l'interscambio tra le diverse modalità di trasporto urbano ed extraurbano.
    - le opere necessarie per assicurarne la sostenibilità ambientale e paesaggistica e la funzionalità rispetto al sistema insediativo ed al sistema produttivo, individuando, ove necessario, fasce di ambientazione al fine di mitigare o compensare gli impatti sul territorio circostante;
    - i punti critici dei generatori di traffico di tipo continuo (la SS.12 e la S.P.1°, per le quali sono previsti interventi di riqualificazione), e di tipo puntuale (aree scolastiche, aree sportive, zone produttive).

<u>Presenza di elementi rilevanti per la possibilità di impatto ambientale</u>

- Discarica per rifiuti urbani, in località Filissine.
- Presenza di cave.
- Presenza della linea metropolitana di superficie.
- Gli elementi viari che interessano il territorio di Pescantina direttamente sono la linea ferroviaria Verona-Brennero, e la Strada Statale n. 12 Abetone-Brennero, declassata a Provinciale nel tratto compreso tra lo svincolo della tangenziale di Pescantina e quello di Dossobuono.
- Di grande rilevanza è la bretella che congiunge la Valpolicella al casello di Verona Nord, alla città di Verona, e ai territori a sud e ad est della provincia veronese.
- Il sistema viario dei grandi assi è completato dalla presenza della ferrovia, che corre parallela alla S.S. 12.

- La trama della viabilità di scala locale è caratterizzata da strade di livello comunale che collegano le diverse frazioni, e da molte strade vicinali e capezzagne, che raggiungono le numerose corti e nuclei storici sparsi nel territorio.

Presenza di aree naturalistiche soggette a protezione speciale

- Il bacino dell'Adige è stato individuato quale zona SIC "Fiume Adige tra Belluno Veronese e Verona est", area sottoposta a particolare tutela ambientale.
- Presenza di altra zona protetta, sottoposta a Piano comunale di Valorizzazione ambientale (P.U.V.A).
- Percorso naturalistico "Alzaia" che costeggia l'Adige, lungo tutto il territorio, ed è individuato nell'ambito del SIC, attualmente fruibile solo per alcuni tratti.

San Giovanni Lupatoto

Fonti

PAT: Norme tecniche.

Prospettive di sviluppo

Viabilità

- Riqualificazione degli assi stradali, o loro tratti parziali, lungo i quali si addensa l'edificazione diffusa, in particolare lungo la strada provinciale Via Scaiole.
- Riorganizzazione, potenziamento e riqualificazione della viabilità comunale/urbana di Via Palustrella a confine con il Comune di Zevio.
- Nella frazione di Raldon:
    - realizzazione di una viabilità comunale di connessione con la viabilità extraurbana per Buttapietra, verso Ovest, per scaricare il flusso di traffico della viabilità esistente di ingresso alla frazione;
    - realizzazione di una nuova strada comunale che dal centro abitato si collega alla strada che conduce al cimitero per facilitare l'accesso al centro urbano della frazione;
    - realizzazione di una strada di collegamento con la zona produttiva a Sud della frazione.
- Riqualificazione della viabilità extraurbana SP 2 "Legnaghese" e della viabilità provinciale SP 19. Valorizzazione della funzione di distribuzione urbana locale, anche mediante revisione del sistema della circolazione, interventi di moderazione del traffico, istituzione di "zone 30", zone a traffico limitato, ecc.

- Nell'area del polo produttivo lupatotino:
    - promozione di accordi con il Comune di Verona per lo studio di una scelta viabilistica a scala territoriale condivisa per la soluzione delle difficoltà di relazioni territoriali;
    - gerarchizzazione della rete viaria esistente rispetto alle esigenze della mobilità ed al carattere dei luoghi attraversati, mediante l'integrazione del sistema della mobilità, il riassetto del sistema della circolazione e gli interventi di riqualificazione delle strade;
    - miglioramento della funzionalità complessiva, con la razionalizzazione e la riorganizzazione della viabilità interna soprattutto in corrispondenza dei punti di conflitto e dei generatori di traffico e revisione del sistema di connessione con la viabilità territoriale e comunale.
- Realizzazione di una pista ciclabile lungo il fiume Adige in concertazione e con accordi con il Comune di Zevio ed il Comune di Verona.
- Riorganizzazione, riqualificazione e potenziamento della rete ciclo-pedonale esistente.
- Potenziamento della rete dei servizi pubblici.

Sviluppo residenziale

- In ambito territoriale "Capoluogo di S. Giovanni Lupatoto", verso il confine meridionale con il Comune di Zevio, in corrispondenza di Via Verona, sviluppo dell'area residenziale esistente, con realizzazione di aree a standard, previsione di un parco urbano, e potenziamento della viabilità di accesso all'area.
- Nell'ambito territoriale di Raldon, riordino, riqualificazione e completamento del sistema insediativo consolidato esistente. Sviluppo ed espansione residenziale dell'area urbana consolidata in corrispondenza del confine settentrionale con l'ampliamento dell'area residenziale esistente nelle immediate vicinanze degli impianti sportivi. Ampliamento dell'area residenziale esistente in corrispondenza della porzione orientale della frazione.
- Nella frazione di Pozzo Camacici, riqualificazione e riconversione dell'area attualmente destinata ad attività produttive (con presenza anche di allevamenti zootecnici intensivi), situata a Sud al confine con il Comune di Zevio ed antistante gli impianti sportivi, a ridosso di un'area residenziale consolidata. Tale area è destinata ad un processo di ristrutturazione e di trasformazione urbanistica ed edilizia in area residenziale. Ispessimento dell'area residenziale consolidata a ovest della frazione. Ampliamento dell'area residenziale consolidata in adiacenza alla SP 2.

Altro

- Realizzazione di un Parco Campagna a ridosso del Centro Storico del capoluogo di San Giovanni Lupatoto. Tale area, pur mantenendo la destinazione agricola, viene destinata anche alla fruizione pubblica per le attività ricreative del tempo libero, per il gioco e lo svago all'aria aperta. Recupero e riqualificazione degli edifici esistenti finalizzato al miglioramento della qualità degli stessi in coerenza con il particolare contesto ambientale ed in adeguamento anche alle nuove funzioni ammesse oltre alla residenza (attività ricettive, turismo rurale, agriturismo ecc.).
- Potenziamento dell'area degli impianti sportivi di valenza sovracomunale.
- Vicino agli impianti sportivi, individuazione del Polo di orientamento professionale multi indirizzo costituito da un complesso tecnico-commerciale e didattico-imprenditoriale, legato anche al settore alimentare, finalizzato alla formazione professionale, all'orientamento e alla riqualificazione. Tale Polo è previsto dal Piano d'Area Quadrante Europa.
- Nel polo produttivo lupatotino, razionalizzazione, riorganizzazione, rinnovamento e completamento del sistema insediativo produttivo esistente con l'individuazione di ambiti da adeguare alle nuove funzioni integrative previste e l'inserimento di servizi di supporto all'impresa per la ricerca, l'innovazione, il marketing, la finanza ecc. Interventi di nuove costruzioni in corrispondenza delle aree ancora non edificate e dei vuoti residui fra gli insediamenti esistenti.
- Interventi di riordino della zona agricola in ambito territoriale "Parco dell'Adige" con eliminazione di allevamenti zootecnici in parte dismessi, e conseguente ricomposizione ambientale.
- Valorizzazione di itinerari di interesse ambientale, viabilità minore, percorsi pedonali-ciclabili ed equitabili, in ambito territoriale "Pianura sud-occidentale".
- Riqualificazione e rivitalizzazione dei centri storici di San Giovanni Lupatoto e della frazione di Pozzo Camacici.
- Ampliamento della Scuola Elementare "Marconi" nel centro abitato della frazione Pozzo Camacici e modesto ispessimento dell'area residenziale consolidata circostante.
- In Ambito territoriale "ex cartiera ed ex ricamificio":
    - riordino, riqualificazione e completamento del sistema insediativo consolidato esistente.
    - conferma ed attuazione dei programmi integrati di riqualificazione urbanistica di due aree produttive dismesse, ex-Cartiera Saifecs ed ex-Ricamificio, e riclassificate in zona residenziale di ristrutturazione urbanistica come da pianificazione vigente.
    - realizzazione di un parcheggio pubblico in prossimità del fiume Adige.

  - integrazione del sistema viabilistico esistente con la viabilità prevista negli interventi di ristrutturazione urbanistica (ex Cartiera Saifecs ed ex Ricamificio).
- Dimensionamento per il sistema insediativo residenziale:
  - volume totale (comprensivo di volume residuo PRG vigente e volume aggiuntivo previsto dal PAT): 514200 m^3;
  - standard urbanistici aggiuntivi totali (differenza tra i richiesti e gli esistenti): 158562 m^2.

Presenza di elementi rilevanti per la possibilità di impatto sulla qualità dell'aria

Generatori di traffico: centro commerciale "Verona Uno", Negozio/Punto vendita "Castorama", centro multisala "Uci", situati nel polo produttivo lupatotino.

Presenza di aree naturalistiche soggette a protezione speciale

SIC "Parco dell'Adige": si estende nel territorio aperto compreso tra il confine comunale a Nordest, lambito dal fiume Adige, ed il tessuto urbano del Capoluogo a Sudovest ed il Polo Lupatotino a Nordovest.

San Martino Buon Albergo

Fonti

PAT: documento preliminare.

Prospettive di sviluppo

- Insediamento di un polo logistico (magazzini generali di una catena della grande distribuzione) nell'area destinata ad impianti industriali, posta a sud dell'autostrada e del borgo di Case Nuove. Il carico urbanistico (traffico pesante) generato dalla piattaforma logistica va valutato in relazione alla viabilità esistente nell'area con attenzione alla frazione di Case Nuove. Una risposta sarà la contestuale realizzazione del percorso viario di margine all'abitato previsto dal PRG. Per un miglioramento più marcato si può ipotizzare una connessione diretta alla complanare, verificandone la fattibilità con i diretti interessati.
- Obiettivo di allestire un nuovo polo industriale in prossimità del raccordo tra la complanare e la variante alla SS 11 nuova Porcilana.
- Il PAT recepisce la pianificazione di ordine superiore imposta dal PAQE relativamente a:
  - la "Porta della Musica", per la quale è necessario prevedere adeguati spazi destinati allo svolgimento di grandi eventi musicali e manifestazioni in genere,

un auditorium e strutture polifunzionali connesse, nonché lo sviluppo di una ricettività alberghiera legata al turismo congressuale e fieristico;

- il Centro Olimpia, sistema di aree e strutture destinate alle attività sportive svolte prevalentemente all'aria aperta;
- il "Polo tecnologico Bios" che dovrà essere costituito da un insieme di strutture e opere organizzate per concentrare e potenziare attività ad alto contenuto tecnologico e innovativo nel settore delle biotecnologie agroalimentari, inserendosi nel circuito delle biotecnolgie dell'area veronese.

- Il PAT provvederà alla individuazione di aree e strutture idonee per il turismo congressuale e fieristico, l'escursionismo, l'agriturismo, l'attività sportiva, ottimizzando e integrando le strutture ricettivo-turistiche esistenti; inoltre provvederà a dotare di servizi e rafforzare le attrezzature esistenti, in funzione sia della popolazione locale, che di quella legata alla fruizione turistica e congressuale, secondo modelli culturalmente avanzati.
- Rivitalizzazione del tessuto commerciale compatibile, conversione o ri-localizzazione delle attività incompatibili.
- Individuazione di un'area a sud della zona produttiva, lungo il versante meridionale della tangenziale sud ed in prossimità di un'area produttiva già esistente, dove l'Amministrazione Comunale intende realizzare, con un piano particolareggiato di iniziativa pubblica, lotti di piccolo taglio e a prezzi calmierati per il trasferimento di attività artigianali e di piccole imprese, attualmente sparse sul territorio, in un contesto organizzato ed attrezzato in modo adeguato ed opportuno, anche in considerazione dei prezzi elevati del mercato immobiliare locale.
- Integrazione del sistema dei servizi nei tessuti urbani, soprattutto attraverso l'organizzazione di un adeguato e specifico sistema di accessibilità/sosta per i servizi di interesse comunale.
- Possibile creazione di un distretto tecnologico, attività di servizio all'impresa ed all'uomo per una migliore qualità della vita e del lavoro delle imprese.
- Per le infrastrutture a scala sovracomunale il PAT recepisce le previsioni di pianificazione sovraordinata e definisce la connessione alla rete di infrastrutture e di servizi per la mobilità di maggiore rilevanza, avendo riguardo anche ai servizi di trasporto in sede propria, al sistema dei parcheggi di scambio e di interconnessione ed agli spazi per l'interscambio tra le diverse modalità di trasporto urbano o extraurbano. Per le infrastrutture a scala locale, il PAT definisce il sistema della viabilità locale e della mobilità ciclabile e pedonale e i collegamenti con la viabilità sovracomunale.
- Regolamentazione dei percorsi ciclabili e pedonali, con la precisazione della normativa per la segnaletica turistica e di quella pubblicitaria, comunque localizzata.

- Integrazione del sistema della viabilità pedonale/ciclabile con quella esterna alle aree urbane.
- Il PAT valuterà il progetto relativo al Centro di Ricerca San Raffaele del Comune di Lavagno per le conseguenze urbanistiche che induce (viabilità, mercato immobiliare).
- Riqualificazione delle cave dismesse, presenti sul territorio, finalizzata alla ricomposizione e al ripristino ambientale, al riassetto idrogeologico, secondo un processo di armonizzazione con l'ambiente circostante.
- Riqualificazione, valorizzazione e rivitalizzazione dei Centri Storici del Capoluogo di San Martino Buon Albergo, delle frazioni di Ferrazze, Marcellise e Mambrotta, nel rispetto dei valori architettonici esistenti e adeguandoli alle necessità e ai bisogni attuali della collettività.

Presenza di elementi significativi per l'impatto sulla qualità dell'aria

- Autostrada A4, con il relativo casello posto in relazione con gli svincoli delle tangenziali Est e Sud, linea ferroviaria Milano-Venezia, SR 11, strade provinciali per Ferrazze e Marcellise verso nord.
- Il territorio di San Martino Buon Albergo è interessato dal tracciato ferroviario dell'alta velocità.

Presenza di aree naturalistiche soggette a protezione speciale

SIC "Fiume Adige tra Verona Est e Badia Polesine".

San Pietro in Cariano

Fonti

PAT: documento preliminare e relazione ambientale.

Prospettive di sviluppo

- Costruzione di un tronco di bretella per la realizzazione della circonvallazione nella frazione di Pedemonte.
- Valutazione della necessità di parcheggi aggiuntivi alla dotazione attuale in tutte le frazioni.
- Implementazione della sede dell'Università di Verona, indirizzo enologico, nella frazione di S. Floriano.
- Presenza di elementi e aree da riconvertire, destinandoli prevalentemente a servizi e residenza, in località di Pedemonte (cantina Bolla e area ex Merci), San Floriano (Beghini, area artigianale a nord della frazione), e Corrubio (lavanderia in zona

"Borgo nuovo"), San Pietro in Cariano ("ex-Lonardi"), adeguando la viabilità esistente alle nuove esigenze.

- Possibilità di istituire un "parco agricolo" lungo i corridoi ecologici individuati dalla Regione Veneto.
- Possibilità di realizzare una struttura per la produzione di energia attraverso fonti sostenibili, preferibilmente fotovoltaico.
- Il Comune di San Pietro in Cariano ha organizzato uno sportello informativo ("Sportello energia") a sostegno dei progetti che prevedono di realizzare strutture che applichino le metodologie costruttive atte ad ottenere un involucro edilizio che permetta il contenimento del consumo energetico, e che utilizzino impianti per produrre energia attraverso fonti rinnovabili.
- Promozione dell'evoluzione delle attività turistiche.
- In relazione al sottosistema infrastrutturale sovracomunale, il PAT definisce:
    - il tracciato ed il progetto del quadruplicamento ferroviario Alta capacità;
    - la rete di infrastrutture e di servizi per la mobilità di maggiore rilevanza, con relativi sistemi di raccordo e svincolo rispetto alla viabilità locale, con riguardo al sistema dei parcheggi di scambio e di interconnessione, ed agli spazi per l'interscambio tra le diverse modalità di trasporto urbano ed extraurbano.
    - il completamento della S.P. 1 (tangenziale) verso Fumane, Marano e Negrar, per alleggerire la S.P. n.4 dal traffico diretto al polo ospedaliero;
    - i punti critici dei generatori di traffico di tipo continuo (la S.S. n.1A, la S.P. 4, svincolo di uscita della bretella), e di tipo puntuale (aree scolastiche, aree sportive, zone produttive).
- In relazione al sottosistema infrastrutturale locale, il PAT prevede:
    - la promozione e progettazione di una circonvallazione alternativa alla S.P.4 allo scopo di decongestionare i nuclei urbani attraverso:
        - la riqualificazione della strada vecchia Parona-Pedemonte,
        - la realizzazione della bretella Pedemonte-San Floriano,
        - la realizzazione del collegamento dell'area ex Lonardi con la bretella Valpolicella-Villafranca S.P. n.1 (tangenziale),
        - il completamento della bretella Valpolicella-Villafranca verso Fumane, Marano e Negrar;
    - l'alleggerimento degli incroci della S.P. n.4 con le arterie di innesto a pettine, attraverso la realizzazione di rotonde;
    - l'organizzazione di un sistema di piste ciclabili e pedonali di collegamento tra le frazioni, il centro di S. Pietro in Cariano, le emergenze architettoniche da

riconvertire al ricettivo, i Comuni limitrofi, il Parco dell'Adige del confinante Comune di Pescantina, allo scopo di creare una rete ecologica diffusa sull'intero territorio comunale e intercomunale.

Presenza di aree naturalistiche soggette a protezione speciale

SIC "Fiume Adige tra Belluno Veronese e Verona ovest".

S. Ambrogio di Valpolicella

Fonti

PRG, comunicazione personale del tecnico comunale.

Prospettive di sviluppo

- Completamento e nuovo sviluppo di aree residenziali, per un massimo di 14000 m^3, in parte attraverso la riconversione di aree dimesse.
- Realizzazione di nuovo centro commerciale a sud-est di Domegliara.
- Possibilità di riqualificazione di alcuni tratti della S.S. n.12, con realizzazione di rotonde.

Sommacampagna

Fonti

PAT: Documento preliminare e relazione tecnica.

Prospettive di sviluppo

- Accordi di programma sui progetti di sviluppo aeroportuale. Molto probabilmente l'aeroporto è destinato a ulteriore espansione. Sono in corso lavori di ampliamento della stazione passeggeri esistente, ma ulteriori espansioni sono impossibili a causa della carenza di spazi e della presenza di strade e autostrade intorno. Appare soluzione obbligata la progettazione di una nuova aerostazione, ma non c'è ancora un progetto.
- Potenziamento della accessibilità viabilistica all'aeroporto dal sistema autostradale e dalle tangenziali.
- Nuova sede per la SS11. Il tracciato più conveniente fiancheggia la linea ferroviaria sul lato sud
- Realizzazione della linea ferroviaria "alta capacità". Una conferenza dei servizi opta per traslazione del tracciato originariamente contenuta nel Piano d'Aria Quadrante Europa che lo collocava a fianco dell'autostrada, a fianco della ferrovia Mi-Ve, lungo lato nord del confine comunale.

- Individuazione e realizzazione di una nuova sede per la SS11 Padana Superiore: esiste solo qualche indicazione "di massima" nel PAQE e nel progetto del sistema tangenziali proposto da Soc. Autostrada Bs-Pd. Il tracciato più conveniente sembra quello proposto dal PAQE, che lo localizza a fianco della linea ferroviaria sul lato Sud. La SS11 non tocca direttamente il territorio comunale, ma lo interessa a nord attraversando il Comune di Sona.
- Potenziamento della strada provinciale n.26 "Morenica".
- Ribaltamento del Casello autostradale a nord della A4, prevedendo i necessari raccordi con la viabilità di progetto di cui sopra.
- Linea metropolitana di superficie, prevista dal PAQE.
- Realizzazione del parco sportivo ricreativo "Mirabilia" (500000 m^2).
- Adeguamento del sistema insediativo residenziale, produttivo, commerciale, strutture ricettive.
- Realizzazione di parco urbano in area di cave dismesse.
- Miglioramento della rete viaria e creazione di percorsi pedonali e ciclabili protetti in ATO 1 (Sommacampagna) e ATO 3 (Custoza).
- Potenziamento delle strutture scolastiche in ATO 1 e realizzazione della nuova scuola dell'obbligo in ATO 3 (Custoza).
- Riqualificazione di parte delle zone produttive esistenti in ATO 2 (Caselle).
- Razionalizzazione della viabilità in ATO 2 (Caselle).
- Soluzione dei problemi di incompatibilità di numerosi allevamenti intensivi posti in vicinanza di centri abitati.
- Riconversione di attività produttive incompatibili in ATO 2 (Caselle).
- Tutela della flora e della fauna negli ambiti rurali collinari e di pianura.
- Tutela naturalistica (flora e fauna) in ATO 4 (Valli e meandri del fiume Tione).
- Tutela degli ambiti di interesse storico, ambientale, culturale in ATO 3 (Custoza).
- Dimensionamento per il carico insediativo aggiuntivo:
    - Residenza: 240300 m^3,
    - Produttivo: 382930 m^3,
    - Terziario: 408340 m^3,
    - Turistico-ricettivo: 50060 m^3.
- Dimensionamento per gli standard urbanistici totali: 493945 m^2.

Sona

Fonti

PRG

Prospettive di sviluppo

- Espansione e completamento zone residenziale e produttivo in località Sona, Palazzolo e Lugagnano.
- Ampiamento della struttura per l'interscambio ferro-gomma sita in località Montespada (della ditta "Corbaz"), in prossimità della stazione ferroviaria Sona – Sommacampagna.
- Riqualificazione di zona situata in località S.Quirico, destinandola all'insediamento di attività commerciali.

Valeggio sul Mincio

Fonti

PAT: documento preliminare.

Prospettive di sviluppo

- In accordo con la programmazione della Provincia di Verona, potenziamento della SP27 per Castelnuovo e di parte della SR249 a sud del Capoluogo, anche in previsione della prossima realizzazione della nuova autostrada Tirreno-Brennero (TiBre).
- Per le infrastrutture a scala sovracomunale, definizione della rete di infrastrutture e di servizi per la mobilità di maggiore rilevanza, avendo riguardo anche ai servizi di trasporto in sede propria, al sistema dei parcheggi di scambio e di interconnessione ed agli spazi per l'interscambio tra le diverse modalità di trasporto urbano o extraurbano.
- Per le infrastrutture a scala locale, definizione del sistema della viabilità locale e della mobilità ciclabile e pedonale, e dei collegamenti con la viabilità sovracomunale.
- Individuazione di aree destinate a servizi, anche per equilibrare eventuali dotazioni di standard attualmente carenti, dimensionando le previsioni alle effettive necessità ed utilizzando anche le risorse ambientali presenti e disponibili.
- Miglioramento della funzionalità complessiva degli ambiti produttivi e commerciali, garantendo una corretta dotazione di aree per servizi, opere ed infrastrutture.
- Individuazione dei limiti per la nuova edificazione, in corrispondenza dei fronti meridionale e orientale dell'attuale area produttiva esistente nel Capoluogo, in funzione ed in relazione alla struttura produttiva organizzata esistente, finalizzata al trasferimento di attività produttive in zona impropria e/o in aree che non permettono ulteriori espansioni per limiti fisici.

- Ampliamenti residenziali a bassa densità edilizia limitatamente alle aree adiacenti ai centri abitati esistenti del Capoluogo e delle frazioni per necessità "fisiologiche" di crescita.
- Riordino, riqualificazione e potenziamento delle aree destinate a parchi tematici e ad attività ricreative (es.: Acquapark Altomincio, Parco Acquatico Cavour).
- Interventi di ristrutturazione e riqualificazione urbanistico-edilizia di aree degradate, eliminazione di opere incongrue con riconoscimento di credito edilizio quali allevamenti intensivi ubicati nei pressi dei centri abitati ed in aree di pregio ambientale e naturalistico, a sud del Capoluogo di Valeggio sul Mincio e a ovest del sistema insediativo della frazione di Borghetto. Riqualificazione delle cave dimesse presenti nella parte sud-occidentale del capoluogo.
- Riqualificazione di aree ancora assoggettate a servitù militare e già da tempo dismesse nella loro funzione e nel loro impiego, situate nella zona collinare a settentrione del Capoluogo e denominate Monte Vento e Monte Mamaor, in attività ricreative per la fruizione del tempo libero e al turismo visitazionale, culturale ed enogastronomico, tra cui la ricettività a supporto dello stesso, all'interno della rete organizzata degli itinerari e dei percorsi ciclo-pedonali ed equitabili.
- Tutela e valorizzazione dell'area naturalistica, situata ai margini delle colline moreniche, del Parco Giardino Sigurtà e dell'ambito naturalistico del Mincio, con promozione e incentivazione della fruizione turistica e delle attività ricreative attraverso l'organizzazione di percorsi ciclo-pedonali ed equitabili connessi con gli insediamenti ed il territorio aperto, utilizzando anche la rete dei percorsi naturali esistenti, e la promozione di attività per la fruizione del tempo libero e di servizio, impostate e condotte secondo modalità rispettose dell'ambiente.

Verona

Fonti

PAT, Piani degli Interventi.

Prospettive di sviluppo

- Redazione di un piano urbano della mobilità che riorganizzi il trasporto pubblico ridefinendo i percorsi e potenziandolo, e tenga conto della realizzazione di nuovi sistemi di trasporto rapido di massa. Elementi significativi sono:
    - traforo delle Torricelle,
    - filovia,
    - tangenziali venete,
    - variante della S.S. n. 12.

- Progressivo ricambio degli attuali mezzi a gasolio con mezzi a metano.
- Pianificazione e potenziamento delle piste e dei percorsi ciclabili.
- Incentivazione delle relazioni pedonali, specie nel rapporto casa-scuola con particolare attenzione ai temi della sicurezza.
- Politiche di riqualificazione morfologica della viabilità urbana finalizzata alla moderazione del traffico e al recupero di spazi per la vita di relazione; estensione delle zone pedonalizzate, inserimento di ZTL (zone a traffico limitato) nel centro storico e di "zone 30" nei quartieri.
- Riorganizzazione della logistica urbana delle merci in chiave di maggiore sostenibilità;
- Individuazione di idonei parcheggi scambiatori nei punti di scambio fra la mobilità provinciale e la rete dei trasporti pubblici cittadini (Verona Sud, Ca' di Cozzi, San Michele, Verona Porta Nuova).
- Potenziamento del trasporto pubblico dai Comuni della corona alla Città a partire dalla Metropolitana ferroviaria per l'aeroporto e dal sistema ferroviario metropolitano regionale (S.F.M.R.).
- Potenziamento selettivo della grande viabilità e coerente inserimento nella stessa della rete provinciale e statale (ss. 11 e 434 in particolare).
- Miglioramento della accessibilità alle aree ospedaliere di Borgo Roma.
- Ristrutturazione dell'asse viario dal casello autostradale di Verona Sud alla città storica.
- Inserimento dell'alta capacità ferroviaria valorizzando la stazione.
- Localizzazione dell'attuale scalo merci ferroviario in zona idonea in fregio al Quadrante Europa.
- Miglioramento dei collegamenti di quartieri e frazioni con la città.
- Politiche di diffusione del "mobility management".
- Potenziamento e riorganizzazione del Quadrante Europa.
- Potenziamento delle aree idonee a ospitare siti industriali e/o produttivi, sviluppando soluzioni ecologicamente sostenibili, e diversificazione degli stessi in diverse tipologie per consentire al Consorzio Zai il governo delle richieste di inserimento localizzando ogni nuovo insediamento nel sito più coerente alla tipologia produttiva.
- Potenziamento dei servizi fieristici.
- Recupero delle aree centrali dimesse a Verona Sud con l'intento di costruire una vera e propria parte di città che affianchi agli interventi privati elementi consistenti di utilità ad uso pubblico e riconnessione urbanistica dei quartieri residenziali limitrofi.

- Qualificazione dei due quartieri di Santa Lucia-Golosine e di Borgo Roma e dei loro margini verso la ZAI storica e loro connessione attraverso una viabilità di rango urbano.
- Previsione, nella nuova Verona Sud, di una "pluralità di funzioni", comprese quelle abitativa culturale e sociale, e di funzioni direzionali private ma anche pubbliche come coerente alternativa alla permanenza di attrattori significativi nel Centro storico.
- Incentivazione di azioni di recupero e valorizzazione del patrimonio edilizio esistente nel centro storico.
- Recupero dell'esistente rispetto all'utilizzo di ulteriori quote di territorio e inserimento di funzioni e attività compatibili con la natura dei luoghi, nel quartieri e nelle frazioni.
- Il dimensionamento teorico del P.A.T. prevede un volume totale di 5000000 m^3 di sviluppo insediativo previsto nell'arco decennale, che interessa, per una percentuale molto ampia (circa il 35%), l'ambito di ristrutturazione e riconversione della ZAI storica di Verona sud, mentre soltanto una piccola quota di edificabilità (5%) risulta in zona agricola e corrisponde al recupero delle corti rurali esistenti.
- Adeguamento delle aree a servizi e a verde ai moderni standard e all'obiettivo di dotare ogni realtà urbana di tutte le principali funzioni; attenzione a prevedere in ogni quartiere luoghi e spazi che favoriscano momenti e attività di aggregazione sociale.
- Individuazione di aree particolarmente degradate, o con presenza di attività non più compatibili con le caratteristiche del luogo e degli ambiti urbani (Aree Recupero Urbano), determinazione delle funzioni insediabili, sia sotto il profilo della qualità che della quantità (e dei costi ambientali di bonifica).
- Rivisitazione delle aree adibite a sviluppo residenziale; definizione dei criteri e delle modalità per l'applicazione della perequazione nelle aree di nuovo insediamento e nelle aree di ristrutturazione urbanistica; inserimento di idonee aree Peep (Edilizia Economica Popolare) con annessi servizi alla persona ed attenzione alle politiche della casa come fattore di qualità sociale e di innovazione.
- Riconfigurazione dell'ospedale di Borgo Trento come "ospedale della città" con possibile dismissione dall'uso ospedaliero del geriatrico e gestione col quartiere della corrispondente area.
- Individuazione di nuovi poli scolastici e sportivi, attraverso appositi studi di fattibilità.
- Predisposizione di un piano del verde che dovrà costituire l'elemento connettivo della città, e favorire una diversa qualità della vita nei quartieri; identificazione dei futuri parchi urbani Nord e Sud e delle riserve naturali; prefigurazione di un iter privilegiato per il parco dell'Adige e per il Parco delle Mura.

- Riqualificazione ambientale della zona collinare della città con attenzione alle diverse morfologie e caratteri dei luoghi; valorizzazione della collina come sistema di servizi ambientali da offrire alla Città anche attraverso il coinvolgimento del terzo settore.

Presenza di aree naturalistiche soggette a protezione speciale
SIC "Val Gallina e Progno Borago"
SIC "Belluno Veronese e Verona Ovest"
SIC "Fiume Adige tra Verona Est e Legnago"

Villafranca di Verona

Fonti

PAT documento preliminare e relazione ambientale, PRG, PAQE

Prospettive di sviluppo

- Realizzazione della variante alla SS n° 62 "Grezzanella", per la quale dovranno essere definiti nuovi ingressi alla città e ricercate le condizioni affinché il primo stralcio attuativo arrivi fino alla SP n° 3, che porta al casello autostradale di Nogarole Rocca sulla A22, per non aggravare le criticità nei centri abitati che sarebbero ancora congestionati dal traffico di attraversamento.
- Necessità di delineare i nuovi scenari indotti dal previsto collegamento autostradale TIBRE.
- Promozione di politiche di qualificazione e potenziamento e definizione di interventi di trasformazione urbanistica, edilizia e funzionale per i Poli funzionali esistenti: centro Storico di Villafranca e Castello Scaligero, aeroporto Catullo, polo Postumia. Saranno recepite le indicazioni del PAQE.
- Le funzioni urbane che partecipano a determinare il rango urbano di Villafranca, e che vengono pertanto considerate dal PAT sono ospedale Magalini, strutture militari, polo scolastico per l'istruzione superiore, golf club di Villafranca.
- Istituzione del Parco Naturale del Tartaro Tione, come indicato nel PAQE.
- La disciplina per le aree produttive dovrà privilegiare l'insediamento di attività terziarie, direzionali e di servizio alle imprese locali e il potenziamento di quelle esistenti, anche nell'ottica di promuovere la costruzione di un polo tecnologico per la ricerca e l'innovazione, indicativamente localizzato nell'attuale area industriale di Villafranca.
- Il PAT recepisce, integra e sviluppa le indicazioni dettate dal PAQE per il polo Postumia e prevede, al fine di valorizzare e promuovere le attività industriali, artigianali e commerciali - direzionali locali:

  - la razionalizzazione, la riorganizzazione e il rinnovamento degli insediamenti esistenti;
  - iniziative per la ristrutturazione e l'adeguamento viabilistico per garantire un'adeguata dotazione di standard urbani;
  - i criteri e le modalità atti a migliorare l'integrazione tra le diverse funzioni presenti nell'area;
  - gli spazi per l'insediamento dei servizi «rari» necessari alle imprese, quali la ricerca, l'innovazione, il marketing, la finanza, le assicurazioni e la pubblicità;
  - i criteri costruttivi per elevare la qualità formale dei fabbricati e la caratterizzazione dei luoghi;
  - l'individuazione di spazi e strutture da destinare alle ricettività alberghiera e congressuale collegate alle funzioni proprie del Polo Postumia e anche a quelle più propriamente turistiche, come disciplinate all'articolo 81 delle presenti norme.
- Costituzione del parco regionale Tartaro Tione, in area caratterizzata da significative presenze naturalistiche e ambientali, in recepimento del PAQE Art. 92.
- Per quanto riguarda l'aeroporto Catullo, punto centrale del sistema aeroportuale del Veneto Occidentale, si prevede il miglioramento della qualità del servizio offerto e il potenziamento delle attività di aviazione generale, il Comune di Villafranca, d'intesa con gli altri Comuni interessati e la Provincia, in recepimento dell'Art. 4 del PAQE, prevede il collegamento degli scali aeroportuali fra loro e con i centri di principale interesse tramite il sistema di trasporto metropolitano e ferroviario.
- Recepimento delle indicazioni dettate dall'Art. 12 del PAQE relative alla linea Metropolitana di superficie, inserendo nel piano regolatore i tracciati definitivi della linea metropolitana, le relative fasce di rispetto, le stazioni e i parcheggi scambiatori, privilegiando i collegamenti fra i principali attrattori e punti di interscambio della città e i Comuni con maggiore densità abitativa.
- Promozione della mobilità ciclabile urbana ed extraurbana.

Zevio

Fonti

Documento preliminare al PAT

Quadro di sintesi delle politiche e delle azioni del documento preliminare al PAT

Prospettive di sviluppo

- Delocalizzazione attività produttive fuori zona non compatibili.

- Recupero di eventuali siti dismessi da attività produttive.
- Opere di mitigazione ambientale per le zone produttive esistenti in generale ed in particolare nelle aree limitrofe ai SIC.
- Qualificazione del corridoio biologico dell'Adige esistente tra la frazione di S. Maria e il Capoluogo.
- Recupero edifici in zona agricola a scopo agrituristico e per il turismo ciclabile o comunque per attività compatibili ed a basso impatto.
- Realizzazione del parco naturale dell'Adige, in collaborazione con i Comuni di San Giovanni Lupatoto e San Martino Buon Albergo.
- Riqualificazione dei Centri Storici del Capoluogo, delle Frazioni e di quelli minori, attraverso Programmi Integrati.
- Per gli edifici pubblici, uso di tecnologie a basso consumo energetico e di fonti energetiche rinnovabili, per gli edifici privati incentivazione, mediante scomputi di oneri e bonus volumetrici, per l'utilizzo delle stesse tecnologie.
- Riqualificazione ambientale dei siti delle cave dismesse vicino alla frazione di Campagnola
- Riqualificazione ambientale dei siti sedi di allevamenti in fase di dismissione, utilizzando le disposizioni degli strumenti della normativa vigente.
- Realizzazione polo natatorio nell'area già prevista a servizi nel Capoluogo.
- Realizzazione nuovo istituto scolastico superiore a Campagnola.
- Ampliamento delle aree produttive lungo la S.P. n° 19 Ronchesana, concertato con la Provincia.
- Consolidamento delle attività produttive fuori zona ritenute compatibili.
- Consolidamento impianto sportivo esistente per il tiro a Piattello in località Bridi a Perzacco.
- Rielaborazione programma complesso dell'area per impianti sportivi a ridosso del fiume Adige.

- Interventi finalizzati a reperire aree ed a realizzare eventuali strutture, nel Capoluogo, che consentano di mantenere e sviluppare il Mercato domenicale di Zevio, evento ampiamente consolidato sul territorio.

- All'interno del progetto culturale "Zevio Città della Callas" il reperimento di aree e realizzazione di strutture che si rendano necessarie allo scopo.

- Ottimizzazione delle aree produttive esistenti, localizzate a ovest della località Santa Maria e a Sud-Est del capoluogo.

- Predisposizione di un insieme di percorsi pedonali/ciclabili sia lungo le due sponde del fiume Adige al fine di formare la pista ciclabile Adriatica, sia di collegamento delle piste ciclabili alla rete esistente o in corso di realizzazione all'interno dell'intero territorio comunale che ne consenta, attraverso un organico posizionamento, un elevato livello di fruizione da parte dei cittadini residenti oltre che di eventuali utilizzatori esterni.

Presenza di elementi significativi per il possibile impatto sulla qualità dell'aria

- Strada provinciale n°3 " La Mediana" nel tratto che da Oppeano arriva sino a Belfiore.
- Linea ferroviaria ad alta velocità, che da San Bonifacio dovrebbe scendere a sud sino a lambire il confine comunale nord per passare a fianco della tangenziale sud di Verona.

Sintesi

In questo paragrafo verranno sintetizzate i principali elementi di sviluppo, relativamente agli attrattori di traffico e alla rete delle infrastrutture.

Tabella 3-40: Principali nuovi attrattori di traffico.

Attrattore	Comune
Sviluppo aeroporto	Sommacampagna
Parco "Mirabilia"	Sommacampagna
Centro Guida sicura	Bussolengo
Polo ippico	Castelnuovo
Centro sanitario S. Raffaele	Lavagno
Porta della Musica	San Martino Buon Albergo
Centro Olimpia	San Martino Buon Albergo
Polo tecnologico "Bios"	San Martino Buon Albergo
Nuovo polo logistico	San Martino Buon Albergo
Nuovo polo industriale	San Martino Buon Albergo
Polo logistico in località Case	San Martino Buon Albergo
Centro commerciale	Sant'Ambrogio di Valpolicella

Tabella 3-41: Principali nuove infrastrutture.

Progetto per infrastrutture	Comune
Traforo delle Torricelle	Verona
Filovia	Verona
Tangenziali Venete	Verona
Metropolitana	Pescantina, Sommacampagna,Verona, Villafranca
TI-BRE	Valeggio sul Mincio
Linea Alta Velocità	Castelnuovo D. G., S. Pietro in C., Sommacampagna, Zevio, S. Martino B. A., Pescantina, Verona
Variante della SS. 12	Verona
Potenziamento ss 11 e 434	Verona
Completamento strada "Gardesana"	Bussolengo
Completamento strada "interquartierale"	Bussolengo
Variante alla SS. 12	Buttapietra
Circonvallazione alternativa alla SP 4	S. Pietro in C.
Completamento della tangenziale SP 1verso Fumane, Marano e Negrar	S. Pietro in C.
Nuovo casello autostradale di Castelnuovo, riqualificazione della SR 11, completamento della tangenziale, definizione di un nuovo tracciato tra i caselli di Castelnuovo e Verona Nord	Castelnuovo D. G.
Bretella SR. 450	Castelnuovo D. G.
Nuovo asse viario dalla tangenziale sud a Vago e via S. Giacomo di sopra, per svincolo centro S. Raffaele	Lavagno
Realizzazione nuova viabilità comunale nella frazione di Raldon	S. Giovanni L.
Riqualificazione di SP2 e SP 19	S. Giovanni L.
Potenziamento viabilità di accesso all'aeroporto, nuova sede per la SS 11, potenziamento della SP. 26	Sommacampagna
Variante alla SS. 62 "Grezzanella"	Villafranca di Verona
Potenziamento SP 27 e SR 249	Valeggio sul Mincio

Tabella 3-42: Principali fonti esaminate per analizzare le prospettive di sviluppo del territorio.

Comune	Fonte
Bussolengo	PAT
Buttapietra	PRG
Castel d'Azzano	PRG
Castelnuovo del Garda	PATI
Grezzana	PAT
Lavagno	PATI, PI
Negrar	PAT
Pescantina	PAT, documento peliminare
San Giovanni Lupatoto	PAT
San Martino Buon Albergo	PAT, documento preliminare

San Pietro in Cariano	PAT
Sant'Ambrogio di Valpolicella	PRG
Sommacampagna	PAT, documento preliminare
Sona	PRG
Valeggio sul Mincio	PAT, documento preliminare
Verona	PAT, PI
Villafranca di Verona	PAT, documento preliminare
Zevio	PAT, documento preliminare, ulteriori atti progr.

3.2.3 Scenari delle fonti di emissione

La definizione di scenari previsionali di emissioni è indispensabile per valutare gli effetti, e l'efficacia di possibili azioni e provvedimenti per il miglioramento della qualità dell'aria

La stima delle riduzioni delle emissioni a scala locale non è banale, dal momento che sono numerosi i settori di intervento che si dovrebbero tenere in considerazione. Tale valutazione sarà contenuta nell'inventario delle emissioni per la Regione Veneto attualmente in corso di elaborazione da ARPAV.

Inoltre va ricordato che una componente importante di inquinanti proviene da aree esterne. In particolare, si è visto come l'aera in esame risenta di un livello di concentrazioni diffuse ascrivibili all'intero bacino padano. A tal proposito è utile ricordare che nell'ambito del programma Clean Air For Europe (CAFE) dell'Unione Europea, sono stati identificati due scenari emissivi validi per il Nord Italia: il primo, denominato CLE2010 (current legislation), è costruito sull'ipotesi che tutte le regioni coinvolte applichino rigorosamente la normativa in materia di emissioni inquinanti esistente o che sarà approvata entro l'anno 2010. Il secondo scenario, denominato CLE2020, è stato definito ipotizzando un'evoluzione delle emissioni nel quadro dello sviluppo economico e la rigorosa applicazione da parte di tutte le regioni del nord Italia della normativa in materia di emissioni inquinanti, esistente o che si presume possa essere approvata entro l'anno 2020.

Questi scenari fanno riferimento all'intero bacino padano e stimano l'impatto delle normative in vigore al 2010 e al 2020, relative ad esempio alle emissioni degli autoveicoli, alle centrali per la produzione di energia o dei grandi impianti industriali di combustione, la qualità dei combustibili, il contenuto di composti organici dei vari prodotti, i limiti di emissione per i principali inquinanti.

Per calcolare gli scenari CLE 2010 e 2020 sul Nord Italia le emissioni per ogni inquinante e per ogni macrosettore sono state variate rispettando le stesse proporzioni delle variazioni stimate da EMEP (Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long range transmission of air Pollutants in Europe) per l'Italia. Essi sono stati calcolati grazie al modello RAINS, sviluppato dallo IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis), che rappresenta uno strumento "integrato" utilizzato in Europa per la valutazione delle strategie di controllo dell'inquinamento atmosferico.

Tabella 3-43: Riduzione delle emissioni associate ai due scenari identificati nell'ambito del Progetto CAFE CLE2010 e CLE2020 (da Individuazione degli obiettivi minimi di riduzione delle emissioni regionali per il rispetto dei limiti di qualità dell'aria per gli inquinanti ozono, biossido di azoto, PM_{10} della regione Emilia-Romagna, 2007).

scenario emissivo	emissioni rispetto allo scenario base						
	dominio di applicazione delle riduzioni	CO	PM10	NO_x	VOC	NH_3	SO_x
CLE2010	Nord Italia	-6%	-34%	-28%	-34%	-1%	-54%
CLE2020	Nord Italia	-18%	-47%	-51%	-46%	-7%	-63%

In uno studio della Regione Emilia-Romagna[9] si è evidenziato come l'impatto delle politiche locali, a scala comunale, provinciale o anche regionale, si manifesti solo su una frazione dell'inquinamento atmosferico totale. Tuttavia anche se la relazione che lega la riduzione delle emissioni con la riduzione dell'inquinamento non è lineare, adottare delle politiche che si prefiggano una riduzione delle emissioni sul territorio locale è fondamentale per un miglioramento della qualità dell'aria.

Per quanto riguarda più nel dettaglio l'area in esame, le azioni nel seguito indicate tengono conto dello stato attuale, ma non possono tenere conto di proiezioni scenari emissivi (al 2020). Tale limitazione è determinata dalla mancanza di un adeguato catasto delle emissioni che risulta essere propedeutico allo sviluppo di qualsiasi scenario futuro. Pertanto le azioni che seguono prendono spunto da indicazioni a carattere sovra regionale, ma i loro effetti sono, al momento, ancora difficilmente quantificabili per tutti i settori emissivi a scala locale.

3.2.3.1 Misure per contenere le emissioni di SO_2

Settore conversione (raffinerie):

- Basso tenore di zolfo nell'olio combustibile (inferiore all'1% di zolfo);
- Controllo delle emissioni dei processi industriali nelle raffinerie;
- In scenari più ambiziosi, desolforazione dei fumi provenienti da caldaie e forni.

Settore domestico:

- Basso tenore di zolfo nell'olio combustibile denso (inferiore all'1% di zolfo);
- Carbone a basso contenuto di zolfo;
- In scenari più ambiziosi, gasolio a basso tenore di zolfo (inferiore a 0.1%) .

Industria:

- Basso tenore di zolfo nell'olio combustibile denso (inferiore all'1% di zolfo);
- Carbone a basso contenuto di zolfo;

[9] Individuazione degli obiettivi minimi di riduzione delle emissioni regionali per il rispetto dei limiti di qualità dell'aria per gli inquinanti ozono, biossido di azoto, PM_{10} della regione Emilia-Romagna, 2007.

- Misure di controllo dello zolfo all'interno delle caldaie/forni;
- In scenari più ambiziosi, desolforazione dei fumi provenienti da caldaie e forni.

Produzione di energia elettrica:

- Desolforazione dei fumi provenienti da tutti gli impianti esistenti;
- Desolforazione a elevata efficienza sui nuovi impianti utilizzando combustibili con un elevato tenore di zolfo.

Processi industriali:

- Controllo delle emissioni da processi industriali oltre la normativa vigente (la severità dipende dal livello cui si ambisce).

Rifiuti:

- Buone pratiche;
- Divieto di incenerimento dei rifiuti agricoli e urbani.

Trasporti:

- Ulteriore riduzione del tenore di zolfo (oltre alla normativa vigente) nei combustibili utilizzati nel traffico marittimo nazionale e nelle attività di pesca.

3.2.3.2 Misure per contenere le emissioni di NO_x

Settore conversione:

- Modifiche nella combustione e riduzione selettiva non catalizzata per i livelli meno ambiziosi (tutti i paesi);
- Riduzione catalitica selettiva in scenari più ambiziosi;
- Controllo dei processi nelle raffinerie.

Settore domestico:

- Misure primarie sulle caldaie a olio combustibile pesante e a gas (in tutti i paesi);
- In scenari più ambiziosi, controlli sulle caldaie a GPL.

Industria:

- Modifiche nella combustione e riduzione selettiva non catalizzata per i livelli meno ambiziosi (tutti i paesi);
- Riduzione catalitica selettiva in scenari più ambiziosi.

Produzione di energia elettrica:

- Modifiche nella combustione su tutti gli impianti esistenti per i quali la riduzione catalitica selettiva non è ancora prevista;
- Riduzione catalitica selettiva su tutti i nuovi impianti a petrolio o carbone.

Processi industriali:

- Ulteriori controlli delle emissioni da processi industriali oltre la normativa vigente (la severità dipende dal livello cui si ambisce arrivare).

Rifiuti:

- Buone pratiche;
- Divieto di incenerimento dei rifiuti agricoli e urbani.

Trasporti:

- Misure aggiuntive sui veicoli commerciali leggeri: catalizzatore e filtro antiparticolato;
- Misure aggiuntive sui veicoli commerciali pesanti: catalizzatore del tipo ad urea.

3.2.3.3 Misure per contenere le emissioni di PM

Settore conversione:

- Depolveratori ad elevata efficienza (precipitatori elettrostatici, filtri a manica) nei processi di raffineria;
- Buona manutenzione nelle caldaie a olio combustibile;
- Controllo dei processi nelle raffinerie.

Settore domestico:

- Depolveratori (cicloni, filtri a manica) nelle caldaie commerciali;
- Accelerazione nell'introduzione di nuove caldaie nel settore residenziale (specialmente per quelle a biomassa);
- Negli scenari più ambiziosi, filtri passivi sui camini e sulle stufe.

Industria:

- Depolveratori ad elevata efficienza per tutti i paesi e per tutti i livelli di ambizione che si vogliono raggiungere;
- Buona manutenzione nelle caldaie.

Produzione di energia elettrica:

- Depolveratori ad elevata efficienza per tutti i nuovi impianti a combustibile solido;
- Buona manutenzione nelle caldaie a olio combustibile per tutti i paesi e per tutti i livelli di ambizione che si vogliono raggiungere.

Processi industriali:

- Depolveratori ad elevata efficienza per controllare le emissioni dai camini;
- Controllo delle emissioni diffuse (per tutti i paesi e per tutti i livelli di ambizione che si vogliono raggiungere).

Rifiuti:

- Buone pratiche;
- Divieto di incenerimento dei rifiuti agricoli e urbani.

Trasporti:

- Misure aggiuntive sui veicoli commerciali leggeri (LDV) diesel in tutti i paesi;
- Misure aggiuntive sui veicoli commerciali pesanti (HDV) diesel in tutti i paesi;
- Combustibili basso tenore di zolfo utilizzati nel traffico marittimo e nelle attività di pesca, che riducono anche le emissioni di particolato.

3.2.3.4 Misure per contenere le emissioni di ammoniaca

Allevamenti zootecnici:

- Interventi preventivi e depurativi per la riduzione di ammoniaca dai residui di allevamenti di polli, bovini e maiali (a tutti i livelli);
- Interventi preventivi e depurativi per la riduzione di ammoniaca dai residui dagli allevamenti intensivi di polli (livello poco ambizioso);
- Interventi preventivi per la riduzione di ammoniaca nei mangimi di altri animali;
- Cambiamento dell'alimentazione dei maiali (livello ambizioso);
- Interventi preventivi e depurativi per la riduzione di ammoniaca dai residui di allevamenti di bestiame da latte (livello ambizioso);
- Interventi preventivi per la riduzione di ammoniaca nei mangimi per pecore (livello ambizioso).

Applicazione di fertilizzanti:

- Controlli sulle emissioni al camino.

3.2.3.5 Misure per contenere le emissioni di idrocarburi non metanici NMVOC

Processi industriali:

- Riduzione delle emissioni diffuse nell'industria chimica organica;
- Riduzione di emulsione bituminosa nella produzione di asfalti.

Impiego di vernici:

- Ulteriore riduzione del contenuto di solventi negli strati di vernici nelle applicazioni industriali;
- Ulteriore riduzione del contenuto di solventi nella pittura ornamentale.

Impiego di solventi:

- Relativamente basse riduzioni in un elevato numero di settori, ulteriore diffusione di sostituzioni e misure al camino (carboni attivi, trattamento termico);
- Misure più stringenti per il settore della stampa, inclusa la sostituzione di adesivi e inchiostri con materiali a basso o nullo contenuto di solventi, riduzione del contenuto di solventi degli agenti pulenti e maggiore utilizzo di carboni attivi.

Controllo di emissioni dalla produzione e distribuzione di combustibili liquidi:

- Riduzione delle perdite diffuse dai processi di produzione e immagazzinamento.

Settore domestico (collegato alle misure per ridurre emissioni PM):

- Accelerazione nell'introduzione di nuove caldaie a biomassa nel settore residenziale;
- In scenari più ambiziosi, filtri passivi sui camini e sulle stufe.

Rifiuti:

- Divieto di incenerimento dei rifiuti agricoli e domestici.

Sono in previsione nell'area veronese alcune infrastrutture che andranno a modificare drasticamente la configurazione del traffico e del sistema trasportistico nell'area. In particolare, tra le varie iniziative di rilievo si segnalano le seguenti infrastrutture:

- Sistema delle Tangenziali Venete da Castelnuovo del Garda a Padova (con un traffico giornaliero medio previsto di 51500 veicoli);
- Raccordo della Strada Regionale 434;
- Variante della Strada Statale 12 a Sud di Verona nella zona di Buttapietra;
- Traforo delle Torricelle e Passante Nord nel Comune di Verona;
- Filovia con parcheggi scambiatori a S. Michele Extra e casello di Verona Sud.

Queste grandi opere sono state pensate nell'ottica di fluidificare il traffico e aumentare la capacità di mobilità di merci e persone all'interno del tessuto produttivo e insediativo della Provincia, con particolare attenzione alla città di Verona che funge da nodo di scambio e attrattore. Deve essere sviluppato uno studio integrato che fornisca una visione d'insieme dell'effetto previsto di queste opere contemporaneamente, sia dal punto di vista del traffico che del conseguente impatto sull'ambiente. La quantificazione degli impatti delle singole opere è contenuta nei rispettivi Studi di Impatto Ambientali (ove la procedura sia giunta a termine) e si rimanda pertanto ad essi per il dettaglio. Non risulta però attualmente possibile quantificare localmente quale sia l'impatto complessivo di queste opere sulla qualità dell'aria, perché è evidente che esse saranno fortemente influenzate una dall'altra e non avrebbe senso produrre un risultato avulso dal contesto per ogni singolo progetto. Dal punto di vista qualitativo si può tuttavia affermare che, globalmente, l'insieme di queste grandi opere può generare/spostare flussi di traffico incrementando quindi le emissioni di inquinanti in atmosfera globalmente/localmente; è importante che siano definite al riguardo adeguate misure di compensazione emissiva. Dal momento che la realizzazione di tali opere è già

inserita nell'ambito di strumenti di pianificazione, si ritiene che la loro realizzazione sia già pianificata. È importante che dei relativi progetti sia fatta una adeguata valutazione di impatto ambientale. Questa dovrà, sulla base delle risultanze, includere adeguate misure di attenuazione delle emissioni, mitigazione degli impatti, nonché di compensazioni ambientali.
D'altra parte si deduce dai documenti relativi alla progettazione di queste grandi opere la presenza di una (implicita) gerarchia dei documenti di Piano attualmente vigenti e di questa struttura si deve tener conto in fase decisionale per evitare incongruenze.

3.2.4 Definizione di un indice sintetico di qualità dell'aria

Uno scenario di qualità dell'aria esprime alcune proiezioni future di concentrazioni sulla base di cambiamenti attesi nelle emissioni. Tali proiezioni possono essere ottenute solo sulla base di simulazioni modellistiche, le quali necessitano di un catasto aggiornato delle emissioni nel quale vengano inserite le variazioni attese delle emissioni.
Si è ritenuto opportuno introdurre un indice sintetico in grado di dare una valutazione sulla qualità dell'aria in corrispondenza di una determinata stazione.
Per fare questo si sono considerati i tre inquinanti principali che maggiormente rappresentano una criticità per quanto riguarda la qualità dell'aria del territorio in esame: PM_{10}, biossido di azoto e ozono.
L'analisi è stata condotta sulla stazione di Verona Cason, in cui vengono monitorati tutti e tre gli inquinanti selezionati. Questa stazione è stata scelta in quanto, rappresentativa di un fondo urbano e pertanto, di un'area non direttamente influenzata da sorgenti specifiche di origine antropica. Per tali motivi la si è ritenuta anche rappresentativa della maggior parte delle aree dell'ambito territoriale considerato.
In letteratura esistono diverse definizioni di indice di qualità dell'aria; in questo caso si è fatto riferimento a quanto introdotto ad esempio dalla Regione Emilia Romagna, che definisce degli indici giornalieri che riassumono lo stato dell'inquinamento atmosferico.
Si sono calcolati dapprima tre indici di qualità, uno per ciascun inquinante, definiti sulla base della concentrazione massima ammessa dalla normativa vigente. Il valore della concentrazione giornaliera di riferimento viene diviso per il valore limite previsto dalle norme e moltiplicato per 100.

Tabella 3-44: Valori limite per gli indici giornalieri degli inquinanti selezionati.

Inquinante	Indicatore utilizzato	Valore limite [µg/m^3]
PM_{10}	Media giornaliera	50
NO_2	Massimo giornaliero dei valori orari	200
O_3	Massimo giornaliero della media mobile su 8 ore	120

L'indice sintetico finale è stato definito come il valore peggiore dei tre indici relativi ai tre inquinanti, secondo l'approccio maggiormente utilizzato a livello internazionale.

Si sono stabilite delle classi equispaziate per l'indice sintetico di qualità dell'aria, utili per definire in modo rapido e semplice lo stato dell'inquinamento.

Tabella 3-45: Classi equispaziate per la definizione della qualità dell'aria.

Valore dell'indice	Qualità dell'aria
< 50	Buona
50 -99	Accettabile
100-149	Mediocre
150-199	Scadente
>200	Pessima

L'analisi dei tre indici è stata condotta per ciascun anno del quinquennio 2004-2008 esaminato. In Figura 3-7 si riporta a titolo di esempio i risultati relativi all'anno 2008.

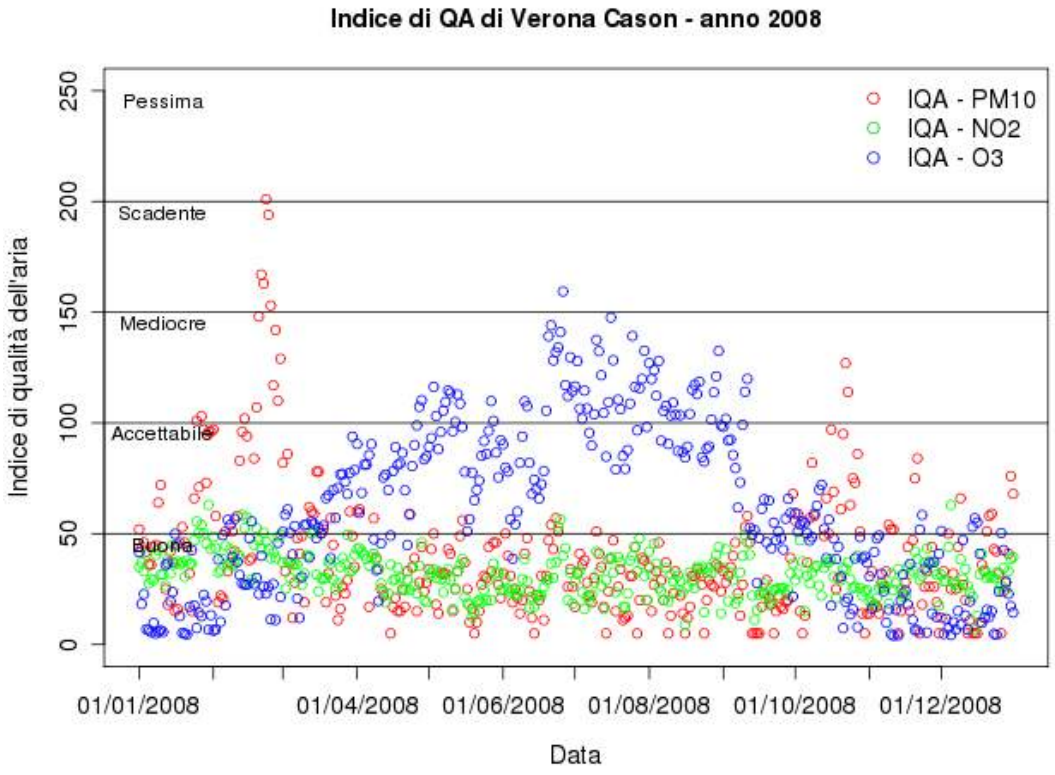


Figura 3-7: Indici di qualità dell'aria relativi al PM_{10}, al biossido di azoto (NO_2) e all'ozono (O_3).

Come si può notare, per l'NO_2 l'indice che si ottiene è sempre molto basso, dal momento che i valori massimi orari non raggiungono praticamente mai la soglia massima di 200 $\mu g/m^3$, nonostante questo inquinante sia problematico per quanto riguarda la media annuale. Per questo si è deciso di utilizzare anche per l'NO_2 un valore medio giornaliero. Il problema che si pone è trovare il valore di riferimento con cui confrontare le concentrazioni medie giornaliere ottenute. Per questo si è effettuata una regressione lineare tra valori medi giornalieri di PM_{10} e di NO_2. Si è utilizzato come valore di soglia il valore corrispondente al

limite di 50 µg/m^3 del PM_{10}. Nella stazione di Cason si ottiene una concentrazione media di 35 µg/m^3.

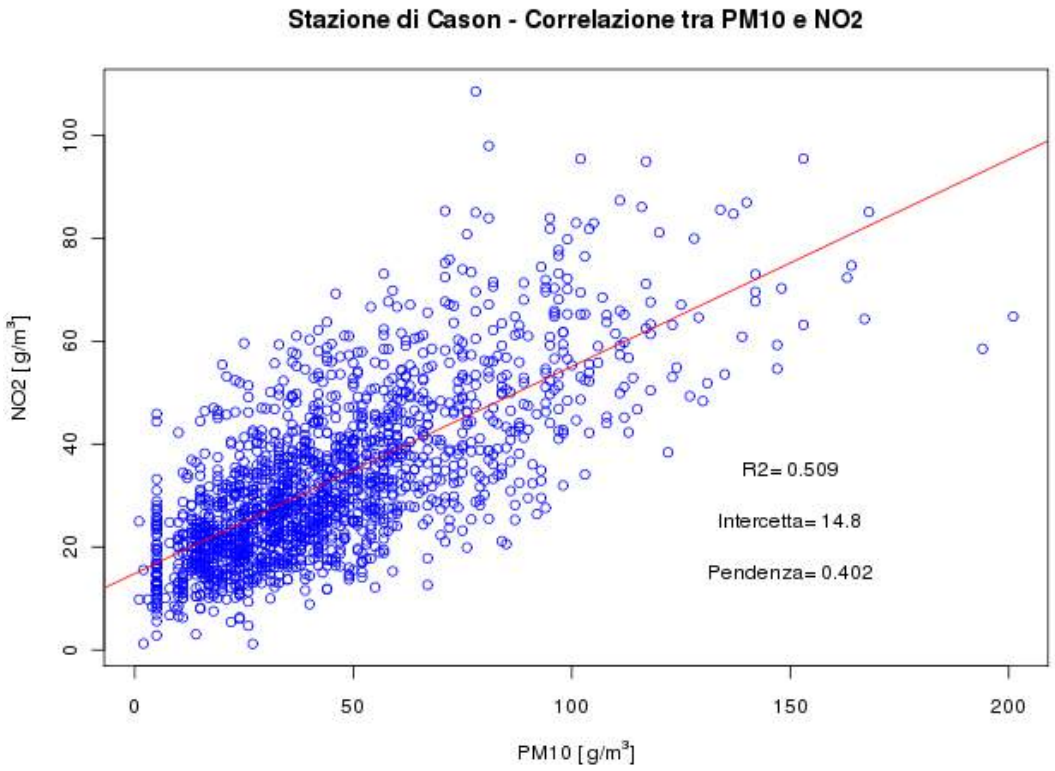


Figura 3-8: Correlazione tra valori medi giornalieri di NO_2 e PM_{10}.

Gli indici di qualità dell'aria che si ottengono sono riportati in Figura 3-9.

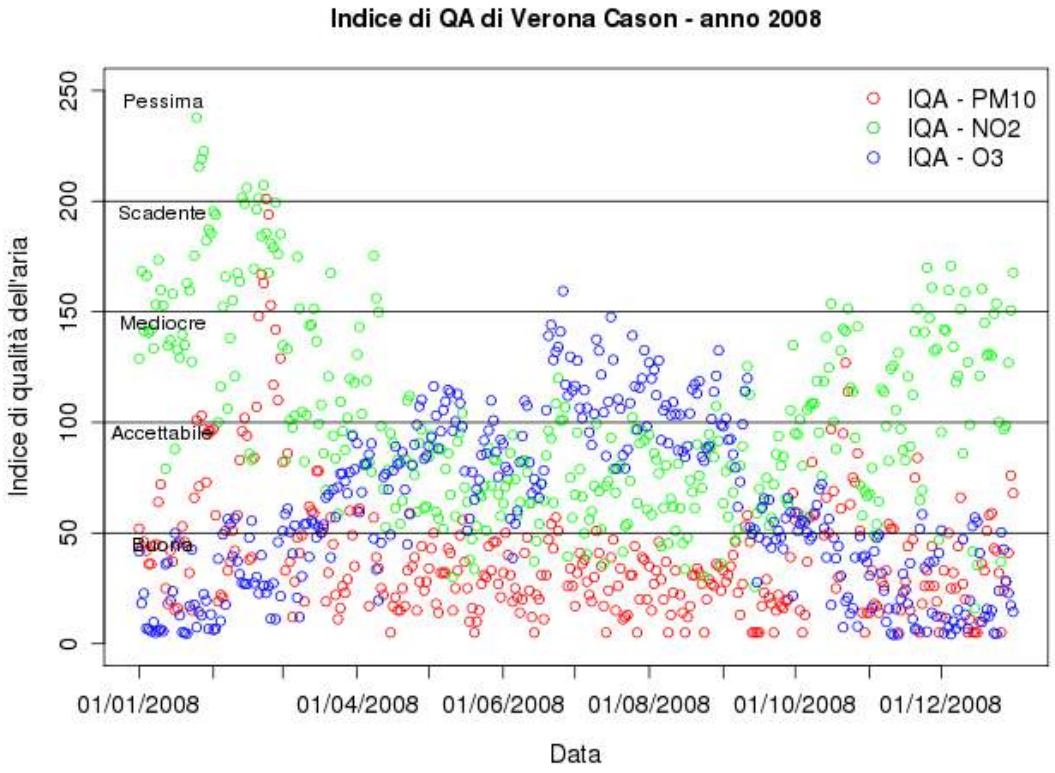


Figura 3-9: Indici di qualità dell'aria relativi al PM_{10}, al biossido di azoto (NO_2) secondo il valore medio giornaliero e all'ozono (O_3).

Come si può osservare, in questo modo la concentrazione di NO_2 risulta problematica nei mesi invernali.

A questo punto si è calcolato l'indice di qualità dell'aria sintetico come il valore più alto dei tre sottoindici. Il risultato relativo all'anno 2008 è mostrato a titolo di esempio in Figura 3-10. Da questa figura si deduce che peggiori indici di qualità dell'aria si registrano, come peraltro confermato dalle analisi dei dati meteorologici e di qualità dell'aria, nel periodo invernale. Un indicatore del genere, oltre a dare una visione di sintesi delle condizioni della qualità dell'aria, eventualmente anche utilizzabile come comunicazione alla cittadinanza, potrebbe anche essere usato in modalità previsionale per indicare qual è la tendenza per i giorni futuri, analogamente a quanto viene fatto per le previsioni meteorologiche. Questo rimarca ancora l'importanza di avere a disposizione e fruibile una buona base dati delle emissioni e dei parametri meteorologici.

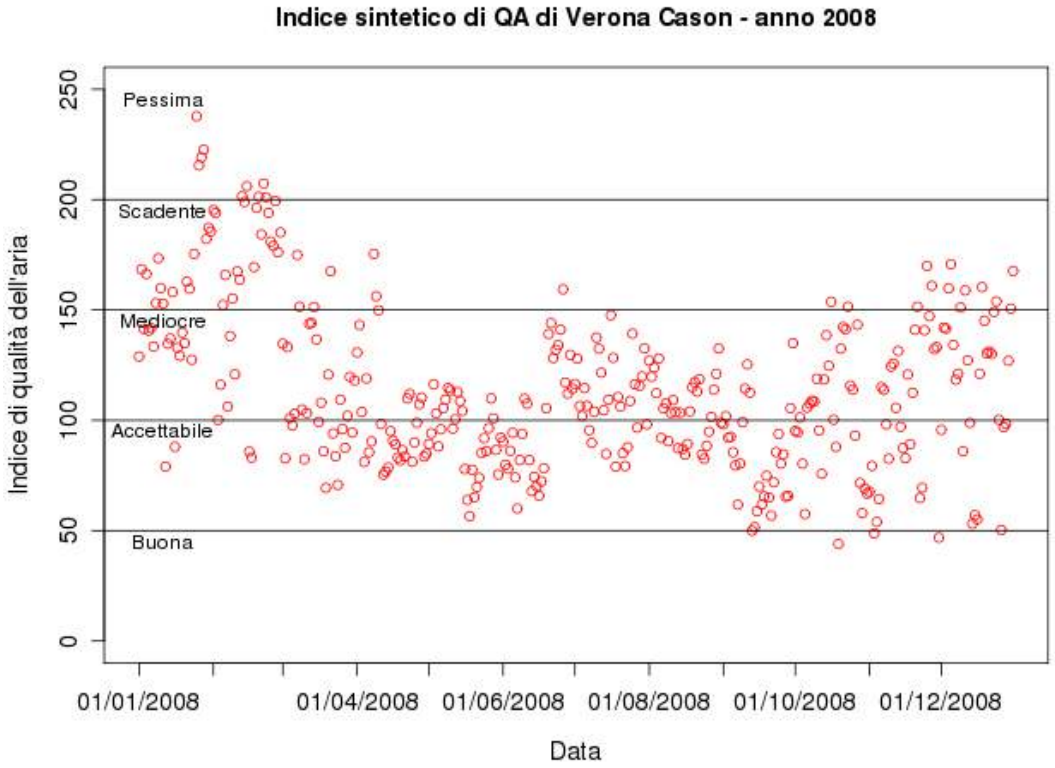


Figura 3-10: Indice sintetico di qualità dell'aria per l'anno 2008.

3.2.5 Analisi critica (paragrafo a cura di ARPA Veneto)

In questo capitolo verranno analizzate le diverse azioni che possono essere adottate al fine di risanare la qualità dell'aria, presentate al capitolo 3 (Tabella 3-39), evidenziando, per ognuna di esse, gli effetti positivi su altre matrici ambientali, i possibili effetti negativi, altri effetti secondari, le problematiche che potrebbero innescare.

Azione1. Trasporto urbano sostenibile: riduzione dell'impatto dei mezzi privati

Obiettivo 1.1. Passaggio da trasporto privato a trasporto pubblico

Effetti positivi su elementi diversi dalla qualità dell'aria

- Utilizzazione più efficace degli spazi su strada.
- Riduzione delle "esclusioni sociali" per i non possessori di auto.
- Aumento della possibilità di scelta tra diverse modalità di viaggio.
- Promozione di maggior interazione sociale.
- Promozione della competizione sul mercato e dell'innovazione.
- Riduzione della congestione del traffico nelle città.
- Può migliorare la gradevolezza visiva del centro città e dell'ambiente urbano.

Possibili effetti negativi

- Alto livello di impegno economico e finanziario per la realizzazione e il mantenimento delle eventuali infrastrutture richieste, come filovia e metropolitana.
- Cambio di destinazione d'uso di ampie zone di territorio (ad es. per le corsie degli autobus, per i depositi, ecc.).
- Sistemi di trasporto come filovia e metropolitana sono poco flessibili, efficaci solo in grandi conurbazioni.
- La necessità di nuove tratte dedicate determina uno spostamento del traffico dalla rete stradale e richiede pertanto una revisione globale e coordinata del sistema delle infrastrutture.
- Può aumentare l'emissione di CO_2 e di altri gas serra.
- La possibile estensione della rete ferroviaria può comportare un aumento del movimento di veicoli che gravitano intorno ad essa.
- Il possibile aumento dei nodi della rete ferroviaria può comportare l'aumento della pressione su una rete che può essere già vicina alla saturazione.
- Percezione di una restrizione della libertà di viaggiare.
- Può portare a un aumento delle emissioni e del rumore per veicolo.
- Aumento del traffico in aree diverse da quella oggetto del provvedimento.
- Necessità di occupare troppo spazio della strada per la realizzazione o estensione di infrastrutture come filovia e metropolitana.
- Potenziale inadeguatezza del progetto per le aree rurali.

Effetti secondari

- La dimostrazione di un aumento della domanda di trasporto pubblico può incoraggiare investimenti strategici sul lungo termine.
- Necessità di una strategia integrata di trasporto.

Applicabilità

- Per essere pienamente efficace deve essere offerta l'alternativa di un trasporto pubblico a basse emissioni che risponda alle esigenze di mobilità della popolazione.
- È necessario sottolineare i benefici complessivi, come la riduzione del rumore e il miglioramento della sicurezza, per incoraggiare una percezione positiva degli interventi attuati.

Obiettivo 1.2. Adeguamento mezzi trasporto pubblico locale

Effetti positivi su elementi diversi dalla qualità dell'aria

- Possibilità di utilizzare una tecnologia che determini un parco macchine meno rumoroso.
- Dimostrazione di attenzione all'ambiente da parte delle autorità e delle aziende.
- Possibilità di migliorare l'efficienza del carburante e conseguente risparmio economico.
- Incoraggiamento dell'innovazione a livello locale.

Possibili effetti negativi

- Possibilità di aumento delle emissioni di CO_2 e di altri gas-serra.
- Richiesta di investimenti nelle stazioni di rifornimento.
- I depositi per GPL possono richiedere più spazio.

Effetti secondari

- Necessità di maggiore manutenzione.
- Può influenzare la scelta nel parco macchine.

Obiettivo 1.3. Fluidificazione e regolazione della circolazione

Effetti positivi su elementi diversi dalla qualità dell'aria:

- Riduzione del livello di rumore.
- Riduzione dei tempi di viaggio.
- Maggiore sicurezza delle strade.

Obiettivo 1.4. Definizione di corsie preferenziali

Effetti positivi su elementi diversi dalla qualità dell'aria

- Utilizzazione più efficace degli spazi su strada.
- Miglioramento dell'efficienza del trasporto pubblico.
- Diminuzione dei tempi di viaggio.
- Riduzione del rumore.
- Aumento della sicurezza.
- Maggior vivibilità del centro urbano.

Possibili effetti negativi

- Cambio di destinazione d'uso di ampie zone di territorio.
- Spostamento del traffico dalla rete stradale e conseguente necessità di una revisione globale e coordinata del sistema delle infrastrutture.
- Aumento della congestione del traffico per minore disponibilità di spazio dedicato ai mezzi privati.
- Percezione di una restrizione della libertà di viaggiare.
- Eccessivamente costoso se la resa è modesta.

Applicabilità

- È necessario sottolineare i benefici complessivi, come la riduzione del rumore e il miglioramento della sicurezza, per incoraggiare una percezione positiva degli interventi attuati.
- Sottolineare il vantaggio del trasporto pubblico rispetto al privato in termini riduzione dei tempi di viaggio.
- È efficace solo se finalizzato, per esempio, a ridurre gli spostamenti di singoli pendolari con mezzo privato a favore dell'utilizzo di un trasporto pubblico veloce ed efficiente.

Obiettivo 1.5. Rinnovo parco auto

Effetti positivi su elementi diversi dalla qualità dell'aria

- Possibilità di utilizzare una tecnologia che determini un parco macchine meno rumoroso.
- Dimostrazione di attenzione all'ambiente da parte delle autorità e delle aziende.
- Possibilità di migliorare l'efficienza del carburante e conseguente risparmio economico.
- Incoraggiamento dell'innovazione a livello locale.

Possibili effetti negativi

- Possibilità di aumento delle emissioni di CO_2 e di altri gas-serra.
- Richiesta di investimenti nelle stazioni di rifornimento.
- I depositi per GPL possono richiedere più spazio.
- Penalizzazione delle fasce più povere.

Effetti secondari

- Necessità di maggiore manutenzione.
- Può influenzare la scelta nel parco macchine.

Azioni richieste

- Necessità di affrontare i problemi di disponibilità del carburante.
- Ricerca di tecnologie più efficienti per il parco macchine.

Obiettivo 1.6. Aumento ZTL

Effetti positivi su elementi diversi dalla qualità dell'aria

- Miglioramento della percezione complessiva di un'area.
- Abbassamento dei livelli di rumore.
- Miglioramento della sicurezza.
- Generale miglioramento dell'ambiente urbano e miglioramento a lungo termine dell'"ambiente costruito".

Possibili effetti negativi

- Limitazioni della possibilità di spostamento.
- Difficoltà di applicazione e costo delle risorse necessarie.

Effetti secondari

- Possibilità che non ci sia una diminuzione delle emissioni globalmente nell'area urbana.
- Possibilità che veicoli ed emissioni vengano solo dislocati in altre zone.

Azioni richieste

- Assicurare un buon servizio pubblico con possibilità di interscambio, a costi ragionevoli.
- Sottolineare i benefici conseguenti all'istituzione della zona, come la migliore qualità della vita per il miglioramento della qualità dell'aria, del livello di rumore e dell'aumento della sicurezza.

Obiettivo 1.7. Aumento aree pedonali

Effetti positivi su elementi diversi dalla qualità dell'aria

- Miglioramento della percezione del centro città.
- Riduzione della possibilità di incidenti.
- Possibilità di aumento del commercio e delle attività economiche locali.
- Complessivo miglioramento dell'ambiente urbano.
- Promozione di "modalità più salubri" di spostamento.
- Protezione a lungo termine degli edifici.
- Incoraggiamento delle interazioni sociali tra chi frequenta il centro città.
- Riduzione generale dei livelli di rumore.
- Incoraggiando gli spostamenti a piedi, incidono positivamente sulla salute e sulla forma fisica.
- Richiesta di investimenti e supporto finanziario minimi.

Possibili effetti negativi

- Accessibilità ridotta per i residenti in centro città.
- Possibile percezione di una diminuzione delle attività commerciali nel breve termine.
- Possibile diminuzione dell'accessibilità al centro per disabili o persone con difficoltà di movimento.
- Possibilità di compromesso con i ciclisti per la sicurezza per i pedoni.
- Riduzione dello spazio disponibile alle macchine e conseguente aumento della congestione del traffico.
- Troppo costoso se la resa è modesta.

Effetti secondari

- Necessità di migliorare il trasporto pubblico, così da poter facilmente accedere all'area pedonale.
- Potenziale aumento del traffico nelle zone esterne al centro della città.
- Possibilità di aumentare le consegne di merce al di fuori del normale orario di mercato.

Obiettivo 1.8. Aumento dei percorsi ciclo-pedonali

Effetti positivi su elementi diversi dalla qualità dell'aria

- Miglioramento della percezione del centro città.
- Riduzione della possibilità di incidenti.
- Complessivo miglioramento dell'ambiente urbano.
- Promozione di "modalità più salubri" di spostamento.
- Riduzione generale dei livelli di rumore.
- Incoraggiamento di modalità di spostamento che incidono positivamente sulla salute e sulla forma fisica.
- Incoraggiamento dell'interazione sociale.

Possibili effetti negativi

- Riduzione dello spazio disponibile per gli automezzi e conseguente aumento della congestione del traffico.

- Troppo costoso se la resa è modesta.

Effetti secondari

- Necessità di migliorare il trasporto pubblico, così da poter facilmente accedere all'area pedonale.
- Potenziale aumento del traffico nelle zone esterne al centro della città.
- Possibilità di aumentare le consegne di merce al di fuori del normale orario di mercato.

Obiettivo 1.9. Incentivazione della ciclabilità

Effetti positivi su elementi diversi dalla qualità dell'aria

- In generale, ricaduta positiva sulla salute e sulla forma fisica.
- In genere, richiesta di bassi investimenti e bassi costi di mantenimento.
- Favorisce le interazioni sociali.
- Riduce i costi per gli spostamenti individuali.
- Modalità di trasporto che prevede richieste energetiche molto contenute.

Possibili effetti negativi

- Potenziale conflitto con altre modalità di trasporto, nel caso vengano utilizzati e condivisi degli spazi sul territorio (ad es. utilizzo di corsie dei bus, di spazi utilizzabili anche da motorini o pedoni, ecc.).
- Richiesta di adeguati standard di sicurezza.

Azioni richieste

- È necessario che venga sempre più proposto l'uso della bicicletta per spostamenti quotidiani (pendolari) e per il tempo libero nel rispetto del territorio e arrivando ad un compromesso con altre forme di trasporto.
- È necessario affiancare l'utilizzo della bicicletta ad altre forme di trasporto creando, ad esempio, parcheggi per le biciclette in prossimità delle stazioni di bus e treni.

Obiettivo 1.10. Organizzazione di trasporti collettivi per i bambini che vanno a scuola

Effetti positivi su elementi diversi dalla qualità dell'aria

- Riduzione della congestione del traffico, specialmente in ore di punta.
- Promozione della salute degli scolari.
- Possibile riduzione dei costi di trasporto per le famiglie.

Possibili effetti negativi

- Percezione una possibile mancanza di sicurezza.
- La posizione di alcune scuole può non essere adeguata ed esse potrebbero essere non coinvolte dal progetto.

Effetti secondari

- Incoraggia le relazioni sociali.
- Supporto per la scuola.
- Educazione alla salute e all'ambiente dei bambini.

Azioni richieste

- Sottolineare i benefici per la salute ai bambini e ai genitori con campagne di informazione.
- Superare le preoccupazioni legate alla sicurezza personale con campagne di informazione.

Azione 2. Riduzione dell'impatto dei mezzi commerciali

Obiettivo 2.1. Governo accessi

Effetti positivi su elementi diversi dalla qualità dell'aria

- Miglioramento della scorrevolezza del traffico.
- Abbassamento dei livelli di rumore.
- Miglioramento della sicurezza.
- Generale miglioramento dell'ambiente urbano e miglioramento a lungo termine dell'"ambiente costruito".

Possibili effetti negativi

- Limitazioni della possibilità di spostamento.
- Difficoltà di applicazione e costo delle risorse necessarie.

Effetti secondari

- Possibilità che non ci sia una diminuzione delle emissioni globalmente nell'area urbana.
- Possibilità che veicoli ed emissioni vengano solo dislocati in altre zone.

Azioni richieste

- Sottolineare i benefici conseguenti all'azione intrapresa, come la migliore qualità della vita per il miglioramento della qualità dell'aria, del livello di rumore e dell'aumento della sicurezza.

Obiettivo 2.2. Trasformazione o sostituzione mezzi commerciali

Effetti positivi su elementi diversi dalla qualità dell'aria

- Possibilità di utilizzare una tecnologia che determini un parco macchine meno rumoroso.
- Dimostrazione di attenzione all'ambiente da parte delle autorità e delle aziende.
- Possibilità di migliorare l'efficienza del carburante e conseguente risparmio economico.
- Incoraggiamento dell'innovazione a livello locale.

Possibili effetti negativi

- Possibilità di aumento delle emissioni di CO_2 e di altri gas-serra.
- Richiesta di investimenti nelle stazioni di rifornimento.
- I depositi per GPL possono richiedere più spazio.

Effetti secondari

- Necessità di maggiore manutenzione.
- Può influenzare la scelta nel parco dei mezzi motorizzati per attività commerciali.

Azioni richieste

- Necessità di affrontare i problemi di disponibilità del carburante.
- Ricercare tecnologie più efficienti per il parco macchine.
- Sensibilizzazione delle aziende.
- Stanziamento di fondi per incentivare il rinnovo dei mezzi.

Obiettivo 2.3. Limitazione del transito di mezzi pesanti in area urbana

Effetti positivi su elementi diversi dalla qualità dell'aria

- Riduzione della congestione del traffico nei centri urbani.
- Miglioramento della qualità dell'ambiente in città.
- Miglioramento della scorrevolezza del traffico.
- Abbassamento dei livelli di rumore.
- Miglioramento della sicurezza.

Possibili effetti negativi

- Possibilità di diminuzione della prosperità commerciale del centro.
- Limitazioni della possibilità di spostamento.
- Difficoltà di applicazione e costo delle risorse necessarie.

Effetti secondari

- Nel lungo termine può avere un impatto sul centro urbano inducendo uno spostamento degli investimenti dal centro urbano alle aree al di fuori di esso.

Azioni richieste

- Sottolineare i benefici conseguenti all'azione intrapresa, come la migliore qualità della vita per il miglioramento della qualità dell'aria, del rumore e dell'aumento della sicurezza, il miglioramento dell'immagine delle aziende per l'attenzione dimostrata a temi ambientali.

<u>Azione 3. Riduzione dell'impatto degli impianti civili</u>

Obiettivo 3.1. Trasformazione e sostituzione degli impianti

Effetti positivi su elementi diversi dalla qualità dell'aria

- Diminuzione dell'utilizzo di combustibili fossili e convenzionali e associata riduzione di emissioni di precursori di piogge acide.
- Offre opportunità per innovazione, progresso tecnologico, occupazione.

Possibili effetti negativi

- Penalizzazione delle fasce più povere o disagiate.
- Nell'ipotesi di utilizzare e risorse energetiche alternative e più sostenibili (solare, eolico, ecc.):
    - impatto sul paesaggio locale, spesso rurale;

- può richiedere l'utilizzo di vaste porzioni di territorio;
- cambiamenti significativi e permanenti all'ambiente.

Effetti secondari

- Incoraggia principi di sviluppo sostenibile.

Obiettivo 3.2. Miglioramento del rendimento energetico

Effetti positivi su elementi diversi dalla qualità dell'aria

- Risparmio energetico.

Possibili effetti negativi

- Difficoltà di controllo e monitoraggio dell'azione.
- Disagio per certe fasce della popolazione.

Azioni richieste

- Informazione e sensibilizzazione dei cittadini.
- Incentivazione delle ristrutturazioni volte a migliorare il rendimento energetico degli edifici e delle nuove costruzioni di edifici particolarmente efficienti dal punto di vista energetico.
- Previsione di criteri ecologici negli appalti pubblici.

Obiettivo 3.3. Osservanza di norme di contenimento energetico

Effetti positivi su elementi diversi dalla qualità dell'aria

- Risparmio energetico.

Possibili effetti negativi

- Difficoltà di controllo e monitoraggio dell'azione.
- Disagio per certe fasce della popolazione.

Azioni richieste

- Informazione e sensibilizzazione dei cittadini.

Obiettivo 3.4. Incentivazione dell'uso di energie rinnovabili

Effetti positivi su elementi diversi dalla qualità dell'aria

- Diminuzione dell'utilizzo di combustibili fossili e convenzionali e associata riduzione di emissioni di precursori di piogge acide.
- Offre opportunità per innovazione, progresso tecnologico, occupazione.

Possibili effetti negativi

- Impatto sul paesaggio locale, spesso rurale.
- Può richiedere l'utilizzo di vaste porzioni di territorio.
- Cambiamenti significativi e permanenti all'ambiente.

Effetti secondari

- Incoraggia principi di sviluppo sostenibile.

Azione 4. Riduzione impatto delle attività produttive

Obiettivo 4.1. Riconversione e trasformazione dei mezzi di trasporto a servizio delle attività produttive.

Effetti positivi su elementi diversi dalla qualità dell'aria

- Possibilità di utilizzare una tecnologia che determini un parco macchine meno rumoroso.
- Dimostrazione di attenzione all'ambiente da parte delle autorità e delle aziende.
- Possibilità di migliorare l'efficienza del carburante e conseguente risparmio economico.
- Incoraggiamento dell'innovazione a livello locale.

Possibili effetti negativi

- Possibilità di aumento delle emissioni di CO2 e di altri gas-serra.
- Richiesta di investimenti nelle stazioni di rifornimento.
- I depositi per GPL possono richiedere più spazio.

Effetti secondari

- Necessità di maggiore manutenzione.
- Può influenzare la scelta nel parco dei mezzi motorizzati per attività commerciali.

Azioni richieste

- Necessità di affrontare i problemi di disponibilità del carburante.
- Ricercare tecnologie più efficienti per il parco macchine.
- Sensibilizzazione delle aziende.
- Stanziamento di fondi per incentivare il rinnovo dei mezzi.

Obiettivo 4.2. Piattaforme di interscambio merci

Effetti positivi su elementi diversi dalla qualità dell'aria

- Riduzione del costo del trasporto.
- Riduzione della congestione del traffico.

Possibili effetti negativi

- Perdita di bellezza dell'ambiente.
- Peggioramento della qualità dell'aria localmente, intorno alle piattaforme di interscambio.
- Peggioramento della qualità di altre matrici ambientali localmente, intorno alle piattaforme di interscambio.
- Aumento dei livelli di rumore.

Azioni richieste

- Impegno finanziario e supporto delle amministrazioni alle aziende.

Obiettivo 4.3. Adozione di BAT negli impianti produttivi

Effetti positivi su elementi diversi dalla qualità dell'aria

- Incoraggiamento di innovazione e competizione.

- Migliorando l'efficienza del processo, può incoraggiare un uso più efficace delle risorse.
- Possibile riduzione dei precursori di piogge acide.
- Possibilità di miglioramento per altre matrici ambientali (es. rumore).

Possibili effetti negativi

- Elevati investimenti finanziari.
- Può richiedere considerazioni più stringenti su salute e sicurezza.
- Può richiede più input di materiale, che di conseguenza può comportare maggior trasporto e uso di energia.
- Possibile impatto visivo.
- Possibilità di determinare la produzione di nuovi rifiuti speciali.
- Richiesta di manodopera specializzata e conseguenti possibilità di impiego.
- Percezione negativa da parte dell'industria per timore di aumento dei costi.
- Percezione, da parte della comunità, che questo possa compromettere le possibilità di lavoro localmente.

Effetti secondari

- Può essere economicamente insostenibile.
- Può determinare un aumento della produzione di solidi in alcune industrie (per es. gesso come sottoprodotto) per i quali non esiste un mercato esteso, creando problemi di smaltimento.
- Implicazioni finanziarie sul lungo termine per il capitale del settore industriale, che possono avere implicazioni su interi settori del mercato relativo a un prodotto o servizio.

Azioni richieste

- Collaborare strettamente con le industrie coinvolte per trovare soluzioni efficaci dal punto di vista dei costi.
- Ove possibile, coinvolgere nelle decisioni anche la forza lavoro e la comunità.

<u>Azione 5. Applicazione misure programmate di limitazione</u>

Obiettivi 5.1 e 5.2. Limitazione alla circolazione di veicoli inquinanti, blocchi del traffico

Effetti positivi su elementi diversi dalla qualità dell'aria

- Generale miglioramento dell'ambiente urbano e miglioramento a lungo termine dell'"ambiente costruito".
- Incoraggiamento dello sviluppo di tecnologie, carburanti e modalità di spostamento alternativi.
- Promozione della competizione sul mercato e dell'innovazione.

Possibili effetti negativi

- Limitazioni della possibilità di spostamento.
- Penalizzazione delle fasce più povere.
- Aumento del traffico in aree diverse da quella oggetto del provvedimento.

Effetti secondari

- Possibilità che non ci sia una diminuzione delle emissioni globalmente nell'area urbana.
- Possibilità che veicoli ed emissioni vengano solo dislocati in altre zone.
- Può incoraggiare il rinnovo del parco macchine.

Azioni richieste

- Assicurare un buon servizio pubblico con possibilità di interscambio, a costi ragionevoli.
- Sottolineare i benefici conseguenti all'istituzione della zona, come la migliore qualità della vita per il miglioramento della qualità dell'aria, la diminuzione di emissioni, del livello di rumore e dell'aumento della sicurezza.
- Necessità di una strategia integrata di trasporto alternativo per i possessori di veicoli inquinanti.

Azione6. Pianificazione territoriale

Obiettivo 6.1. Adozione di norme o piani di gestione territoriale che contribuiscano alla riduzione dell'inquinamento atmosferico.

Effetti positivi su elementi diversi dalla qualità dell'aria

- Riduzione della congestione del traffico.
- Generale miglioramento dell'ambiente urbano.
- Numerosi potenziali impatti socio-economici di schemi individuali, iniziative di pianificazione e sviluppi.
- Spesso assicura un generale miglioramento dell'ambiente urbano, naturale e costruito (paesaggio, rumore).
- Comporta investimenti di capitale per specifici schemi di viaggio sostenibili.
- Comporta potenziali redditi ai servizi e alle società di trasporto che devono essere sviluppati.
- Comporta possibili meccanismi di disincentivazione di modalità di viaggio poco virtuose.

Possibili effetti negativi

- Proposte e politiche nel lungo termine possono limitare la realizzazione di obiettivi di miglioramento della qualità dell'aria nel breve termine.
- Può aumentare il costo di uno sviluppo o schema tanto da renderlo non fattibile perché troppo costoso.

Effetti secondari

- Incoraggia principi di sviluppo sostenibile.
- Si richiede costanza da parte dell'amministrazione nelle politiche di pianificazione e nell'imposizione di condizioni.

Obiettivo 6.2. Completamento ed aggiornamento delle basi dati relativamente ai comparti ambientali ed emissivi.

Effetti secondari:

- Necessità di risorse di personale e finanziarie.

Obiettivo 6.3. Verifica dell'interazione del PQA con altri strumenti di piano

Effetti positivi su elementi diversi dalla qualità dell'aria:

- Miglioramento della comunicazione tra diversi comparti dell'amministrazione.

3.2.6 Rassegna di buone pratiche

In questo paragrafo viene elencata una lista di buone pratiche che deve essere intesa come linea di indirizzo da applicare in maniera omogenea e coordinata dalle amministrazioni comunali, sempre tenendo conto delle specificità territoriali. Queste buone pratiche interferiscono con altri documenti di piano e risultano pertanto non di immediata applicazione. Va comunque sottolineato che l'obiettivo rimane quello di giungere a delle prassi virtuose consolidate.

Database

Come presupposto irrinunciabile per tutte le altre buone pratiche di seguito elencate c'è la raccolta, validazione e omogenizzazione di tutti i dati emissivi, tramite la creazione e mantenimento costante di una base dati unica per tutti i Comuni, contenente almeno una descrizione relativa a:

- settore industriale: emissioni annue o produttività annua per ogni azienda rilevante;
- settore riscaldamento: consistenza e tipologia di impianti di riscaldamento e quantitativo di combustibile consumato;
- settore agricoltura: quantitativo di fertilizzante venduto e/o utilizzato;
- settore allevamento: consistenza dei capi per ogni impianto rilevante censito;
- settore traffico: stima o misura del traffico medio giornaliero e della percentuale di mezzi pesanti su ogni strada a traffico rilevante.

Il monitoraggio, sarà effettuato in accordo con altri enti funzionali e territoriali, utilizzando come indicatore di priorità l'impatto attuale sul territorio, conosciuto o stimato. La costituzione della suddetta base dati consentirà di monitorare l'efficacia degli interventi con dati quantitativi e eventualmente di correggere, di anno in anno le modalità di applicazione, ottenendo al contempo un riscontro del costo effettivo unitario degli interventi previsti tramite un indicatore.

Identificazione di nuove aree residenziali lontano da fonti di pressione

Nella assegnazione della destinazione di uso del suolo di nuove aree edificabili residenziali va posta particolare attenzione alle condizioni di pressione sull'area, presenti o previste. Va evitata quindi per quanto possibile la costruzione di nuove aree residenziali in zone dove la qualità dell'aria, con riferimento ai macroinquinanti, mostri una qualità scadente o abbia valori superiori ai limiti di legge relativi alla salvaguardia della salute. Fonti di pressione da prendere tipicamente in considerazione sono strade ad elevato transito o grandi insediamenti industriali. La valutazione sull'area di impatto significativo della fonte di pressione (che quindi corrisponde ad un'area di esclusione) va fatta tramite campagne di misura ad-hoc e/o tramite modelli matematici per la stima dell'emissione e dispersione degli inquinanti.

Maggiore attenzione nelle valutazione di impatto

È opportuno, in tutti gli atti progettuali o pianificatori, prevedere una valutazione dettagliata di impatto ambientale sul comparto atmosfera in tutti quei casi in cui localmente sia previsto l'aumento di emissioni in atmosfera, introducendo per quanto possibile il principio di minimizzazione, mitigazione e compensazione, e valutando inoltre la possibilità di perseguire l'opzione zero. Particolare attenzione va posta, in quest'ottica, nella localizzazione di recettori sensibili, come scuole e ospedali.

Incentivazione del trasporto pubblico

In considerazione dell'elevato contributo che il traffico veicolare dà al totale delle emissioni sui 18 Comuni in esame (specifiche in nel Capitolo 5), si ritiene opportuna un'azione ben definita sul settore del trasporto pubblico.

L'incentivazione all'utilizzo del trasporto pubblico, e alla conseguente riduzione del traffico privato e relative emissioni, passa attraverso la razionalizzazione dei tracciati, dei tempi di percorrenza dei mezzi senza che necessariamente questo comporti un aggravio dal punto di vista economico per le amministrazioni. La concertazione *contemporanea* fra tutti i Comuni interessati e le società che forniscono il trasporto fornirebbe la possibilità di effettuare valutazioni economiche e trasportistiche sulle tratte da potenziare. D'altra parte la sostenibilità economica di corse di autobus è strettamente legata all'appetibilità e affidabilità del servizio. Oltre all'aspetto economico, che per l'utente si traduce nel prezzo del biglietto o dell'abbonamento, non può in alcun modo essere trascurato l'aspetto dei tempi di percorrenza e puntualità del servizio. Questo può essere migliorato in maniera drastica tramite la sistematica e diffusa introduzione di corsie preferenziali per i mezzi pubblici su gomma. Uno degli aspetti che, infatti, al giorno d'oggi maggiormente scoraggia l'utilizzo del mezzo pubblico è costituito dai lunghi tempi di percorrenza, dovuti, tra l'altro alle condizioni di elevato traffico. Le corsie preferenziali dovrebbero quindi essere introdotte su tutte le tratte urbane, partendo proprio dalle zone in cui si riscontri maggiore congestione; questo da una parte induce un ulteriore effetto di congestione per i veicoli privati, ma dall'altra ne scoraggia

decisamente l'utilizzo. Evidentemente l'introduzione di corsie preferenziali deve essere contemporaneo all'eventuale inserimento o modifica (ove necessario) di linee di trasporto pubblico sufficienti a smaltire il movimento di persone che auspicabilmente cambiano modalità di spostamento. L'intervento non completo, ovvero sola introduzione di corsie preferenziali o solo razionalizzazione dei tracciati rischierebbe di rimanere fallimentare dal punto di vista della mobilità e quindi anche delle emissioni di inquinanti in atmosfera. Per favorire il trasporto pubblico sarebbe pertanto necessario studiare un piano integrato che preveda la pianificazione e l'utilizzo di altri strumenti quali piano della sosta, zone a traffico limitato, incremento della frequenza delle corse, integrazione tariffaria, integrazione fra servizio urbano ed extra urbano.

Incentivazione della ciclabilità

Intervento utile per la riduzione delle emissioni veicolari, è l'incentivazione della ciclabilità tra le forme di mobilità alternativa. Si tratta non solo di aumentare la lunghezza delle piste ciclabili, ma anche di renderne sicura e rapida la percorribilità lungo le tratte urbane. Pertanto sono preferibili tutte quelle soluzioni che limitano il più possibile gli incroci a raso con arterie molto trafficate o comportino lo sbocco della pista in zone pericolose dal punto di vista ciclabile. Risulta peraltro preferibile, a parità di lunghezza, una rete di piste ciclabili totalmente interconnessa piuttosto che vari segmenti interrotti che costringono il ciclista ad uscire su una sede stradale non protetta. Si noti che la creazione di tracciati ciclabili anche di "attraversamento urbano" può fornire un contributo non indifferente nell'alleggerimento del traffico motorizzato delle aree più urbanizzate, a patto che questi tracciati conducano con scarsa o nessuna interruzione fino alle aree di attrazione degli utenti (scuole, aree servizi, stazioni ferroviarie, ecc.), che siano sufficientemente sicure e che prevedano adeguati spazi per il parcheggio delle biciclette. Come si è potuto verificare in altre città italiane (ad esempio Ferrara[10] o Bolzano[11]), che nel corso degli ultimi anni hanno aumentato consistentemente la definizione di nuovi percorsi ciclabili protetti, talvolta togliendo spazio anche alla sede stradale destinata al traffico motorizzato dove non altrimenti fattibile, risultati consistenti in termini di modifica del mezzo di trasporto si hanno solamente in presenza di una rete capillare ed effettivamente protetta.

Tangenziali per aree densamente abitate

In presenza di arterie ad elevato traffico che attraversano aree a densa urbanizzazione (si veda il caso studio relativo alla SS11 in località Vago di Lavagno, §2.1.6.2), è opportuno prevedere, compatibilmente con altri documenti di piano e con le valutazioni di fattibilità del

[10] Gianni Stefanati, Per una Città Amica delle Biciclette, SATE 1998, pp. 24, ANCMA-AICC-Comune di Ferrara.

[11] Regolamento delle piste ciclabili e degli itinerari ciclopedonali, Provincia Autonoma di Bolzano, 2007.

caso, la possibilità di costruzioni di bretelle, tangenziali o bypass atti a spostare il flusso di traffico, e quindi di emissione, dalle aree a più densa urbanizzazione, nell'interesse della salute collettiva. La valutazione va eseguita preventivamente tramite misure e/o modelli per accertarsi che la nuova ipotesi si riveli effettivamente globalmente migliorativa dal punto di vista ambientale e sanitario. Dal punto di vista trasportistico va comunque posta attenzione al fatto che la fluidificazione del traffico attraverso l'ipotizzato sistema di bypass non attiri ulteriore traffico; questo può essere fatto impedendo o inibendo in maniera consistente il traffico di attraversamento sul tracciato originale dell'arteria.

Servizi pubblici decentrati

Compatibilmente con altri atti pianificatori è auspicabile la decentralizzazione di alcuni servizi di pubblica utilità che possono ridurre il traffico pendolare verso Verona dai Comuni limitrofi. Questa operazione non può essere estesa a tutti i servizi, necessitando peraltro di una attenta valutazione economica di fattibilità. La concertazione tra Comuni, Provincia e Regione può riguardare le scuole (es. sedi distaccate) o i servizi di pubblica utilità per il cittadino (es. "sportello unico").

Edifici a basso consumo energetico

Nel settore del riscaldamento domestico e di edifici destinati al settore terziario è auspicabile andare verso regolamenti edilizi che favoriscano la ristrutturazione secondo standard di risparmio energetico (es. "Distretto di Bioedilizia di Treviso") e quindi minore emissione. Per quanto riguarda la costruzione di nuove abitazioni, i regolamenti edilizi possono essere adeguati per recepire il principio sopra esposto, imponendo ai costruttori metodologie migliorative dal punto di vista ambientale. Stessa osservazione vale per quanto riguarda gli edifici pubblici sia in fase di nuova costruzione che nel caso di necessità di ristrutturazione.

Gestione di alcune tipologie di scarti biodegradabili (agricoltura, allevamento, ristorazione)

La gestione degli scarti agricoli e di allevamento può essere trasformata da un onere ad una risorsa per il settore privato così come per l'ente pubblico, ipotizzando una gestione a scala sovracomunale del problema. Stante l'attuale divieto di combustione delle ramaglie a fiamma libera, è attualmente fattibile ed economicamente sostenibile la messa in opera di un impianto a biomassa destinato alla produzione di energia con lo scopo di smaltimento in loco di: ramaglie, scarti della lavorazione del legno, pollina, ecc. A patto di lavorare su un bacino di raccolta sufficientemente ampio è possibile abbattere i costi di raccolta e ottenere un ritorno in termini di produzione di calore sfruttabile per teleriscaldamento, produzione di energia elettrica o sistema di cogenerazione combinato. Una adeguata attenzione deve essere posta alle potenziali criticità di impatto locale associate a questo tipo di inquinanti.

Tra le buone pratiche va ricordato anche il riciclo di olii esausti da attività di ristorazione per l'alimentazione di impianti a biodiesel.

Attrattori di traffico

In presenza di una rete stradale che sull'area appare attualmente sovraccarica, appare, allo stato attuale, inopportuna la previsione di nuovi grandi attrattori di traffico, a meno che non siano supportati dalle relative opere di urbanizzazione che ne consentano un'accessibilità accettabile, e sempre tenendo conto del principio di compensazione.

Va inoltre valutata, sempre compatibilmente con altre azioni pianificatorie, la possibilità di delocalizzazione di attrattori di traffico verso luoghi non residenziali, riducendo quindi l'aumento locale di emissioni. In tal senso esiste una tendenza alla localizzazione delle Fiere, come nel caso di Milano e di Bolzano, al fine di ridurre l'impatto generato dagli elevati flussi di traffico indotto e concentrato in brevi periodi di tempo.

Considerato inoltre che fungono attrattori di traffico (e quindi generatori di emissioni locali a bassa quota) molte aree della zona centrale del Comune di Verona, come anche deducibile dal PGTU, è auspicabile la predisposizione di parcheggi scambiatori esterni con il potenziamento contemporaneo di servizi navetta verso il centro città.

Emissioni industriali

Nel settore industriale alcuni interventi sono possibili per il contenimento delle emissioni, con particolare riferimento a quelle industrie situate nei pressi di aree densamente abitate: è da incentivare l'adozione delle migliori tecnologie disponibili nell'abbattimento degli inquinanti aerodispersi prodotti da processi produttivi.

Attenzione va posta inoltre, dal punto di vista delle autorizzazioni (con procedure concordate con gli enti preposti), alla valutazione della quota di emissione dei camini. Questa valutazione può essere effettuata tramite misure – nel caso di impianti esistenti – o attraverso modelli matematici nel caso di impianti in fase di progetto. Si tenga conto che in ogni caso le misure possono comunque essere accompagnate da modellazione ai fini di scorporare i contributi delle diverse fonti, distinguere gli effetti di mascheramento e ottenere una corretta interpretazione. Il principio guida deve essere sempre quello di minimizzare l'impatto nell'area circostante e non può ridursi alla mera verifica delle emissioni alla bocca del camino, come è nello spirito del "Testo Unico Ambientale".

È auspicabile anche che i Comuni, in accordo e collaborazione con gli enti preposti al controllo, organizzino dei controlli a campione sugli impianti industriali, nei limiti e nelle prerogative concessi dalla vigente legge (D. Lgs. 152/2006 e seguenti modifiche) al fine di verificare l'attuazione di tutte le procedure di miglioramento ambientale che siano eventualmente state definite con le aziende medesime.

Blocchi del traffico

Fatta salva la funzione civica "educativa" dei blocchi della circolazione, si è rilevato nel paragrafo 2.2.5 che questo tipo di provvedimento può avere un effetto non trascurabile solo se

attuato su un'area vasta e per un periodo lungo (intera stagione invernale). Al contrario blocchi del traffico limitati ad aree ristrette e a carattere episodico possono avere qualche effetto su inquinanti "locali" (ossidi di azoto, monossido di carbonio), ma verosimilmente ininfluenti su inquinanti che hanno una valenza regionale o sovraregionale. D'altra parte va evidenziato che nessuna considerazione quantitativa può essere fatta in merito, a meno di effettuare preventivamente una determinazione dell'efficienza del provvedimento di chiusura al traffico (ovvero la percentuale di autoveicoli *effettivamente* fermati). In assenza di questo dato, che non risulta attualmente disponibile in maniera esaustiva, qualsiasi correlazione tra provvedimento di limitazione e variazione nelle concentrazioni di inquinati risulterebbe falsato oltre che fuorviante.

3.3 AZIONI INFORMATIVE (PARAGRAFO A CURA DEI COMUNI)

3.3.1 Azioni di comunicazione verso le categorie (imprenditori, artigiani, amministratori di condomini, agricoltori, autotrasportatori, …)

Questa tipologia di azioni di comunicazione è stata già proposta dalla Regione Veneto per favorire la riduzione dell'inquinamento atmosferico; la Regione, infatti, ha indicato la definizione di accordi con le categorie produttive interessate per razionalizzare i flussi delle merci soprattutto da e per i centri storici, favorendo il trasporto delle stesse con mezzi più eco-compatibili (esempio metano, gpl, ibridi o elettrici). Questa tipologia di iniziativa ha senso, ovviamente, se vengono stipulate delle convenzioni ovvero se sussistono agevolazioni a livello sovraordinato che permettono agli operatori commerciali e agli esercenti di servizi di trasporto di persone e cose, di accedere a finanziamenti per l'acquisto di veicoli a basso impatto ambientale, a garanzia della riduzione strutturale e permanente dell'impatto ambientale dovuto alle polveri sottili derivante dal traffico.

Nelle città che sono nodi di scambio merci sarebbe auspicabile inoltre promuovere una piattaforma logistica (cd. City logistic) per la riorganizzazione della distribuzione delle merci e l'organizzazione di servizi di supporto, che consentano di organizzare, a partire da precisi punti di snodo, il compattamento, la consegna e la raccolta delle merci in fasce orarie definite. Per la realizzazione del progetto di City logistic bisognerà ottimizzazione i percorsi e consolidare i carichi in entrata provenienti da differenti fonti e destinati a una stessa zona della città.

La riuscita di queste iniziative è subordinata ad uno stretto coinvolgimento delle Associazioni di Categoria produttive che si devono impegnare a promuovere l'adesione dei propri associati a questi protocolli e a realizzare adeguate campagne di informazione al fine di sensibilizzare i propri associati sul tema della qualità dell'aria, le iniziative di limitazione alla circolazione nonché tutte le informazioni relative all'offerta dei veicoli più ecocompatibili presenti sul mercato.

Sono inoltre di pari importanza tutte le attività di sensibilizzazione per la creazione di progetti virtuosi quali, ad esempio, i "negozi o condomini sostenibili", in cui si stimolano gli esercenti ad applicare tutte le accortezze necessarie per incrementare quei comportamenti individuali e collettivi che permettano un risparmio reale delle risorse e la salvaguardia della qualità dell'ambiente.
Tale progettualità permette inoltre all'attività aderente, di verificare concretamente il beneficio, sia in termini ambientali che economici e questo può fungere da ulteriore stimolo sia per il mantenimento di dette azioni/comportamenti virtuosi nel tempo sia per la loro diffusione attraverso i meccanismi di esempio ed emulazione da parte dei diversi target di utenti.

3.3.2 Azioni di comunicazione verso la cittadinanza

La partecipazione ed il coinvolgimento delle parti sociali e del pubblico saranno particolarmente seguite nel corso dell'applicazione e del monitoraggio del Piano. Infatti la maggior parte delle azioni di mitigazione delle emissioni inquinanti proposte prevede la partecipazione attiva del singolo cittadino. Per ottenere quindi riscontri positivi sia nel breve periodo, sia in un arco di tempo più prolungato, è fondamentale informare e sensibilizzare la popolazione sulle conseguenze negative di una cattiva qualità dell'aria, coinvolgendola sulle attività proposte dalle amministrazioni comunali per fronteggiare il problema dell'inquinamento atmosferico.
In particolare sono previste le seguenti azioni specifiche:

- Sviluppo di azioni di sensibilizzazione per l'aumento dell'efficienza energetica e la diffusione del risparmio energetico. Azioni di sensibilizzazione saranno anche dirette alla disincentivazione dell'uso del mezzo privato a favore del mezzo pubblico, con particolare riferimento alle tratte confluenti sui cosiddetti "attrattori di traffico"; queste azioni saranno concordate con i gestori dei parcheggi di centri commerciali, ospedali, parchi, area fieristica E di concerto con le aziende di trasporto pubblico.
- Sviluppo di azioni di sensibilizzazione per la riduzione dell'utilizzo del mezzo privato di trasporto, per il suo utilizzo condiviso, per l'utilizzo di mezzi collettivi e della bicicletta. Le amministrazioni locali, quindi, dopo aver garantito una adeguata copertura del territorio da parte del mezzo pubblico ed alternativo ed eseguita una pianificazione e potenziamento delle piste e dei percorsi ciclabili, dovranno agire tramite misure di incentivazione opportunamente pubblicizzate attraverso i sistemi di comunicazione a maggiore diffusione (televisione, internet, giornali, display luminosi sulle strade, ecc.).
- Azione specifica di sensibilizzazione mediante materiale informativo (cartaceo, informatico ecc.) per l'utilizzo di prodotti domestici a basso contenuto di solventi diretto alla popolazione nel suo complesso.

- Azione di sensibilizzazione nei confronti della cittadinanza per il rispetto dei valori massimi della temperatura ambiente nelle abitazioni domestiche per il periodo invernale (D.P.R. n.412 del 1993). Come si è evinto dalle analisi precedenti, anche la variazione di qualche grado all'interno degli edifici può portare a notevoli aumenti o riduzioni dei consumi dei combustibili e di conseguenza delle emissioni, considerando tutti gli impianti termici sul territorio del PQA. Sarà necessario, quindi, attuare una campagna di informazione relativamente alle pratiche da adottare per una buona gestione delle abitazioni e degli impianti termici nel periodo invernale.
- Informare la cittadinanza sui rischi per la salute derivanti dai principali inquinanti (PM_{10}, $PM_{2.5}$, IPA, NO_x, ecc). Per la divulgazione di tali informazioni e l'illustrazione dei corretti comportamenti da seguire per limitare l'esposizione durante i periodi più critici si dovranno utilizzare, ad esempio, appositi volantini, newsletter dedicate, la realizzazioni di pagine web oppure organizzare conferenze o incontri informati con la popolazione e nelle scuole, anche in collaborazione con altri enti pubblici. Questa azione ha la principale funzione di rendere consapevole la cittadinanza della dannosità e pericolosità dell'inquinamento atmosferico, incrementando la coscienza ambientale del singolo cittadino e garantendo, perciò, una maggiore accettazione delle azioni di mitigazione intraprese dalle amministrazioni locali.
- Informare la popolazione sulla qualità dell'aria per fornirle una situazione aggiornata del suo stato, affiancando ai dati giornalieri i valori limiti di legge. Sarà necessario fornire dati storici, confrontare l'andamento delle concentrazioni attuali con le tendenze degli ultimi anni per chiarire la situazione complessiva della qualità dell'aria su periodi di lunga durata. E' di fondamentale importanza che il cittadino sia consapevole della necessità di attuare misure d'urgenza nei periodi di inquinamento acuto; tali azioni dovranno essere durature, di carattere strutturale e in grande scala. Il cittadino dovrà essere informato per tempo della pianificazione di tali azioni.
- Azioni ed iniziative per la diffusione del Piano ed in particolare la creazione di una sezione dedicata alla pianificazione dell'aria sul sito internet dei Comuni con relativa pubblicazione dei successivi piani adottati e dei risultati del monitoraggio. In questa fase, anche facendo un confronto con i dati storici, si potrà misurare l'eventuale efficacia dei provvedimenti attuati.

3.4 ACCORDI (PARAGRAFO A CURA DEI COMUNI)

3.4.1 Promozione di accordi

Può essere auspicabile promuovere accordi per mettere in rilevanza le problematiche dell'inquinamento atmosferico e sostenere delle procedure e delle azioni per la mitigazione di

questo fenomeno. L'efficacia dei provvedimenti infatti dipende in larga misura dalla condivisione che si riesce a conseguire da parte dei diversi soggetti coinvolti.

Accordi per i controlli sulle caldaie

Attraverso il D.P.R. 412 del 26 Agosto 1993 *"Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10"*, si stabilisce, all'articolo 4, i valori massimi della temperatura ambiente negli edifici durante il periodo in cui è in funzione l'impianto di climatizzazione invernale. Escludendo gli edifici industriali ed artigianali, il limite imposto sulla media aritmetica delle temperature dell'aria nei diversi ambienti di ogni singola unità immobiliare è di 20°C +2°C di tolleranza.

Il controllo del rispetto di tale limite è di competenza della Provincia e dei Comuni, se essi constano di più di 40000 abitanti. L'Ente Locale per queste verifiche, con cadenza almeno biennale, si può avvalere di organismi esterni aventi specifica competenza tecnica e deve incrementare il numero di controlli soprattutto nei periodi di maggiore criticità, effettuando contemporaneamente un'azione di sensibilizzazione nei confronti della popolazione. Ovviamente le singole amministrazioni devono rispettare questi limiti negli edifici di proprietà pubblica, sia per garantire un risparmio energetico ed emissivo sia come funzione di sensibilizzazione verso i privati indicando il comportamento da seguire per il rispetto della normativa.

Si deve continuare a lavorare sul protocollo di intesa condiviso con le principali associazione di categoria dei manutentori di impianti termici per definire le modalità delle operazioni previste in ordine alla corretta manutenzione dell'impianto termico sia per ciò che riguarda gli aspetti della sicurezza che per gli aspetti del risparmio e contenimento energetico. L'iniziativa già condotta in sinergia con il Comune di Verona e l'Amministrazione Provinciale, che mantiene la specifica competenza per tutti i restanti Comuni del PQA, deve essere portata avanti e sostenuta da tutte le amministrazioni locali.

Accordi con autostrade

Lungo i maggiori assi viabili che si diramano sul territorio del PQA vengono immesse nell'aria importanti quantità di sostanze inquinanti. Indipendentemente da quanto previsto da altre disposizioni per la riduzione delle emissioni, lungo questi assi stradali, è probabile che vi siano porzioni di territorio o singoli edifici particolarmente interessati da alte concentrazioni di inquinanti atmosferici.

Perciò, per mitigare gli impatti che localmente si manifestano nelle aree limitrofe ai tracciati autostradali presenti sul territorio del PQA si possono prevedere degli accordi con le società autostradali per individuare interventi di mitigazione consistenti, per esempio, nell'inserimento di fasce arboree ed arbustive lungo il tracciato in corrispondenza dei

principali ricettori, con l'obiettivo di creare una fascia tampone in grado di assorbire gli inquinanti e trattenere le polveri prodotte dal traffico oltre che offrire un adeguato mascheramento visivo ed un migliore inserimento paesaggistico. Altre misure che si possono adottare per la riduzione dell'inquinamento atmosferico sono limitare la velocità nei tratti in prossimità dei centri urbani (da 130 km/h a 110 km/h) e imporre il divieto di sorpasso per i mezzi pesanti.

Accordi con ferrovie

Realizzazione di accordi per creare un sistema di trasporto integrato, disincentivazione all'utilizzo del mezzo privato, specie per il traffico di pendolari da/per territorio extra-comunale, incentivazione all'uso del trasporto pubblico, anche individuando le modalità più opportune per giungere ad una tariffazione integrata dei vari mezzi.

Accordi con grandi attrattori di traffico

E' auspicabile stipulare accordi con i grandi attrattori di traffico per incentivare il pubblico a recarsi presso tali strutture con mezzi ecocompatibili (per esempio treno, carpooling o autobus alimentati a metano, gpl, ecc). Chi si impegna a seguire queste pratiche di mobilità sostenibile potrà ricevere, per esempio, uno sconto sul biglietto d'ingresso o delle agevolazioni per determinati servizi, ecc.

Accordi con altre forze di polizia

La Direttiva del Ministero dei Lavori Pubblici del 7 luglio 1998 "Direttiva sul controllo dei gas di scarico degli autoveicoli (bollino blu), ai sensi dell'art. 7 del Nuovo Codice della Strada", stabilisce che i controlli dei gas di scarico dei veicoli avvengano almeno una volta all'anno. Controllare annualmente i propri gas di scarico risponde inoltre ad un ben preciso obbligo sancito dal Nuovo Codice della Strada (D.Lgs. 285/92 e successive modificazioni) che, all'art. 79, impone di mantenere i veicoli in condizioni di efficienza in modo da contenere l'inquinamento entro i limiti stabiliti.

Si considerano strategici degli accordi con la forza di polizia sovraordinata (es. carabinieri polizia di stato ecc.), messi in atto dai Comuni, dalla Provincia ed altri Enti per effettuare campagne di controllo dei gas di scarico dei veicoli a motore da effettuarsi su strada per sensibilizzare la cittadinanza sul principio e l'importanza del controllo periodico frequente dei gas di scarico.

Accordi tra Enti proprietari delle strade

Il presente documento mostra quanto il traffico veicolare sia una componente rilevante dell'inquinamento atmosferico, in particolare se derivante da mezzi pesanti e/o alimentati con carburanti più impattanti.

I provvedimenti di limitazione del traffico diventano significativi e maggiormente incisivi se assunti in modo coordinato ed omogeneo da tutti gli Enti (Comuni, Provincia, Regione, Stato, Enti Gestori) proprietari delle strade che attraversano i territori comunali.
Gli accordi dovranno essere adeguati alle finalità dei provvedimenti, avendo cura di ponderare le eventuali deroghe:

- Limitazione permanenti o stagionali rivolte ad alcune categorie di veicoli ed in determinate fasce orarie, che interessino gli interi territori comunali;
- Divieti di transito di alcune tipologie di veicoli (ad esempio autocarri) in modo da spostarne il traffico su arterie stradali di scorrimento, salvaguardando la aree residenziali;
- Giornate ecologiche o periodiche di blocco totale del traffico.

Le finalità di tutela ambientale e sanitaria devono essere l'obiettivo comune che possa far convergere l'impegno di tutti gli enti per la definizione di accordi e provvedimenti condivisi ed efficaci. Allo scopo potrà anche rivelarsi necessario approfondire preventivamente le conoscenze di specifiche situazioni dal punto di vista della tipologia e della quantificazione dei passaggi veicolari e del rischio sanitario indotto.

Capitolo 4

Procedure per il monitoraggio e adeguamento del Piano

4 INDICE CAPITOLO 4

4 INDICE CAPITOLO 4 4-3

INDICE DELLE FIGURE 4-5

INDICE DELLE TABELLE 4-7

4 PROCEDURE PER IL MONITORAGGIO E ADEGUAMENTO DEL PIANO 4-8

4.1 DETERMINAZIONE DI INDICATORI E MODALITÀ DI MONITORAGGIO DELLE FASI DEL PIANO E DEI RELATIVI RISULTATI 4-8

4.2 INDICATORI DI VALUTAZIONE DELLE EFFICACIA DELLE AZIONI PROPOSTE (PARAGRAFO A CURA DI ARPA VENETO) 4-9

4.3 AZIONI CONOSCITIVE: INDICAZIONI DI APPROFONDIMENTO 4-26

4.3.1 Ruolo della combustione della legna 4-27

4.3.1.1 Traccianti della combustione della legna 4-27

4.3.1.2 Levoglucosano 4-28

4.3.1.3 Determinazione del levoglucosano in aria ambiente 4-28

4.3.1.4 Conclusioni 4-31

4.3.2 Emissioni dalle attività connesse alla gestione rifiuti 4-32

4.3.2.1 Approfondimenti sull'inceneritore di Ca' del Bue 4-32

4.3.3 Emissioni da attività per la generazione di energia da biomasse di scarto 4-34

4.3.3.1 Impianti a biomassa legnosa 4-34

4.3.3.2 Criticità degli impianti a biogas 4-35

4.3.4 Emissioni da traffico 4-37

4.3.4.1 Efficacia delle barriere verdi 4-37

4.3.4.2 Indicazione di esperienze europee finalizzate alla diminuzione delle emissioni in sede stradale: il progetto LIFE SPAS 4-41

4.3.4.3 Valutazione dell'efficacia dell'applicazione di rivestimenti e cementi fotocatalitici nell'abbattimento delle concentrazioni inquinanti in atmosfera 4-51

4.3.4.3.1 Introduzione 4-51

4.3.4.3.2 La fotocatalisi 4-52

4.3.4.3.3 Possibili applicazioni e loro efficacia 4-54

4.3.4.4 Efficacia dello spazzamento e lavaggio delle strade e cenni sul problema della risospensione 4-61

4.3.4.5 Inquinamento nelle gallerie stradali e sistemi di ventilazione 4-67

4.3.4.5.1 Sistemi a ventilazione naturale 4-68

4.3.4.5.2 Sistemi a ventilazione longitudinale 4-69

4.3.4.5.3 Sistemi a ventilazione trasversale 4-70

4.3.4.5.4 Concentrazioni di inquinanti nei tunnel stradali 4-71

4.3.5 Predisposizione e utilizzo di strumenti di previsione della qualità dell'aria a supporto dell'adozione di misure (a breve, a medio e lungo termine). 4-79

4.3.5.1 Premessa 4-79

4.3.5.2 Il Sistema Integrato per la gestione della Mobilità e della Sicurezza del Comune di Verona .4-82

4.3.5.3 Il sistema NINFA 4-84

4.3.5.4 Osservazioni 4-85

4.3.6 Indicazioni per lo sfruttamento della risorsa geotermica 4-86

4.3.7 Ruolo del cittadino 4-86
4.3.8 Esempio di esposizione giornaliera 4-88
4.4 VALUTAZIONE DELL'INQUINAMENTO PROVENIENTE DA AREE ESTERNE PROVINCIALI 4-94

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 4-1: STRUTTURA CHIMICA DEL LEVOGLUCOSANO (1,6-ANHYDRO-β-D-GLUCOPYRANOSE). 4-28
FIGURA 4-2: CORRELAZIONE FRA CONCENTRAZIONI DI PM_{10} E LEVOGLUCOSANO RILEVATE NELLA ZONA URBANA DI UNA CITTÀ ALPINA. 4-30
FIGURA 4-3: CORRELAZIONE FRA CONCENTRAZIONI DI PM_{10} E LEVOGLUCOSANO RILEVATE IN ZONA MONTANA ALPINA. 4-30
FIGURA 4-4: CORRELAZIONE FRA CONCENTRAZIONI DI PM_{10} E LEVOGLUCOSANO. 4-30
FIGURA 4-5: CONCENTRAZIONI DI LEVOGLUCOSANO MISURATE NELLA ZONA URBANA DI UNA CITTÀ ALPINA. 4-31
FIGURA 4-6: RAPPORTO FRA LEVOGLUCOSANO E PM_{10} MISURATO NELLA ZONA URBANA DI UNA CITTÀ ALPINA. 4-31
FIGURA 4-7: STIMA PRELIMINARE DELLE EMISSIONI DI OSSIDI DI AZOTO DALL'IMPIANTO DI TERMOVALORIZZAZIONE DI CA' DEL BUE NEI CASI IN CUI QUESTO NON DISPONESSE DI UN TRATTAMENTO DI RIDUZIONE DI NO_x, CON SISTEMA SNCR E CON SCR (PATERNOSTER L., 2010). 4-33
FIGURA 4-8: CONFRONTO FRA LE EMISSIONI DELL'IMPIANTO A BIOMASSA LEGNOSA DI OSPITALE DI CADORE CON QUELLE DI UN INCENERITORE CON SISTEMA SCR E CAPACITÀ DI 196605 T/ANNO. 4-35
FIGURA 4-9: CONFRONTO FRA LE EMISSIONI DI UN IMPIANTO A BIOGAS DI 1 MWE CON QUELLE DI UN INCENERITORE CON SISTEMA SCR E CAPACITÀ DI 196605 T/ANNO. 4-36
FIGURA 4-10: CONCENTRAZIONE DI PARTICOLATO TOTALE TSP IN FUNZIONE DELLA DISTANZA DALLA STRADA. LE DIVERSE LINEE RAPPRESENTANO DIVERSE CONFIGURAZIONI DI SPECIE VEGETATIVE DIVERSE (YIN SHAN ET AL., 2007). 4-40
FIGURA 4-11: EFFICIENZE DI RIMOZIONE IN FUNZIONE DELLE DIVERSE CONFIGURAZIONI DI SPECIE (L1 –L6) E IN FUNZIONE DELLE DIVERSE STAGIONI (YIN SHAN ET AL., 2007). 4-41
FIGURA 4-12: GRAFICO DI SIMULAZIONE DELLE DIVERSE ZONE DI PRESSIONE DERIVANTI DAL TRANSITO DEI VEICOLI: IL CASO DEL MURO (SHARL ET AL., 2009) (SHARL & ISER, 2009). 4-43
FIGURA 4-13: GRAFICO DI SIMULAZIONE DELLE DIVERSE ZONE DI PRESSIONE DERIVANTI DAL TRANSITO DEI VEICOLI: IL CASO DEL TUNNEL (SHARL ET AL., 2009). 4-43
FIGURA 4-14: FOTO DELL'APPARECCHIATURA DI PROVA PER I TEST CONDOTTI SUI FILTRI: NEL TUBO VIENE FATTA TRANSITARE ARIA ESAUSTA CHE ATTRAVERSA IL FILTRO DA TESTARE (POSTO NELLA PARTE CENTRALE DELL'APPARECCHIATURA) (RODLER & HENN, 2009). 4-44
FIGURA 4-15: RISULTATI DI UNA PROVA CONDOTTA IN LABORATORIO (SI VEDA FIGURA PRECEDENTE) PER DETERMINARE LE EFFICIENZE DI RIMOZIONE DI UNO DEI FILTRI DA TESTARE (RODLER & HENN, 2009). 4-45
FIGURA 4-16: LOCALIZZAZIONE DEI TRE SITI SPERIMENTALI CON RIFERIMENTO ALLA CITTÀ DI KLAGENFURT (HADOLT H., 2009). 4-46
FIGURA 4-17: FOTO DEL MURO CON FILTRI SPAS A VIKTRING (HADOLT H., 2009). 4-47
FIGURA 4-18: FOTO DEL MURO CON FILTRI SPAS A WÖLFNITZ (HADOLT H., 2009). 4-48
FIGURA 4-19: FOTO DEL SOTTOPASSO LENDORF CON FILTRI SPAS (HADOLT H., 2009). 4-49
FIGURA 4-20: RISULTATI DI MISURE DI CONCENTRAZIONE DAVANTI E DIETRO AI FILTRI PER IL SITO DI VIKTING: SI NOTA UNA MEDIA DI 44 MG/M3 NEL CASO SENZA BARRIERE SPAS E UNA DIMINUZIONE DELLE CONCENTRAZIONI DI PM_{10} DIETRO LE BARRIERE DEL 15-20% (RODLER & HENN, 2009). 4-50
FIGURA 4-21: FOTO DI ALCUNI PUNTI DI MISURA PER LE PROVE ACUSTICHE SU CAMPO (HADOLT H., 2009). 4-51
FIGURA 4-22: SCHEMA DI FUNZIONAMENTO DEL RIVESTIMENTO FOTOCATALITICO (GLOBAL ENGINEERING AND TRADE, 2004). 4-52
FIGURA 4-23: VIA MORANDI, SEGRATE (MI). 4-55
FIGURA 4-24: PIAZZALE DELLA CEMENTERIA DI CALUSCO (BG). 4-55
FIGURA 4-25: FOTO DI VIA BORGO PALAZZO SOGGETTA A SPERIMENTAZIONE (WWW.ITALCEMENTI.IT). 4-57

FIGURA 4-26: SCHEMA DELLA SPERIMENTAZIONE (ITALCEMENTI, 2009). 4-57
FIGURA 4-27: SISTEMA DI SPAZZAMENTO E LAVAGGIO STRADALE IMPLEMENTATO IN GIAPPONE E TESTATO DA UN GRUPPO DI RICERCATORI (CHANG T-M. ET AL., 2005). 4-62
FIGURA 4-28: CONFIGURAZIONE DI SPAZZAMENTO E LAVAGGIO DELLA STRADA SOGGETTA A SPERIMENTAZIONE IN GIAPPONE (CHANG T-M. ET AL., 2005). 4-63
FIGURA 4-29: ANDAMENTO DELLE CONCENTRAZIONI DI PM_{10} RILEVATE DURANTE LO SPAZZAMENTO E LAVAGGIO (GRAFICO SOPRA) CON CONFRONTO DELLE CONCENTRAZIONI NELLE ZONE ADIACENTI NON SOGGETTE A TRATTAMENTO (PARTE SOTTOSTANTE DEL GRAFICO). LE CONDIZIONI DI PROVA SI RIFERISCONO A UN VOLUME DI TRAFFICO MEDIO DI 68 PCU/MIN E INTENSITÀ MEDIA DEL VENTO DI 0.7 M/S (CHOU, C-M. ET AL., 2007). 4-64
FIGURA 4-30: CORRELAZIONE SPERIMENTALE FRA EFFICIENZA DI RACCOLTA DELLA FRAZIONE SABBIOSA PER MEZZO DEL SISTEMA RAVS (HS) E L'EFFICIENZA DI RIDUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE DI PM_{10} IN ARIA AMBIENTE (HR). LE CONDIZIONI DI PROVA SI RIFERISCONO A UN VOLUME DI TRAFFICO COMPRESO FRA 15 E 156 PCU/MIN, INTENSITÀ DEL VENTO TRA 0.1 E 3.2 M/S E CARICO DI SABBIA COMPRESO FRA 0.63 E 8.0 G/M2. (CHOU, C-M. ET AL., 2007) 4-65
FIGURA 4-31: CONFIGURAZIONE DI SPAZZAMENTO E LAVAGGIO DELLA STRADA SOGGETTA A SPERIMENTAZIONE IN SPAGNA (AMATO ET AL., 2009B). 4-66
FIGURA 4-32: MEZZI DI SPAZZAMENTO (A SINISTRA) E LAVAGGIO DELLA STRADA (DESTRA) SOGGETTA A SPERIMENTAZIONE IN SPAGNA (AMATO ET AL., 2009B). 4-66
FIGURA 4-33: SISTEMA DI VENTILAZIONE NATURALE (EL-FADEL AND HASHISHO, 2001). 4-69
FIGURA 4-34: SISTEMA DI VENTILAZIONE LONGITUDINALE: A) TIPOLOGIA A ESPULSIONE MEDIANTE POZZO CENTRALE, B) TIPOLOGIA A ESPLUSIONE ED IMMISSIONE ATTRAVERSO POZZI VERTICALI, C) TIPOLOGIA AD IMMISSIONE CON BOCCAGLIO, D) TIPOLOGIA ASSIALE (EL-FADEL AND HASHISHO, 2001). 4-69
FIGURA 4-35: SISTEMI DI VENTILAZIONE: A) SEMI-TRASVERSALE, B) COMPLETAMENTE TRASVERSALE, C) COMBINATO SEMI-PIENAMENTE TRASVERSALE (MÜLLER AND STELTMANN, 2005). 4-70
FIGURA 4-36: CONCENTRAZIONI RILEVATE ALL'INTERNO DI UN TUNNEL SOGGETTO A TRANSITI DI AUTOBUS A DIVERSA ALIMENTAZIONE: CONFRONTO CON LE MISURE DIRETTE (IN BIANCO) CON I RISULTATI DELLA SIMULAZIONE (GRIGIO) (ZANINI ET AL., 2006). 4-72
FIGURA 4-37: CONCENTRAZIONI DI CO ED NO2 RILEVATE ALL'INTERNO DI UN TUNNEL OGGETTO DI UNA SPERIMENTAZIONE AD HONG KONG: IN BLU LA REGRESSIONE LINEARE DEI TRE PUNTI DI CAMPIONAMENTO FISSI ALL'INTERNO DEL TUNNEL (RECETTORE 1, 2 E 3), IN VERDE PUNTINATO IL VALORE STIMATO MEDIANTE APPOSITO MODELLO PREVISIONALE, IN ROSSO LE MISURE SU CAMPO ATTRAVERSO LA METODOLOGIA "CAR CHASING" (MAK AND HUNG, 2008) (1 PPM NO_2 = 1880 $\mu G/M^3$; 1 PPM CO = 1165MG/M^3). 4-73
FIGURA 4-38: CONCENTRAZIONI DI NO, NO_2 E CO RILEVATE ALL'INGRESSO E ALL'USCITA DI UN TUNNEL (CHANG AND CHUNG, 2003) 4-74
FIGURA 4-39: ZONA DELL'INTERVENTO TUNNEL (ITALCEMENTI, 2009). 4-75
FIGURA 4-40: FOTO DEL TUNNEL "UMBERTO I" A ROMA, SOGGETTO AD INTERVENTO (WWW.ITALCEMENTI.IT). 4-77
FIGURA 4-41: GRAFICO DEI RISULTATI DELLA CAMPAGNA SUL TUNNEL "UMBERTO I" A ROMA (ITALCEMENTI, 2009). 4-78
FIGURA 4-42: COSTO PER GRAMMO DI PM_{10} RIMOSSO CON LE DUE SOLUZIONI: ELETTROFILTRO E FILTRO ANTIPARTICOLATO. 4-87
FIGURA 4-43: CONFRONTO FINALE TRA IPOTETICHE OPZIONI DI PROVVEDIMENTI PER LA RIDUZIONE DEL PARTICOLATO PM_{10}, A DISPOSIZIONE DEL CITTADINO. 4-88
FIGURA 4-44: DINAMICA DEL PARTICOLATO DURANTE LA NOTTE (CASO DI STUDIO). 4-90
FIGURA 4-45: DINAMICA DEL PARTICOLATO DURANTE LA PREPARAZIONE DELLA COLAZIONE (CASO DI STUDIO) 4-91

FIGURA 4-46: DINAMICA DEL PARTICOLATO DURANTE LA PREPARAZIONE DEL PRANZO (CASO DI STUDIO). 4-91
FIGURA 4-47: DINAMICA DEL PARTICOLATO DURANTE LA PREPARAZIONE DELLA CENA (CASO DI STUDIO). 4-92
FIGURA 4-48: DINAMICA DEL PARTICOLATO DURANTE IL PERIODO DOPO CENA (CASO DI STUDIO). 4-92
FIGURA 4-49: DINAMICA DEL PARTICOLATO DURANTE IL PERIODO DI LAVORO IN UFFICIO (MATTINA). 4-93
FIGURA 4-50: DINAMICA DEL PARTICOLATO DURANTE IL PERIODO DI LAVORO IN UFFICIO (POMERIGGIO). 4-93
FIGURA 4-51: PERCENTUALI DI ESPOSIZIONE..... 4-94

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 4-1: DATI DI LETTERATURA RELATIVI A MISURE DI LEVOGLUCOSANO IN ARIA AMBIENTE. 4-29
TABELLA 4-2: LIMITI DI CONCENTRAZIONE MEDIE GIORNALIERE E ANNUALI PER NOX PER IMPIANTI REALIZZATI RECENTEMENTE O IN PROGETTO (AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI FORLÌ-CESENA, 2004), (PROVINCIA DI FERRARA, 2007), (PROVINCIA DI FERRARA, 2008), (INNOCENTI M. C., 2008-2009). 4-34
TABELLA 4-3: CLASSI DI SPECIE SOGGETTE A STUDIO CORRISPONDENTI ALLE EFFICIENZE INDICATE NELLA FIGURA 4-10 (YIN SHAN ET AL., 2007)..... 4-40
TABELLA 4-4: CARATTERISTICHE DELLE BARRIERE SPAS IMPLEMENTATE IN SITO (HADOLT H., 2009). 4-49
TABELLA 4-5: COSTO SPECIFICO DELLE APPLICAZIONI DI SISTEMI FOTO CATALITICI AL M^2, CON RIFERIMENTO ALLE APPLICAZIONI VERTICALI ED ORIZZONTALI (ITALCEMENTI, 2009). 4-56
TABELLA 4-6: CONCENTRAZIONE MEDIA DI NO_X REGISTRATA PER 5 GIORNI CON CENTRALINE POSTE A DIVERSE ALTEZZE DAL SUOLO. (ITALCEMENTI, 2009 MOD.)..... 4-58
TABELLA 4-7: TEMPO MEDIO DI ESPOSIZIONE AD UNA CERTA CONCENTRAZIONE DI MONOSSIDO DI CARBONIO (CO), NEI TUNNELS (1 PPM CO = 1.165 MG/M^3) (EL-FADEL AND HASHISHO, 2001)..... 4-68
TABELLA 4-8: CLASSIFICAZIONE DEI TUNNEL E TIPOLOGIA DI VENTILAZIONE IN FUNZIONE DELLA LUNGHEZZA (EL-FADEL AND HASHISHO, 2001). 4-68
TABELLA 4-9: SOMMARIO DI ALCUNE MISURE DI CONTROLLO DEI LIVELLI DI INQUINANTE ALL'INTERNO DI TUNNEL (EL-FADEL AND HASHISHO, 2001). 4-74
TABELLA 4-10: VALORE LIMITE PER QUANTO RIGUARDA LA CONCENTRAZIONE DI PM IN AMBIENTE INDOOR. .. 4-89
TABELLA 4-11: CONCENTRAZIONI MEDIE (µG/M^3) PER IL PERIODO DI RIFERIMENTO OGGETTO DI STUDIO. 4-94

4 PROCEDURE PER IL MONITORAGGIO E ADEGUAMENTO DEL PIANO

4.1 DETERMINAZIONE DI INDICATORI E MODALITÀ DI MONITORAGGIO DELLE FASI DEL PIANO E DEI RELATIVI RISULTATI

Unitamente all'adozione da parte dei Comuni del Piano di Qualità dell'Aria è importante che gli stessi prevedano già in programma un monitoraggio ben pianificato. Il monitoraggio e l'eventuale conseguente adeguamento del piano di qualità dell'aria va effettuato verificando l'effettiva riduzione delle emissioni ottenuta tramite l'applicazione dei provvedimenti previsti e la loro efficacia sui livelli di concentrazione degli inquinanti in atmosfera.

La prima e imprescindibile fase del monitoraggio del Piano è costituita dalla raccolta di sufficienti informazioni sulla validità delle azioni. Queste infatti dovranno essere calibrate e corrette in base alle nuove indicazioni, anche alla luce di conoscenze che si dovessero rendere disponibili successivamente alla predisposizione del piano.

L'efficacia delle misure proposte va verificata periodicamente. È necessario quindi che una struttura di coordinamento (come per esempio il già esistente TTZ) si faccia carico di seguire questa procedura. In futuro si auspica quindi il mantenimento ed ampliamento di queste istituzioni, estendendone eventualmente la sua funzione anche alla supervisione dell'efficacia delle azioni e indirizzamento delle politiche comunali in ambito ambientale.

Il compito di questo soggetto di coordinamento potrà essere quello di monitorare l'efficacia delle azioni, ma anche quello di stabilire priorità e tempistica di applicazione delle singole misure, in relazione alle specificità dei singoli territori comunali. Le attività di monitoraggio dell'efficacia delle azioni devono prevedere la verifica del rispetto dei limiti d'emissione (in ambito industriale, ma anche per gli impianti civili e, in caso di introduzione di determinate prescrizioni, per i veicoli), l'ispezione delle prescrizioni stagionali e permanenti (limitazione della circolazione) e la valutazione del grado di penetrazione delle misure di incentivazione (sfruttamento degli incentivi economici, livello di gradimento del trasporto pubblico e alternativo). Più in generale è necessario conseguire con un monitoraggio puntuale ed efficace di tutte le variabili che, direttamente, o indirettamente, influiscono sulla qualità dell'aria: a titolo di esempio, flussi veicolari sulle principali strade (autostrade, viabilità principale, viabilità secondaria), affluenza verso e da i grandi attrattori, consumi di gas per il riscaldamento domestico e usi industriali, traffico aereo e quant'altro utile a quantificare in maniera dettagliata le emissioni in atmosfera (come esemplificato anche in Tabella 3-39).

I compiti di controllo attivo rimangono ovviamente in carico agli enti deputati per legge (Unità Sanitaria Locale, ARPAV, Provincia, Polizia Municipale a seconda degli ambiti) per ciò che riguarda la verifica del rispetto dei limiti di legge. Si dovrà altresì procedere con la raccolta in opportune basi di dati organizzate e fruibili ed elaborazione statistica dei dati presso i destinatari (sia privati che pubblici) coinvolti nel caso delle misure di incentivazione.

Con riferimento ad ogni singola azione proposta si è introdotto uno specifico indicatore di controllo che dovrebbe consentire, affiancato ai valori di emissione dati dall'inventario ed alle misure di concentrazione date dalla rete di monitoraggio, di valutare l'effettiva implementazione del provvedimento e la sua efficacia.
La valutazione delle potenziali emissioni future deriva dall'elaborazione dei dati di emissione attuali ricavati dall'inventario regionale che sarà disponibile nel corso dell'anno 2010 su elaborazione dell'"Osservatorio Aria", e dalla stima dell'efficacia di abbattimento degli inquinanti attribuibile ai differenti provvedimenti di Piano. Le valutazioni attuali sono state effettuate tenendo conto dell'attuale base dati, con tutti i suoi limiti di approssimazione. D'altro canto essa non dà indicazioni sull'eventuale priorità economica e sull'estensione temporale che ogni azione comporta. In futuro si dovrà pensare di correlare vantaggi ambientali e relativa spesa da sostenere associando ad ogni intervento il costo specifico per emissioni evitate. Ciò permetterà di stabilire una priorità in base sia agli aspetti ambientali, sia a quelli economici. Per avere inoltre un quadro più realistico circa l'effettivo successo dei provvedimenti introdotti si deve disporre di dati completi, aggiornati ed il più possibile specifici per eseguire un attento monitoraggio delle azioni di piano.
Si ricorda inoltre che il Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria individua specifici settori su cui è necessario intervenire per ridurre le emissioni inquinanti ed è quindi necessario tenerne conto nei vari processi di pianificazione. In particolare esso è direttamente connesso con la pianificazione energetica, sia a scala comunale che regionale, e la pianificazione nel settore dei trasporti che dovranno tenere conto dei principi generali fissati dal presente documento.
Per quanto riguarda l'industria si dovrà far riferimento alla Direttiva IPPC sul controllo integrato dell'inquinamento e ai documenti prodotti nell'ambito delle procedure di attuazione della Direttiva stessa (i cosiddetti BREF, best available techniques reference document), oltre a tener conto delle indicazioni di piano.
Per garantire una valutazione obiettiva ed un adeguamento corretto delle misure di piano sarà importante procedere alla raccolta e alla elaborazione dettagliata degli indicatori relativi allo stato di avanzamento delle varie azioni in sede di TTZ. In questa sede si dovrà quindi decidere per il mantenimento, la modifica, l'eliminazione o la sostituzione delle misure applicate.

4.2 INDICATORI DI VALUTAZIONE DELLE EFFICACIA DELLE AZIONI PROPOSTE (PARAGRAFO A CURA DI ARPA VENETO)

Nel presente capitolo sono state nuovamente considerate le azioni per il miglioramento della qualità dell'aria, proposte nel cap. 3, e gli "obiettivi" ad esse associati. Basandosi su ipotetici scenari di implementazione pratica delle azioni, sono stati descritti possibili indicatori che consentono di valutare il risultato, in termini di riduzione delle emissioni, delle azioni

intraprese, e di monitorare lo stato di avanzamento delle attività. Il set di indicatori proposti costituirà, una volta che le azioni verranno definite con dettaglio e specificità nella realtà locale, lo strumento per valutare i risultati prodotti e pianificare l'attività.
Per ogni obiettivo, vengono proposti degli indicatori di risparmio emissivo, che consentono di stimare la riduzione delle emissioni comportata da una determinata azione. Per la maggior parte di essi, sono riportati gli elementi di dettaglio caratteristici (descrizione, dati di partenza e fonti, metodologia di calcolo). Si sottolinea che, al fine di valutare l'efficacia dell'azione per un miglioramento della qualità dell'aria, è importante rapportare le emissioni risparmiate con il totale delle emissioni legate a quel settore di attività (per esempio traffico o emissioni industriali).
Accanto agli indicatori di emissione, si propongono gli indicatori di realizzazione delle attività associate ai vari obiettivi, che hanno la funzione di fornire informazioni su quanto è stato fatto dalle amministrazioni in termini di attività finalizzate al miglioramento della qualità dell'aria.
In alcuni casi, come ad esempio il punto 1.3 ("regolazione della circolazione"), non è stato possibile definire indicatori di risparmio emissivo, in quanto l'azione descritta è di tipo troppo generico, ovvero ha effetti molteplici e non consente la loro quantificazione. In tali casi sono stati discussi solo gli indicatori di attività.

Azione 1. Trasporto urbano sostenibile: riduzione impatto mezzi privati

Obiettivo 1.1. Passaggio da trasporto privato a trasporto pubblico.

Indicatore di risparmio emissivo

L'indicatore proposto stima le emissioni risparmiate grazie all'utilizzo del trasporto pubblico, come alternativa al mezzo di trasporto privato.
Si considerano pertanto due scenari. Nel primo si ipotizza che un certo numero di viaggi venga effettuato con il mezzo di trasporto pubblico, cioè che un certo numero N_{TOT} di persone utilizzi il mezzo pubblico: il viaggio è quindi riferito alla persona, non al mezzo. Nel secondo scenario si ipotizza che quelle stesse persone scelgano il mezzo di trasporto privato per compiere gli stessi tragitti. Vengono quindi calcolate le emissioni dei due scenari e, per differenza, il risparmio emissivo associato all'utilizzo del mezzo pubblico anziché del mezzo privato.
Si precisa che si ipotizza che nei due scenari i tragitti percorsi, e quindi la lunghezza media del viaggio, siano gli stessi.
Nelle formule i viaggi sono suddivisi per tipologia di mezzo utilizzato, per poter associare a ogni categoria di mezzo un diverso fattore di emissione: identificate I categorie nel parco dei mezzi di trasporto pubblico locale, si associa ad ogni categoria $i=1,\ldots,I$ il numero di viaggi (ossia persone che intraprendono il viaggio) effettuati con quella categoria di mezzo *N1, ..., NJ*; analogamente, identificate *J* categorie nel parco auto ACI, si associa ad ogni

categoria *j=1,…,J* il numero di viaggi effettuati con quella categoria di auto. Dal momento che il numero dei viaggi nei due scenari è lo stesso, si avrà che

$$\sum_{i=1}^{I} Ni = \sum_{j=1}^{J} Mj = \mathrm{N_{TOT}}$$

Calcolo

- *Dati necessari*
  - Parco mezzi del trasporto pubblico locale.
  - Parco auto ACI.
  - Coefficiente di occupazione medio del mezzo di trasporto pubblico, CO_{TPU}.
  - Coefficiente di occupazione medio del mezzo di trasporto privato, CO_{TPR}=1.2.
  - Fattore di emissione per classe del veicolo (l'indice i rappresenta la classe), *FEi* (g/(veicolo · km)); fonti: EMEP/EEA Air pollutant emission inventory guidebook, 2009. Technical report No 6/2009. http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009.
  - Lunghezza media del viaggio, *L*.
  - Numero di viaggi (persone che intraprendono il viaggio) effettuati con ogni tipologia *i* (*i= 1,…,I*) di mezzo pubblico, *Ni*.
  - Numero di viaggi (persone che intraprendono il viaggio) effettuati con ogni tipologia *j* (*j= 1,…,J*) di mezzo privato, *Mj*.

- *Formule*

  Emissione complessiva dal parco di trasporto pubblico

  $$EmTPU = \sum_{i=1}^{I} L \cdot FEi \cdot Ni / CO_{TPU} ,$$

  emissione complessiva dal parco di trasporto privato

  $$EmTPR = \sum_{j=1}^{J} L \cdot FEj \cdot Mj / CO_{TPR}$$

  emissioni risparmiate

  $EmRIS = EmTPR - EmTPU$.

Attività

- Promozione dell'utilizzo del trasporto pubblico locale.
- Realizzazione di una rete di corsie riservate e controllate anche mediante sistemi telematici.
- Istituzione di un progressivo divieto di circolazione per i veicoli più inquinanti.
- Adeguamento dei mezzi del Trasporto Pubblico Locale (TPL) ai fini della riduzione delle emissioni: impiego di carburanti meno inquinanti (emulsione, bio-carburante), o sostituzione con mezzi a metano, GPL o elettrici.

Indicatori di attività

- Viaggiatori trasportati servizio urbano ed extraurbano (n).
- Ricavi tariffari servizio urbano ed extraurbano (M euro).
- Veicoli TPL del servizio urbano (n) per tipologia di alimentazione.
- Rete TPL (km).
- Corsie riservate (km).
- Rete TPL (km)/Estensione territorio comunale (km2).
- Velocità del TPL (km/h).
- Frequenza TPL (min-1).
- Arco medio giornaliero di servizio (h).
- Posti disponibili nei parcheggi scambiatori (treno-auto e bus-auto) (n).
- Numero abbonamenti TPL (n).

Obiettivo 1.2. Adeguamento mezzi trasporto pubblico locale

Indicatore di risparmio emissivo

L'indicatore proposto stima le emissioni risparmiate grazie a un rinnovo del parco degli automezzi, come avviene nei seguenti esempi:

- conversione delle auto da benzina a GPL o metano (t/a);
- rinnovo del parco degli automezzi per trasporto pubblico e del parco macchine degli enti pubblici.

Si ipotizzano due scenari: nel primo si considera il parco degli automezzi originario; nel secondo si utilizza il parco degli automezzi rinnovato, che si può ottenere a partire dal parco originario e dal numero di veicoli convertiti per ogni classe ambientale. Vengono calcolate le emissioni, nei due scenari, con formule analoghe a quelle utilizzate per il precedente indicatore emissivo 1.1. Dalla differenza tra le emissioni del primo e del secondo scenario si ottiene il risparmio emissivo associato all'azione valutata.

Calcolo

- *Dati*
  - Parco automezzi originario.
  - Parco automezzi dopo la conversione, ottenuto a partire dal parco originario e dal numero di veicoli convertiti per ogni classe ambientale.
  - Fattore di emissione per classe del veicolo (l'indice i rappresenta la classe), *FEi* (mg di inquinante per kg di combustibile utilizzato; fonti EMEP/EEA Air pollutant emission inventory guidebook, 2009. Technical report No 6/2009. http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009.
  - Lunghezza media di viaggio, *L*.

- Numero di viaggi (persone che intraprendono il viaggio) effettuati con ogni tipologia *i* (*i= 1,…,I*) di mezzo del parco originario, *Ni*.
- Numero di viaggi (persone che intraprendono il viaggio) effettuati con ogni tipologia *j* (*j= 1,…,J*) di mezzo del parco convertito, *Mj*.
- Coefficiente di occupazione medio del mezzo di trasporto, CO.

- *Formula*

emissioni risparmiate

EmRIS = Em1 – Em2,

dove Em2 sono le emissioni del parco automezzi dopo la conversione, Em1 sono le emissioni del parco automezzi originario

$$Em1 = \sum_{j=1}^{J} L \cdot FEj \cdot Nj / CO$$

$$Em2 = \sum_{i=1}^{I} L \cdot FEi \cdot Mi / CO$$

Attività

- Controllo annuale dei gas di scarico (bollino blu) di tutti i veicoli di proprietà dei residenti.
- Incentivazione della trasformazione a gas metano e a GPL degli autoveicoli, a partire dai pre-euro.
- Implementazione, sul territorio, della rete di distributori di carburanti a basso impatto ambientale (metano, GPL).
- Prevedere, nei capitolati d'appalto di opere pubbliche, condizioni che privilegino i parchi veicolari eco-compatibili (elettrici, ibridi, gas metano e GPL).

Indicatori di attività

- Bollini Blu rilasciati (n).
- Auto non catalizzate convertite a GPL e a gas metano (totale) (n).
- Numero di mezzi del TPL sostituiti con altri a più basso impatto ambientale.
- Impianti di distribuzione del carburante a basso impatto ambientale (n).
- Composizione parco automezzi privati per alimentazione (n veicoli).
- Composizione parco automezzi TPL urbano per alimentazione (n veicoli).
- Età media parco mezzi TPL.
- Filtri anti-particolato installati sui mezzi TPL.
- Numero di catalizzatori ossidanti installati su autobus.
- Percentuale di Blu Diesel utilizzato rispetto al gasolio totale acquistato.

Obiettivo 1.3. Fluidificazione e regolazione della circolazione

Attività

- Accelerazione dell'attuazione di tutte le misure di razionalizzazione e snellimento dei flussi di traffico attraverso l'applicazione delle migliori pratiche e tecnologie.
- Introduzione, in tutti i centri urbani, di sistemi automatici per il controllo dei limiti di velocità e progressiva estensione delle zone con limite di velocità di 30 km/h.
- Progettazione e realizzazione di interventi di moderazione del traffico, in particolare attraverso la sostituzione degli incroci, anche semaforizzati, con rotatorie e l'utilizzo esteso dei passaggi pedonali sopraelevati.
- Monitorare la concreta operatività dei "mobility managers" aziendali e di area previsti dal decreto ministeriale del 27/03/1998 "Mobilità sostenibile nelle aree urbane - promuovere iniziative per la riorganizzazione degli orari scolastici, della pubblica amministrazione e delle attività commerciali per ridurre la congestione del traffico veicolare e del trasposto pubblico negli orari di punta".
- Prevedere l'obbligo di spegnimento del motore dei veicoli in tutte le situazioni non derivanti dalle dinamiche del traffico e della circolazione stradale.

Indicatori di attività

- Velocità media dei mezzi privati negli orari di punta (in tangenziale e in circonvallazione) (km/h).
- Numero incroci semaforizzati totali, con centrale controllo del traffico, con priorità al mezzo pubblico (n).
- Incremento delle "Zone 30" (km^2).
- Numero incroci con rotatoria (n).
- "Mobility managers" nominati (n).
- "Mobility Manager": Accordi di Programma sottoscritti (n).
- Piani di Spostamento Casa Lavoro pervenuti al Comune (n).
- Car sharing (km percorsi).

Obiettivo 1.4. Definizione di corsie preferenziali

Attività

- Realizzazione di nuove tratte di corsie preferenziali dedicate ai mezzi di trasporto pubblico.

Indicatori di attività

- Nuove tratte di corsie preferenziali dedicate al trasporto pubblico realizzate (km).

Obiettivo 1.5. Rinnovo del parco auto

Indicatore di risparmio emissivo

L'indicatore proposto stima le emissioni risparmiate grazie a un rinnovo del parco degli automezzi, con metodologia analoga a quella discussa per l'indicatore 1.2.

Si ipotizzano due scenari: nel primo si considera il parco degli automezzi originario; nel secondo si utilizza il parco degli automezzi rinnovato. Vengono calcolate le emissioni, nei due scenari, con formule analoghe a quelle utilizzate per il precedente indicatore emissivo 1.1. Dalla differenza tra le emissioni del primo e del secondo scenario si ottiene il risparmio emissivo associato all'azione valutata.

Calcolo

- *Dati*
  - Parco automezzi originario.
  - Parco automezzi nuovo.
  - Fattore di emissione per classe del veicolo (l'indice i rappresenta la classe), *FEi* (g/(veicolo·km)); fonti EMEP/EEA Air pollutant emission inventory guidebook, 2009. Technical report No 6/2009. http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009.
  - Lunghezza media di viaggio, *L*.
  - Numero di viaggi (persone che intraprendono il viaggio) effettuati con ogni tipologia *i* (*i= 1,…,I*) di mezzo del parco originario, *Ni*.
  - Numero di viaggi (persone che intraprendono il viaggio) effettuati con ogni tipologia *j* (*j= 1,…,J*) di mezzo del parco nuovo, *Mj*.
  - Coefficiente di occupazione medio del mezzo di trasporto, CO=1.2.
- *Formula*

  emissioni risparmiate

  $EmRIS = Em1 - Em2,$

  dove Em2 sono le emissioni del parco automezzi dopo la conversione, Em1 sono le emissioni del parco automezzi originario:

  $$Em1 = \sum_{j=1}^{J} L \cdot FEj \cdot Nj / CO \ ,$$

  $$Em2 = \sum_{i=1}^{I} L \cdot FEi \cdot Mi / CO \, .$$

Attività

- Controllo annuale dei gas di scarico (bollino blu) di tutti i veicoli di proprietà dei residenti.
- Incentivazione della trasformazione a gas metano e a GPL degli autoveicoli, a partire dai pre-euro.

- Implementazione, sul territorio, della rete di distributori di carburanti a basso impatto ambientale (metano, GPL).
- Prevedere, nei capitolati d'appalto di opere pubbliche, condizioni che privilegino i parchi veicolari eco-compatibili (elettrici, ibridi, gas metano e GPL).

Indicatori di attività
- Bollini Blu rilasciati (n).
- Auto non catalizzate convertite a GPL e a gas metano (totale) (n).
- Numero di mezzi del TPL sostituiti con altri a più basso impatto ambientale.
- Impianti di distribuzione del carburante a basso impatto ambientale (n).
- Composizione parco automezzi privati per alimentazione (n veicoli).
- Composizione parco automezzi TPL urbano per alimentazione (n veicoli).
- Età media parco mezzi TPL .
- Filtri anti-particolato installati sui mezzi TPL.
- Numero di catalizzatori ossidanti installati su autobus.
- Percentuale di Blu Diesel utilizzato rispetto al gasolio totale acquistato.

Obiettivo 1.6. Aumento delle Zone a Traffico Limitato (ZTL)

Attività
- Incremento delle ZTL

Indicatori di attività
- Estensione delle ZTL comunali (km^2).
- Autorizzazioni all'accesso ZTL totali (n).

Obiettivo 1.7. Aumento zone pedonali

Attività

Incremento delle zone pedonali.

Indicatori di attività

Estensione delle zone pedonali (km^2).

Obiettivi 1.8 e 1.9. Aumento percorsi ciclo-pedonali, incentivazione ciclabilità

Indicatore di risparmio emissivo

L'indicatore si propone di valutare il risparmio emissivo conseguente alla fruizione dei percorsi ciclo-pedonali resi disponibili, tramite l'utilizzo della bicicletta come alternativa al mezzo di trasporto privato. Si ipotizza che i mezzi che verrebbero utilizzati in alternativa alla bicicletta abbiano una distribuzione Ni (i=1,…,I), in funzione della loro classe ambientale,

analoga a quella del parco ACI. Il numero totale di viaggi effettuati in bicicletta sarà

$$Ntot = \sum_{i=1}^{I} Ni$$

L'impatto emissivo della bicicletta è, naturalmente, nullo.

Calcolo

- *Dati*
  - Parco automezzi ACI.
  - Fattore di emissione per classe del veicolo (l'indice i rappresenta la classe), *FEi* (g/(veicolo·km)); fonti: EMEP/EEA Air pollutant emission inventory guidebook, 2009. Technical report No 6/2009. http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009.
  - Lunghezza media di viaggio, *L*.
  - Numero di viaggi (persone che intraprendono il viaggio) effettuati con ogni tipologia *i* (*i= 1,…,I*) di mezzo del parco originario, *Ni*.
  - Coefficiente di occupazione medio del mezzo di trasporto, CO=1,2.
- *Formula*

  Emissioni risparmiate

  $$EmRIS = \sum_{j=1}^{J} L \cdot FEj \cdot Nj / CO\,.$$

Attività

- Progressivo incremento dei percorsi ciclabili.
- Realizzazione di percorsi ciclo-pedonali sicuri casa-scuola e incremento della rete di itinerari protetti.

Indicatori di attività

- Lunghezza delle piste ciclabili (km per senso di marcia).

Obiettivo 1.10. Organizzazione di trasporti collettivi per i bambini che vanno a scuola

Indicatore di risparmio emissivo

L'indicatore si propone di valutare il risparmio emissivo conseguente all'organizzazione di un servizio di pedibus per i bambini che vanno a scuola. Si ipotizza:

- che, in assenza di tale servizio, i bambini verrebbero accompagnati a scuola con mezzo privato;
- che il viaggio di tale mezzo privato non sarebbe effettuato nel caso in cui, invece, il bambino prendesse il pedibus;
- che i mezzi utilizzati in alternativa al pedibus abbiano una distribuzione *Ni* (*i=1,…,I*), in funzione della loro classe ambientale, analoga a quella del parco ACI. Il numero totale di bambini aderenti al servizio di pedibus sarà

$$Ntot = \sum_{i=1}^{I} Ni$$

L'impatto emissivo del pedibus è, naturalmente, nullo.

Calcolo

- *Dati*
  - Parco automezzi ACI.
  - Fattore di emissione per classe del veicolo (l'indice i rappresenta la classe), *FEi* (g/(veicolo·km)); fonti EMEP/EEA Air pollutant emission inventory guidebook, 2009. Technical report No 6/2009. http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009.
  - Lunghezza media di viaggio, *L*.
  - Numero di viaggi effettuati con ogni tipologia *i* (*i= 1,…,I*) di mezzo del parco originario, *Ni*.
- *Formula*

  emissioni risparmiate

$$EmRIS = \sum_{j=1}^{J} L \cdot FEj \cdot Nj$$

Attività

- Sensibilizzazione delle nuove generazioni a problematiche ambientali.
- Diminuzione della congestione del traffico intorno ai poli scolastici nelle ore di punta.

Indicatori di attività

- Numero di bambini che aderiscono alle iniziative di trasporto collettivo (n).

<u>Azione 2. Riduzione dell'impatto dei mezzi commerciali</u>

Obiettivo 2.1. Governo degli accessi

Attività

- Definizione di finestre orarie in cui deve avvenire la consegna delle merci.
- Realizzazione e riserva di corsie e piazzole dedicate.
- Definizione di percorsi ottimizzati da consigliare o imporre a determinate categorie di veicoli per l'accesso in area urbana.

Indicatori di attività

Numero di autorizzazioni all'accesso ZTL per carico e scarico merci (n).

Numero di piazzole dedicate (n).

Nuove corsie dedicate create (km).

Obiettivo 2.2. Trasformazione o sostituzione dei mezzi commerciali

Indicatore di risparmio emissivo

L'indicatore proposto stima le emissioni risparmiate grazie a un rinnovo del parco degli automezzi (come già illustrato nel caso dell'obiettivo 1.2), in questo caso di tipo commerciale. Si analizzano due scenari: nel primo si considera il parco degli automezzi originario; nel secondo si utilizza il parco degli automezzi rinnovato, che si può ottenere a partire dal parco originario e dal numero di veicoli convertiti o sostituiti per ogni classe ambientale. Vengono calcolate le emissioni, nei due scenari, con formule analoghe a quelle utilizzate per l'indicatore emissivo 1.2. Dalla differenza tra le emissioni del primo e del secondo scenario si ottiene il risparmio emissivo associato all'azione valutata.

Calcolo

- *Dati*
  - Parco automezzi originario.
  - Parco automezzi dopo la conversione, ottenuto a partire dal parco originario e dal numero di veicoli convertiti o sostituiti, per ogni classe ambientale.
  - Fattore di emissione per classe del veicolo (l'indice i rappresenta la classe), *FEi* (g/(veicolo·km)); fonti: EMEP/EEA Air pollutant emission inventory guidebook, 2009. Technical report No 6/2009. http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009.
  - Lunghezza media di viaggio, *L*.
  - Numero di viaggi effettuati con ogni tipologia *i* (*i= 1,…,I*) di mezzo del parco originario, *Ni*.
  - Numero di viaggi effettuati con ogni tipologia *j* (*j= 1,…,J*) di mezzo del parco convertito, *Mj*.
- *Formula*

  Emissioni risparmiate

  $EmRIS = Em1 - Em2,$

  dove Em2 sono le emissioni del parco dei veicoli commerciali rinnovato, Em1 sono le emissioni del vecchio parco dei veicoli commerciali:

$$Em1 = \sum_{j=1}^{J} L \cdot FEj \cdot Mj$$

$$Em2 = \sum_{i=1}^{I} L \cdot FEi \cdot Ni$$

Attività

- Riduzione delle emissioni prodotte dai veicoli commerciali, mediante azioni di stimolo alla sostituzione o alla trasformazione del parco mezzi, verso veicoli a basso impatto.

Indicatori di attività

- Mezzi commerciali circolanti per tipologia (n).
- Acquisto di mezzi commerciali con fondi dedicati (n).

Obiettivo 2.3. Limitazione del transito di mezzi pesanti in area urbana

Attività

- Definizione di finestre orarie in cui deve avvenire la consegna delle merci.
- Realizzazione e riserva di corsie e piazzole dedicate.
- Definizione di percorsi ottimizzati da consigliare o imporre a determinate categorie di veicoli per l'accesso in area urbana.

Indicatori di attività

Numero di autorizzazioni all'accesso ZTL per carico e scarico merci (n).
Numero di piazzole dedicate (n).
Nuove corsie dedicate create (km).

<u>Azione 3. riduzione dell'impatto degli impianti civili</u>

Obiettivo 3.1. Trasformazione e sostituzione degli impianti

Indicatore di risparmio emissivo

Questo indicatore si propone di valutare il risparmio emissivo associato al rinnovo degli impianti civili, stimando le emissioni causate dalle vecchie caldaie (Em1) e quelle associate alle nuove caldaie (Em2), e valutandone la differenza. Il "parco caldaie" rinnovato deve essere stimato a partire dal vecchio "parco caldaie" e dal numero di impianti sostituiti, per ogni classe di potenza

Calcolo

- *Dati*
  - *Ni*, numero di caldaie del vecchio "parco caldaie" appartenenti alla classe *i* (*i=1,...I*).
  - *Mi*, numero di caldaie del "parco caldaie" rinnovato appartenenti alla classe *i*.
  - *FEi*, fattori di emissione di ogni tipologia di caldaia (mg/kWh); fonti: EMEP/EEA Air pollutant emission inventory guidebook, 2009. Technical report No 6/2009. http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009.
  - *Pi*, potenza della caldaia (kW).
  - *t*, tempo medio di utilizzo della caldaia (h).
- *Formula*

  Emissioni associate al vecchio parco caldaie:

$$Em1 = \sum_{i=1}^{I} Ni \cdot FEi \cdot Pi \cdot t\,,$$

emissioni associate al nuovo parco caldaie:

$$Em2 = \sum_{i=1}^{I} Mi \cdot FEi \cdot Pi \cdot t$$

$$EmRIS = Em1 - Em2$$

Attività

Completamento del programma di trasformazione degli impianti termici della Pubblica Amministrazione da gasolio a metano, GPL o allacciamento a reti di teleriscaldamento.

Indicatori di attività

- Caldaie convertite a metano ad alta efficienza sul territorio (n).
- Caldaie della Pubblica Amministrazione convertite a metano ad alta efficienza o allacciate alla rete di teleriscaldamento (n).

Obiettivi 3.2 e 3.3. Miglioramento del rendimento energetico, osservanza di norme di contenimento energetico

Attività

- Promozione del miglioramento del rendimento energetico in campo residenziale.
- Introduzione, nei regolamenti edilizi comunali, di rigorosi standard di prestazione di rendimento energetico.
- Realizzazione di un efficace sistema di verifica dell'osservanza delle norme vigenti sul contenimento dei consumi energetici, in relazione alle diverse fasi di progettazione, messa in opera ed esercizio di edifici e manufatti.

Indicatori di attività

- Controlli effettuati per il rilascio di un "certificato verde" per le caldaie (n).
- Numero edifici che cambiano in meglio la classificazione energetica (n).

Obiettivo 3.4. Incentivazione all'uso di energie rinnovabili e alla creazione di reti energetiche

Indicatore di risparmio emissivo 1

L'indicatore rappresenta una stima del risparmio emissivo conseguente all'installazione di pannelli fotovoltaici. Si assume che i fattori di emissione per il fotovoltaico siano nulli e che, in assenza di esso, l'energia sarebbe stata prodotta da una centrale termoelettrica

Calcolo

- *Dati*

- *FR*, fattore di rendimento medio del fotovoltaico nella zona di Verona (1200 kWh per kW di picco).
- *FE*, Fattori di emissione di una centrale termoelettrica (mg/kWh); fonte: EMEP/EEA Air pollutant emission inventory guidebook, 2009. Technical report No 6/2009. http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009.
- *Pj*, potenza totale fornita dal fotovoltaico nel j-esimo Comune (kW).

- *Formula*

Emissioni risparmiate in un anno

$$EmRIS = \sum_{j=1}^{J} FE \cdot Pj \cdot FR \cdot 8760.$$

Indicatore di risparmio emissivo 2

Variazione del risparmio emissivo conseguente all'utilizzo di nuove reti energetiche per la cogenerazione e il teleriscaldamento.

L'indicatore rappresenta una stima del risparmio emissivo conseguente all'utilizzo di nuove reti energetiche per la cogenerazione e il teleriscaldamento. Il calcolo deve essere realizzato considerando la differenza di emissioni tra un impianto tradizionale (per esempio una centrale termica alimentata per il 35% a gasolio e per il 65% a metano, con rendimento medio stagionale pari al 75%, e una centrale elettrica con emissioni medie italiane) e gli impianti di teleriscaldamento per le stesse quantità di energia (termica ed elettrica) prodotte, utilizzando i dati messi a disposizione da AGSM.

Attività

- Prevedere, per i nuovi insediamenti abitativi, accanto alle tradizionali opere di urbanizzazione, le nuove "reti energetiche" per il teleriscaldamento e la cogenerazione.
- Incentivare, per le nuove costruzioni, l'adozione di misure di sostenibilità ed efficienza energetica.

Indicatori di attività

- Estensione della rete di teleriscaldamento e cogenerazione (km2).
- Pannelli fotovoltaici installati (n).
- Pannelli solari installati (n).

Azione 4. Riduzione impatto delle attività produttive

Obiettivo 4.1. Riconversione e trasformazione mezzi di trasporto

Indicatore di risparmio emissivo

L'indicatore proposto stima le emissioni risparmiate grazie a un rinnovo del parco degli automezzi (come già illustrato nel caso dell'obiettivo 1.2), in questo caso a servizio delle attività produttive.

Si analizzano due scenari: nel primo si considera il parco degli automezzi originario; nel secondo si utilizza il parco degli automezzi rinnovato, che si può ottenere a partire dal parco originario e dal numero di veicoli convertiti o sostituiti per ogni classe ambientale. Vengono calcolate le emissioni, nei due scenari, con formule analoghe a quelle utilizzate per l'indicatore emissivo 1.2. Dalla differenza tra le emissioni del primo e del secondo scenario si ottiene il risparmio emissivo associato all'azione valutata.

Calcolo

- *Dati*
  - Parco automezzi originario.
  - Parco automezzi dopo la conversione, ottenuto a partire dal parco originario e dal numero di veicoli convertiti o sostituiti, per ogni classe ambientale.
  - Fattore di emissione per classe del veicolo (l'indice i rappresenta la classe), *FEi* (g/(veicolo·km)); fonti: EMEP/EEA Air pollutant emission inventory guidebook, 2009. Technical report No 6/2009. http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009.
  - Lunghezza media di viaggio, *L*.
  - Numero di viaggi effettuati con ogni tipologia *i* (*i= 1,…,I*) di mezzo del parco originario, *Ni*.
  - Numero di viaggi effettuati con ogni tipologia *j* (*j= 1,…,J*) di mezzo del parco convertito, *Mj*.
- *Formula*

  Emissioni risparmiate

  $EmRIS = Em1 - Em2,$

  dove Em2 sono le emissioni del parco dei veicoli commerciali rinnovato, Em1 sono le emissioni del vecchio parco dei veicoli commerciali:

  $$Em1 = \sum_{j=1}^{J} L \cdot FEj \cdot Mj$$

  $$Em2 = \sum_{i=1}^{I} L \cdot FEi \cdot Ni$$

Attività

- Verifica e sviluppo dell'attuazione degli indirizzi, forniti alle Aziende di gestione dei servizi, per la destinazione di quote crescenti di investimenti aziendali all'acquisto di nuovi mezzi esclusivamente eco-compatibili (metano, GPL, elettrici, ibridi..) affinché

si giunga al completamento del rinnovo dell'intero parco automezzi entro data da stabilirsi.
- Dotazione del rimanente parco veicoli alimentati a carburante convenzionale, delle aziende di gestione dei servizi, di sistemi di filtrazione dei gas di scarico.
- Promozione di sistemi di trasporto intermodale che prevedano l'utilizzo della rete ferroviaria per il trasporto di merci e di rifiuti.

Indicatori di attività

Composizione Parco automezzi.

Obiettivo 4.2. Piattaforme di interscambio merci

Indicatore di risparmio emissivo

Si ipotizza uno scenario in cui le merci giungano a un centro di interscambio tramite ferrovia completamente elettrizzata, il cui impatto emissivo si assume essere nullo per una prima stima, e che da lì siano trasportate al centro cittadino tramite mezzi elettrici. Nello scenario alternativo, con cui si effettua il confronto, il trasporto avviene con automezzi tutti di una stessa tipologia, per una stima grossolana, e pertanto caratterizzati da uno stesso fattore di emissione FE (per esso si potrà scegliere quello della classe preponderante del parco degli automezzi).

Calcolo

- *Dati*
  - Fattore di emissione dei camion, *FE* (g/(veicolo·km)) (fonte: EMEP/EEA Air pollutant emission inventory guidebook, 2009. Technical report No 6/2009. http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009).
  - Lunghezza media di viaggio, *L*.
  - Merci che giungono alla piattaforma, *M*.
  - Merce trasportata da un singolo camion, **m**.
- *Formula*

$$EmRIS = \sum_{i=1}^{I} L \cdot FEi \cdot M / m .$$

Attività

- Riduzione del numero di accessi di mezzi motorizzati al centro urbano.
- Riduzione del trasporto merci su gomma.

Indicatore attività

- Composizione parco automezzi.

Obiettivo 4.3. Adozione delle BAT negli impianti produttivi

Indicatori di efficacia

L'indicatore rappresenta il risparmio emissivo ottenuto dalla sostituzione o adeguamento degli impianti, ed è ottenuto dalla somma del risparmio emissivo associato al miglioramento del singolo impianto. Quest'ultimo dato deve essere valutato caso per caso.

Calcolo

- *Dati*
  - *Rj*, risparmio emissivo associato al singolo impianto, in seguito a adozione di nuove migliori tecnologie.

- *Formula*

$$EmRIS = \sum_{j=1}^{J} Rj$$

Attività

Perseguire, nell'ambito delle procedure previste per il rilascio della Autorizzazione Integrata Ambientale (IPPC), sia per i nuovi impianti sia per l'adeguamento degli impianti esistenti, la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento atmosferico mediante l'applicazione delle migliori tecniche disponibili (BAT) .

Indicatori di attività

Quadro degli impianti soggetti ad Autorizzazione Integrata Ambientale.

<u>Azione 5. Applicazione di misure programmate di limitazione del traffico</u>

Obiettivi 5.1 e 5.2. Limitazione alla circolazione di veicoli inquinanti, blocchi del traffico.

Indicatore di efficacia

L'indicatore ha come obiettivo la valutazione del risparmio emissivo associato alla diminuzione del traffico.

L'indicatore stima la riduzione delle emissioni conseguente alla non circolazione di determinate classi di veicoli ovvero di tutti i veicoli (nel caso di blocco totale del traffico). Il calcolo presuppone la conoscenza del numero di veicoli che non circolano e della classe ambientale di appartenenza.

Calcolo

- *Dati*
  - Parco automezzi non circolanti.
  - Fattore di emissione per calasse di veicolo, *FEj* (g/(veicolo·km)); fonte: EMEP/EEA Air pollutant emission inventory guidebook, 2009. Technical report No 6/2009. http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009.

- Lunghezza media di viaggio, *L*.
- Numero di veicoli non circolanti, per classe di veicolo, *Nj*.

- *Formula*

Emissioni risparmiate

$$EmRIS = \sum_{j=1}^{J} L \cdot FEj \cdot Nj \ .$$

Attività

Riduzione del numero di accessi di veicoli motorizzati a elevato impatto ambientale al centro urbano o a specifiche aree.

Indicatori di attività

- Numero di blocchi del traffico realizzati (n).
- Numero di veicoli ad alto impatto ambientale non circolanti (n).

Azione 6. Pianificazione territoriale

Obiettivo 6.1. Adozione di norme o piani di gestione territoriale che contribuiscano alla riduzione dell'inquinamento atmosferico.

Indicatori di attività

(indicatori non direttamente legati al risparmio emissivo, ma a criteri di sostenibilità).

- Aree di verde previste dalla pianificazione territoriale (km^2).
- Aree protette previste dalla pianificazione territoriale (km^2).
- Incremento di aree di verde previste dalla pianificazione territoriale (km^2).
- Incremento di aree protette previste dalla pianificazione territoriale (km^2).
- Incremento della rete di trasporto pubblico (km).

4.3 AZIONI CONOSCITIVE: INDICAZIONI DI APPROFONDIMENTO

All'interno di questo paragrafo sono riportate alcune indicazioni finalizzate all'approfondimento, inteso come vera e propria "azione conoscitiva", di alcuni processi di interesse per l'area in esame. In particolare tali processi riguardano la combustione della legna (paragrafo 4.3.1), il trattamento dei rifiuti (paragrafo 4.3.2), la valorizzazione di biomasse di scarto per generazione di energia (paragrafo 4.3.3), le emissioni da traffico nonché alcune misure e/o tecnologie finalizzate alla loro riduzione (paragrafo 4.3.4). Fra le azioni conoscitive si è inoltre inclusa la predisposizione e l'utilizzo di strumenti di previsione della qualità dell'aria a supporto dell'adozione di misure (paragrafo 4.3.5).

Gli elementi riportati costituiscono lo spunto per successive azioni di approfondimento della applicabilità delle soluzioni prospettate allo specifico contesto in esame. Queste non potranno prescindere, come già ricordato, da una serie di altre valutazioni di compatibilità e

convenienza dei costi in relazione ai benefici attesi, di coordinamento con gli strumenti di pianificazione e quant'altro.
Un particolare paragrafo riguarda il tema dell'inquinamento indoor. In senso stretto tale argomento non rientra negli ambiti di competenza di un PQA; tuttavia l'esposizione della popolazione agli inquinanti atmosferici risente del fatto che una significativa parte della giornata è passata in ambienti chiusi, il cui livello di inquinamento dipende solo in parte dalle concentrazioni outdoor.

4.3.1 Ruolo della combustione della legna

4.3.1.1 Traccianti della combustione della legna

L'inquinamento atmosferico è caratterizzato dalla presenza di diverse sorgenti emissive che contribuiscono in maniera differente, sia quantitativamente, sia qualitativamente, all'immissione di inquinanti in atmosfera. Per questo motivo è spesso difficile determinare il contributo di una singola sorgente all'inquinamento atmosferico. A questo scopo vengono utilizzati dei modelli matematici per determinare i contributi delle diverse sorgenti. Tali modelli possono essere basati sulle sorgenti (*source based models*) oppure basati sui recettori (*receptor-based models*).
Questi ultimi, chiamati spesso anche modelli a bilancio di massa (*chemical mass models CMB*), determinano i contributi delle diverse sorgenti all'inquinamento atmosferico partendo da dati ricavati attraverso misurazioni svolte presso i recettori e dalle conoscenze riguardanti la composizione delle emissioni dalle potenziali sorgenti, assumendo la conservazione della massa durante il trasporto. Un modello a recettori può basarsi sull'analisi dei traccianti, ossia di elementi, composti o gas che vengono emessi da una particolare sorgente in quantità o rapporti caratteristici.
La forma più semplice di modello a recettori utilizza un singolo "tracciante" per ogni sorgente. Un tracciante ideale deve avere le seguenti caratteristiche:

- Unicità: deve essere emesso da un solo tipo di sorgente;
- Costanza: le condizioni ambientali e di esercizio della sorgente non devono modificare il fattore di emissione;
- Inerzia: la massa di tracciante si deve conservare nel trasporto atmosferico fra la sorgente e il recettore;
- Alta precisione di misura: la concentrazione deve poter essere misurata con esattezza alla sorgente e al recettore.

Il tracciante inoltre deve essere emesso in grandi quantità in quanto deve essere riconoscibile e quantificabile anche dopo il trasporto a lunga distanza e dopo essere stato diluito e mescolato in atmosfera (Khalil e Rasmussen, 2003; Matthew et al., 2000).

Fra i traccianti della combustione della legna principalmente utilizzati vi sono potassio, cloruri, cloruro di metile, composti quali diterpenoidi, triterpenoni, triterpadieni, fenoli metoxylati e monosaccaridi anidri derivanti dalla disgregazione della cellulosa, quali mannosano, galactosano e levoglucosano. Anche il rapporto fra carbonio elementare e carbonio organico (EC/OC) può essere usato come tracciante della combustione della legna: valori bassi di questo rapporto sono riconducibili alla combustione della legna, mentre valori alti sono associati alla combustione relativa al traffico veicolare (Khalil e Rasmussen, 2003).

4.3.1.2 Levoglucosano

Il levoglucosano (1,6-anhydro-β-D-glucopyranose) (Figura 4-1) si forma in seguito alla decomposizione della cellulosa a temperature superiori a 300°C.

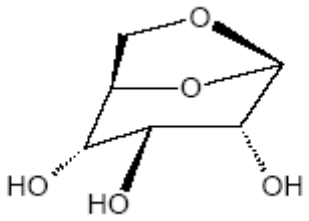


Figura 4-1: Struttura chimica del levoglucosano (1,6-anhydro-β-D-glucopyranose).

Viene emesso in grandi quantità dalla combustione della legna, il suo fattore di emissione è compreso in un range di 40–2000 mg per ogni kilogrammo di legna bruciata. Il levoglucosano è una molecola molto stabile in atmosfera, non mostra decadimento anche dopo diverse ore di esposizione alle condizioni ambientali e alla radiazione solare (Simoneit et al., 1999). Questo composto si trova adsorbito sulle particelle più fini. È stato provato, infatti, che la sua concentrazione non cambia significativamente se misurata su $PM_{2,5}$ e PM_{10}. Ciò conferma il fatto che la maggioranza della massa di particelle emesse dalla combustione della legna è associata a particelle con diametro aerodinamico inferiore ad 1 µm ($PM_{1,0}$) (Simpson et al., 2004).

4.3.1.3 Determinazione del levoglucosano in aria ambiente

In Tabella 4-1 si riportano alcuni dati di letteratura riferiti a concentrazioni di levoglucosano e rapporto levoglucosano/PM_{10} misurati in aria ambiente. Esiste una grande variabilità nelle concentrazioni di levoglucosano misurate in diversi posti del mondo. Ciò è dovuto alle differenze nel tipo di legna utilizzata, ai diversi tipi di impianti di combustione e alla diversa natura del particolato stesso campionato in aria ambiente. È quindi chiara l'importanza di avere a disposizione dati relativi alla realtà locale, o almeno nazionale.

Tabella 4-1: Dati di letteratura relativi a misure di levoglucosano in aria ambiente.

	Levoglucosano [µg m^{-3}]	**LG / PM_{10}**	**Fonte**
Brownsville (Texas)	1100	1.17%	Fraser e Lakshmanan, 2000
Corpus Christi (Texas)	1000	1.03%	Fraser e Lakshmanan, 2000
Victoria (Texas)	1200	1.28%	Fraser e Lakshmanan, 2000
S. Dallas (Texas)	500	0.40%	Fraser e Lakshmanan, 2000
N. Dallas (Texas)	500	0.42%	Fraser e Lakshmanan, 2000
Bingle (Texas)	300	0.43%	Fraser e Lakshmanan, 2000
Clinton (Texas)	200	0.19%	Fraser e Lakshmanan, 2000
Monroe (Texas)	400	0.74%	Fraser e Lakshmanan, 2000
Crawford (Texas)	200	0.30%	Fraser e Lakshmanan, 2000
Seattle	172	0.57%	Simpson et al., 2004
Rondonia (Amazzonia), inverno	2006	-	Zdrahal et al., 2002
Rondonia (Amazzonia), estate	4.4	-	Zdrahal et al., 2002
Fresno (California)	4860	-	Shauer e Cass, 2000
Bakersfield (California)	1235	-	Shauer e Cass, 2000
Kern Wildlife (California)	23.9	-	Shauer e Cass, 2000
Tasmania (Australia), inverno	5845	12.25%	Jordan et al., 2006
Tasmania (Australia), estate	455	0.91%	Jordan et al., 2006
Ghent (Belgio), inverno	420	0.88%	Pashynska et al., 2002
Ghent (Belgio), estate	19.1	0.06%	Pashynska et al., 2002
Milano, inverno	528	0.73%	-
Milano, estate	52	0.14%	-
Cantù, inverno	749	1.16%	-
Cantù, estate	48	0.15%	-

Nelle figure seguenti (Figura 4-2; Figura 4-3) sono riportati i grafici delle correlazioni fra le concentrazioni di PM_{10} e di levoglucosano misurate in una provincia alpina nel corso di una campagna di misura condotta dal Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università di Trento (DICA, 2006). In Figura 4-2 sono riportati i dati relativi alle misure effettuate nella zona urbana di una città alpina, mentre in Figura 4-3 vengono illustrati i valori relativi alle zone di montagna monitorate. Come si può notare in Figura 4-4, i valori riportati non mostrano lo stesso tipo di correlazione tra PM_{10} e levoglucosano. Ciò conferma la diversa natura del particolato analizzato nelle due tipologie di area considerate (zona urbana – zona montana), a cui corrispondono differenti sorgenti di particolato.

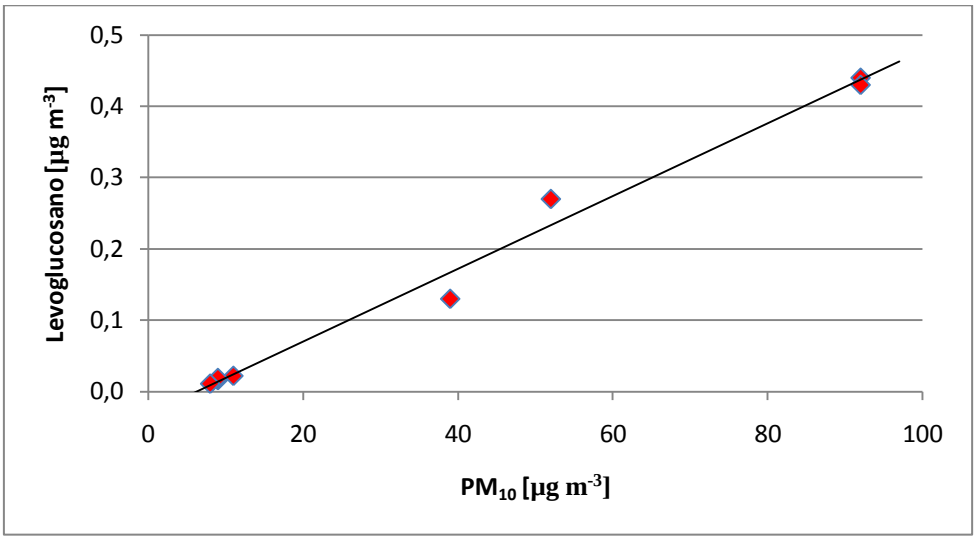


Figura 4-2: Correlazione fra concentrazioni di PM_{10} e levoglucosano rilevate nella zona urbana di una città alpina.

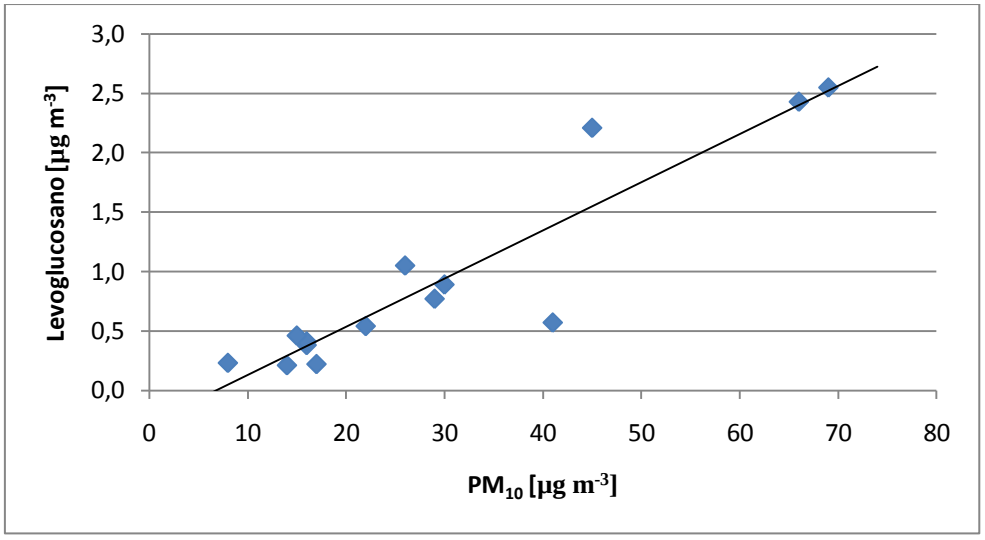


Figura 4-3: Correlazione fra concentrazioni di PM_{10} e levoglucosano rilevate in zona montana alpina.

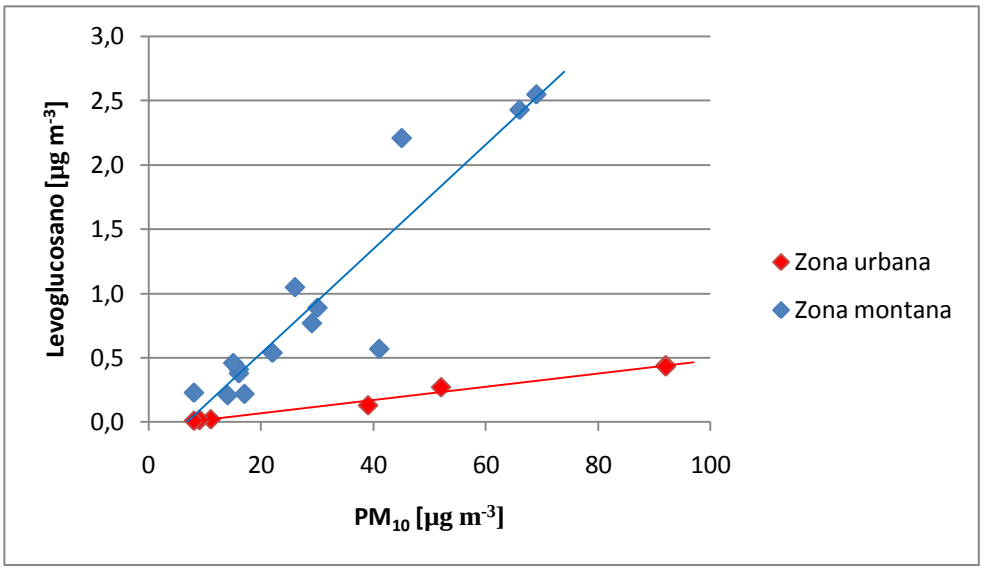


Figura 4-4: Correlazione fra concentrazioni di PM_{10} e levoglucosano.

Come si può notare in Figura 4-5, le concentrazioni di levoglucosano misurate nell'area urbana alpina nel periodo invernale mostrano un valore medio circa 19 volte superiore a quello registrato nel periodo estivo. Le concentrazioni misurate in estate nella zona urbana possono essere considerate come valori di fondo della zona. Esse possono essere legate sia a sorgenti presenti localmente, quali, ad esempio, la combustione nei forni a legna delle pizzerie, sia al trasporto di inquinanti provenienti da zone remote e incendi boschivi.
In Figura 4-6 viene riportato il rapporto tra le concentrazioni di levoglucosano e PM_{10} in zona urbana: in estate il rapporto è in media circa la metà rispetto al valore invernale. Questo dato conferma la presenza di una sorgente di levoglucosano, ossia la combustione della legna negli impianti domestici, nella stagione invernale anche all'interno dell'area urbana.

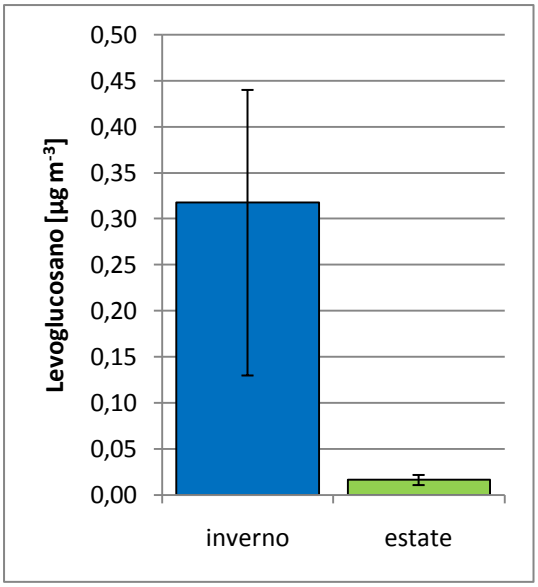


Figura 4-5: Concentrazioni di levoglucosano misurate nella zona urbana di una città alpina.

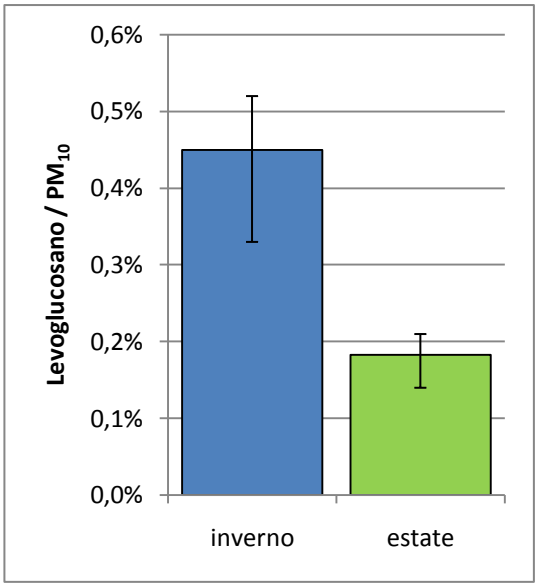


Figura 4-6: Rapporto fra levoglucosano e PM_{10} misurato nella zona urbana di una città alpina.

4.3.1.4 Conclusioni

Si ritiene opportuno che venga sviluppata una ricerca nel territorio del Comune di Verona e aree limitrofe per verificare:

1. Le criticità legate, nella zona pedemontana, all'utilizzo domestico della legna per il riscaldamento, in particolare nelle aree non metanizzate;
2. Le criticità legate alla presenza di forni a legna in locali pubblici (pizzerie).

Queste due fonti si differenziano per due aspetti:

1. Il riscaldamento domestico è presente solo nel periodo invernale, mentre l'utilizzo di forni a legna non dipende da fattori stagionali;
2. Nel caso di riscaldamento domestico ci si trova di fronte ad un'emissione diffusa sul territorio, con influenza sulla qualità dell'aria dell'intera zona interessata; nel caso dei forni a legna si ha invece a che fare con una singola sorgente puntuale, con ricadute, a

livello outdoor, su di un'area ridotta e variazione della qualità dell'aria indoor, in relazione all'efficienza del sistema di ventilazione presente nei locali.

In particolare, per quanto riguarda le emissioni legate alla presenza di forni a legna, andrà valutata l'ipotesi di prevedere l'installazione di dispositivi di abbattimento delle polveri, quali gli elettrofiltri ad uso domestico, in grado di garantire abbattimenti nelle emissioni di particolato superiori significative.

4.3.2 Emissioni dalle attività connesse alla gestione rifiuti

4.3.2.1 Approfondimenti sull'inceneritore di Ca' del Bue

Le elaborazioni dei dati di PM_{10} e $PM_{2.5}$ riportate nel paragrafo 2.2.4 hanno mostrato che il particolato fine misurato per la stazione di Cason è per circa il 75% costituito di particolato ultrafine. Dalle analisi di speciazione effettuate sul PM_{10} presente nel Comune di Verona, è emerso come una buona percentuale di tale inquinante sia dovuta alla formazione di particolato secondario derivante dalle reazioni in atmosfera dei gas precursori. In particolare gli ossidi di azoto rappresentano il gas precursore maggiormente responsabile della formazione della componente secondaria. Per poter quindi diminuire le concentrazioni di PM_{10} in atmosfera, risulta indispensabile ridurre le emissioni di ossidi di azoto.

Questa tipologia di inquinanti è emessa in ambito urbano da varie tipologie di sorgenti, spesso diffuse sul territorio. La presenza di sorgenti significative puntuali richiede una attenta valutazione di azioni mirate per il suo contenimento. L'impianto di Ca' del Bue, nella sua nuova versione, sta seguendo un iter decisionale che non è oggetto del presente documento, tuttavia è importante segnalare che quanto è emerso dalla elaborazione dei bilanci emissivi sul territorio dei 18 Comuni e dall'analisi dei dati di concentrazione al suolo di alcuni inquinanti mette in evidenza l'importante ruolo assunto appunto dagli ossidi di azoto.

Gli impianti di trattamento dei rifiuti urbani tramite termovalorizzazione possono contribuire in modo rilevante alle emissioni di ossidi di azoto. In particolare in prima approssimazione si può stimare che l'impianto di Ca' del Bue previsto, potrebbe virtualmente avere emissioni di NO_x di circa 460 t/anno in assenza di un sistema mirato di riduzione degli NO_x (Figura 4-7). Una progettazione moderna non si accontenta del mero rispetto dei limiti normativi per gli ossidi di azoto in quanto è chiamata a rispondere ad esigenze crescenti in termini di minimizzazione degli impatti, per cui la questione è più che altro da spostare sulla alternativa che si può avere tra sistema di riduzione degli ossidi di azoto senza catalizzatore (SNCR) o con catalizzatore (SCR).

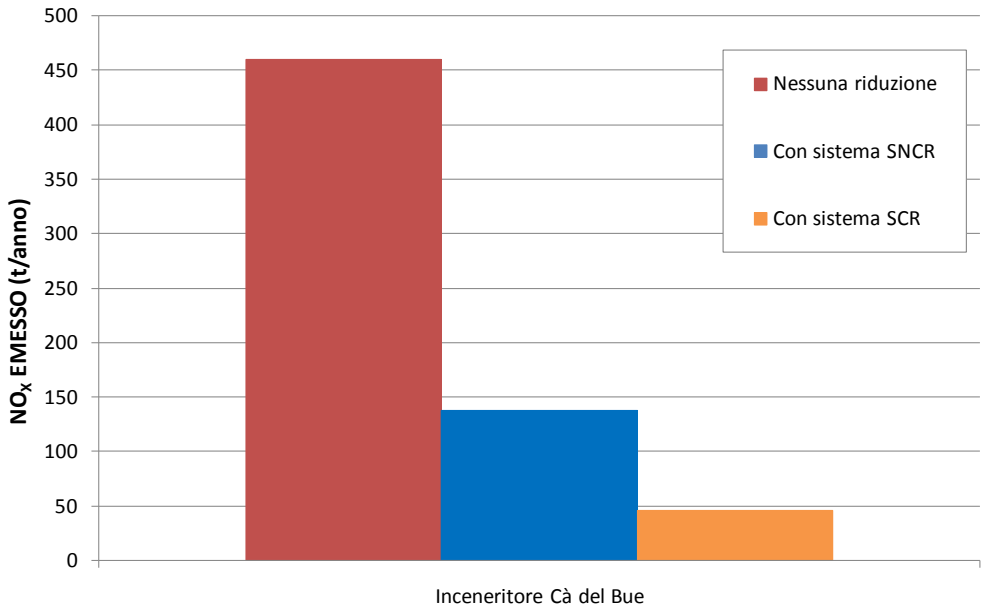


Figura 4-7: Stima preliminare delle emissioni di ossidi di azoto dall'impianto di termovalorizzazione di Ca' del Bue nei casi in cui questo non disponesse di un trattamento di riduzione di NO_x, con sistema SNCR e con SCR (Paternoster L., 2010).

In considerazione dei flussi di ossidi di azoto rilasciati anche in caso di SCR è quindi importante che in sede di valutazione di impatto ambientale si verifichi il loro ruolo con una modellazione che tenga presente la formazione di particolato secondario.

Nel settore la questione delle emissioni di NO_x da parte di questi impianti sta ricevendo sempre più attenzione: alcuni impianti in fase di progettazione o rinnovati recentemente presentano, oltre ad un parziale ricircolo dei fumi, un accoppiamento dei sistemi di riduzione degli ossidi di azoto (SNCR e SCR) in modo da poter raggiungere dei valori medi giornalieri delle concentrazioni in uscita al camino intorno a 40-50 mg/Nm^3 (Tabella 4-2).

In recenti applicazioni, nonostante la presenza di un sistema di riduzione catalitico (SCR) si preferisce mantenere anche la sezione non catalitica perché, utilizzando lo stesso reagente (soluzione ammoniacale), è possibile alimentare i due diversi dispositivi, consentendo una maggior flessibilità nella gestione dell'impianto e un migliore abbattimento degli ossidi di azoto. Il reattore catalitico presente negli impianti considerati è a bassa temperatura (ad esempio 180°C) e funziona anche come presidio finale per l'abbattimento dei PCDD/F residui nei fumi.

Anche nella realizzazione del nuovo impianto di Ca' del Bue a Verona, è consigliabile quindi seguire i criteri adottati per i limiti sulle emissioni di NO_x imposti dalle amministrazioni riportate in Tabella 4-2.

Ad integrazione di quanto illustrato, si segnalano due ulteriori aspetti che si ritengono rilevanti nel percorso decisionale:

- Negli ultimi anni la letteratura scientifica di settore ha prodotto alcuni studi utili a comprendere il ruolo di questi impianti con riferimento al particolato ultrafine; è

opportuno che il futuro studio di impatto ambientale (da produrre se il percorso decisionale proseguirà), ne tenga adeguatamente conto; al riguardo si segnala il lavoro di Angelucci et al. (2009) premiato come miglior lavoro scientifico di autori italiani al convegno internazionale Sardinia 2009.

- Gli approfondimenti di impatto ambientale e sulla salute in merito all'impianto di Ca' del Bue devono essere sviluppati tenendo conto dell'insieme dell'impiantistica prevista per il sito in modo da poter disporre di una stima dell'impatto integrato.

Quanto riportato in questo paragrafo non vuole essere sostitutivo ma integrativo di quanto previsto dalla normativa in termini di percorso decisionale per la realizzazione dell'impianto.

Tabella 4-2: Limiti di concentrazione medie giornaliere e annuali per NOx per impianti realizzati recentemente o in progetto (Amministrazione Provinciale di Forlì-Cesena, 2004), (Provincia di Ferrara, 2007), (Provincia di Ferrara, 2008), (Innocenti M. C., 2008-2009).

Localizzazione impianto	**Valori limite imposti per NO_x [mg/Nm^3]**		**Valore limite da normativa (DM 133/2005) per NO_x [mg/Nm^3]**
	Concentrazioni medie giornaliere	**Concentrazioni medie annuali**	**Concentrazioni medie giornaliere**
Ferrara (SNCR+SCR)	200	70	200
Forlì (SNCR+SCR)	70	50	
Trento (previsto)	40	-	
Bolzano (previsto)	40	-	

4.3.3 Emissioni da attività per la generazione di energia da biomasse di scarto

4.3.3.1 Impianti a biomassa legnosa

Gli impianti a biomassa legnosa rappresentano una fonte importante per la produzione di energia termica e/o elettrica soprattutto nell'ottica di recepire i principi del Protocollo di Kyoto. Questi impianti però, pur presentando un bilancio globale della CO_2 particolarmente favorevole, presentano anche criticità non trascurabili per quanto riguarda l'impatto locale delle emissioni di inquinanti in atmosfera. Un aspetto critico al riguardo è dato dalle emissioni di particolato, prevalentemente sotto forma di PM_{10}, che viene emesso in quantità solo apparentemente non significative e per di più a bassa quota in quanto questi impianti sono spesso dotati di camini di altezza limitata. Anche dal punto di vista delle emissioni di ossidi di azoto le quantità in gioco possono essere non trascurabili. A titolo di esempio si può citare uno dei maggiori impianti termoelettrici a biomassa presenti nella regione Veneto è quello situato a Ospitale di Cadore. L'impianto è alimentato con legna vergine e presenta un consumo annuale di combustibile pari a 180000 t. Se si confrontano per esempio le emissioni di ossidi di azoto di questo impianto con quelle prodotte dall'inceneritore austriaco di

Flötzersteig, dotato di trattamento dei fumi SCR e con una capacità di smaltimento di 196605 $t_{rifiuti}$/anno, si può notare (Figura 4-8) come l'impianto a biomassa emetta 5 volte l'inceneritore considerato (SIRA, 2001) (Stubenvoll et al., 2002). E' quindi importante che il percorso autorizzativo relativo a grandi impianti a biomassa sia svolto con un'attenzione analoga a quella dedicata ad impianti considerati più problematici.

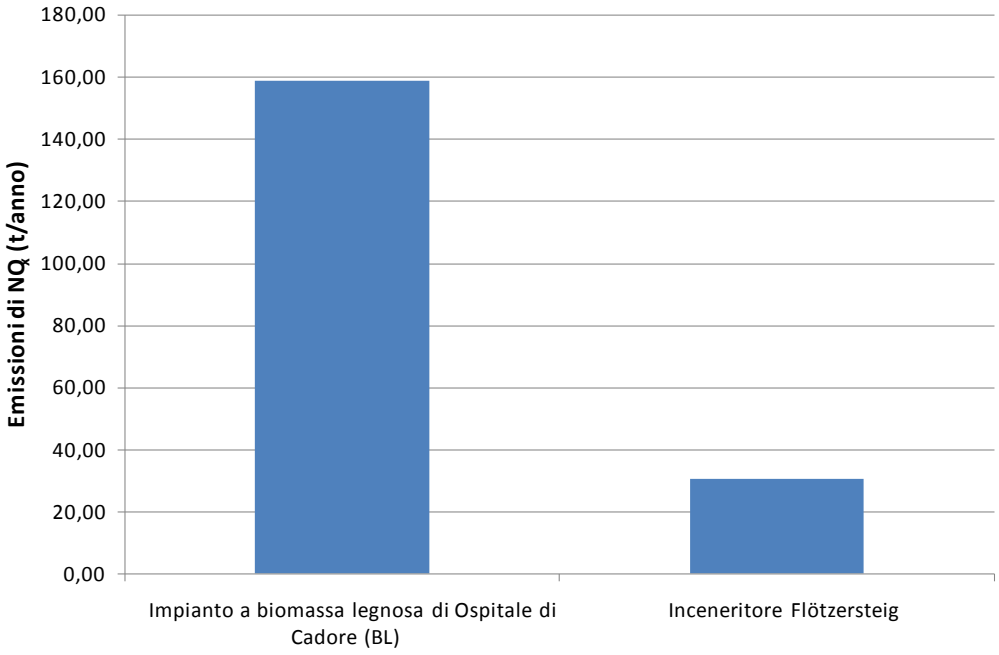


Figura 4-8: Confronto fra le emissioni dell'impianto a biomassa legnosa di Ospitale di Cadore con quelle di un inceneritore con sistema SCR e capacità di 196605 t/anno.

Se ci si sposta su taglie più piccole, la minore altezza dei camini e le concentrazioni al camino meno restrittive possono comunque creare criticità locali.

La zona oggetto del presente documento è caratterizzata da un'interessante disponibilità di biomasse di scarto dall'agricoltura il cui smaltimento attualmente costituisce un problema. In considerazione delle potenziali criticità di impatto locale appena segnalate, si ritiene importante che siano messe a punto specifiche linee guida regionali a supporto dei decisori.

4.3.3.2 Criticità degli impianti a biogas

Gli impianti a biogas sono importanti attività di investimento per un imprenditore zootecnico o agricolo e permettono lo sfruttamento di una fonte di energia totalmente rinnovabile con bilanci pressoché nulli per quanto riguarda le emissioni di CO_2. Le forti incentivazioni presenti assicurano tempi di ritorno molto brevi e per questo motivo in Italia si stanno realizzando numerosi impianti di questo tipo. Le incentivazioni hanno un peso rilevante oltre che sul prezzo di vendita dell'energia, anche sull'investimento iniziale rendendo sempre più vantaggiosa la costruzione di tali impianti.

Nonostante però i numerosi vantaggi associati allo sfruttamento di una fonte di energia rinnovabile si deve sottolineare come i valori limite delle concentrazioni di inquinanti emessi,

in particolare per gli ossidi di azoto, risultino potenzialmente elevati e non trascurabili. Se infatti si effettua un confronto tra le emissioni di NO_x consentite ad un tipico impianto a biogas da 1 MWe con quelle di un inceneritore dotato di trattamento dei fumi SCR e con una capacità di smaltimento di 196605 $t_{rifiuti}$/anno, si può notare come tre impianti a biogas di questa taglia equivalgano all'inceneritore considerato (Maistro, 2010) (Stubenvoll et all., 2002). Il citato inceneritore, quello di Flötzersteig, presenta peraltro una capacità di incenerimento dei rifiuti molto simile a quella prevista nel bando di gara per l'impianto di Ca' del Bue.

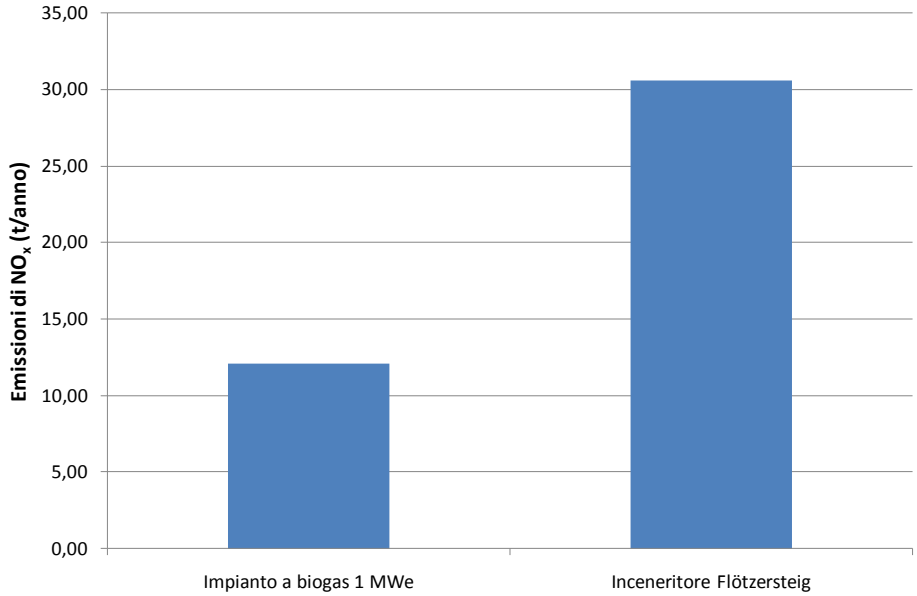


Figura 4-9: Confronto fra le emissioni di un impianto a biogas di 1 MWe con quelle di un inceneritore con sistema SCR e capacità di 196605 t/anno.

Considerando che la combustione del biogas avviene con rilascio dei fumi a quote estremamente basse e quindi con condizioni di diluizione sfavorevole, è necessaria una revisione dei limiti autorizzativi previsti per gli impianti a biogas in modo che anche questi sistemi vengano dotati di tecnologie atte alla riduzione delle emissioni degli ossidi di azoto. È possibile infatti l'applicazione a questi impianti di sistemi catalitici in grado di ridurre le emissioni di NO_x del 90%. La combinazione di questi sistemi con criteri progettuali attenti al ruolo dell'altezza del camino può risolvere il problema del loro impatto locale. Anche in questo caso si ritiene importante la definizione di linee guida a livello regionale.

Alcune regioni si sono già attivate in questa direzione ponendo limiti di altezza della canna fumaria: nel caso della Lombardia, ad esempio, la deliberazione n° VII/6501, "Criteri e limiti di emissioni per gli impianti di produzione di energia", fissa il punto di emissione ad almeno 10 m di altezza.

La stessa norma sopracitata afferma che "ogni motore deve essere collegato ad una canna fumaria indipendente realizzata a regola d'arte, compresa una buona coibentazione e sfociante oltre il tetto. La velocità dei fumi deve essere maggiore di 15 m/s (per impianti a motore).

Le emissioni di questi impianti quindi devono essere soggette ad una normativa specifica vista la criticità delle emissioni di ossidi di azoto anche per quanto riguarda il loro potenziale di formazione del particolato secondario.

4.3.4 Emissioni da traffico

4.3.4.1 Efficacia delle barriere verdi

Una misura che può essere realizzata in un ambiente urbano per il contenimento delle emissioni da traffico è costituita dal posizionamento di un barriera verde.
La vegetazione urbana, attraverso il suo naturale funzionamento, può migliorare la qualità dell'ambiente e della salute umana in prossimità delle aree urbane. Questi benefici includono miglioramenti nella qualità dell'aria e dell'acqua, risparmio energetico negli edifici, minori temperature percepite a seguito di una riduzione dell'effetto di isola di calore, la riduzione della radiazione ultravioletta e molti altri miglioramenti in termini ambientali e sociali (Nowak e Dwyer, 2000). Se adeguatamente progettati e gestiti, i sistemi di vegetazione urbana possono essere utilizzati come "biotecnologia" naturale per ridurre alcuni degli effetti negativi sull'ambiente e sulla salute connessi con l'urbanizzazione. (Nowak D. J., 2006)
La rimozione delle specie inquinanti negli alberi avviene principalmente attraverso il meccanismo di assorbimento dagli stomi delle foglie; una parte di rimozione gassosa, quantitativamente inferiore, va invece imputata alla superficie della pianta. Una volta all'interno della foglia, i gas captati diffondono nella struttura fogliare e possono essere assorbiti nel film d'acqua per la successiva formazione di acidi o per eventuali reazioni. Insieme alle specie gassose, gli alberi possono intercettare anche particolato atmosferico; una frazione dello stesso può essere assorbita dall'albero, ma la maggior parte viene trattenuta sulla superficie della pianta. Le particelle intercettate possono dare origine a risospensione (a tal proposito si veda il paragrafo 4.3.4.4), possono essere dilavate dalla superficie di captazione fogliare a causa di precipitazioni, oppure possono cadere a terra con la foglia o i rami che le hanno precedentemente intercettate. Per tale motivo la vegetazione non può essere considerata un sistema effettivo di abbattimento del particolato sebbene possa realizzare una leggera riduzione delle concentrazioni, come si vedrà più in dettaglio in seguito all'interno questo paragrafo.
Le percentuali di rimozione degli inquinanti variano per ciascuna specie sulla base di diversi fattori caratteristici di ogni ambiente urbano: la quantità di copertura arborea (maggiore è la copertura arborea, maggiore risulta essere la rimozione totale di inquinanti), le concentrazioni di inquinanti presenti nel sito (una maggiore concentrazione porta a un flusso maggiore e ad una rimozione maggiore), la durata della stagione fogliare della pianta (maggiore è la lunghezza del periodo vegetativo, maggiore risulta essere la rimozione), la quantità di precipitazioni (un aumento delle precipitazioni porta ad una rimozione minore a causa di mancata deposizione), altre variabili meteorologiche che influenzano la traspirazione

dell'albero e le velocità di deposizione (fattori che determinano una maggiore velocità di deposizione determinano un incremento della rimozione totale). Tutti questi fattori concorrono a influenzare la rimozione dell'inquinamento totale e il tasso standard di rimozione di inquinamento per unità di alberi (Nowak et al., 2006).

In questa sede verranno date alcune indicazioni di valutazione circa l'efficacia delle barriere verdi. È possibile fare riferimento a due modalità principali di valutazione: simulazione secondo dinamiche di modellazione dei processi di assorbimento fogliare, oppure misure condotte in campo relativamente a particolari configurazioni implementate in alcune città.

Secondo la prima modalità è possibile implementare un particolare modello (UFORE, Urban Forest Effects), sviluppato dal Servizio Forestale del Dipartimento di Agricoltura (USDA), Northeastern Research Station in Syracuse, NY, il quale implementa una dettagliata base statistica di dati, protocolli di raccolta e una serie di equazioni che descrivono le particolari dinamiche di assorbimento di inquinanti (http://www.ufore.org). I parametri determinati in tal senso sono: il flusso verso il basso di sostanze inquinanti calcolato come il prodotto della velocità di deposizione e la concentrazione delle sostanze inquinanti. Per la stima della velocità di deposizione è possibile considerare quanto ricavato in precedenti studi da Baldocchi et al. (1987), mentre alcune stime orarie possono essere fatte prendendo a riferimento alcune formule di resistenze fogliari da letteratura (Killus et al., 1984; Pederson et al., 1995; Nowak et al., 1998). Nel calcolo andrà correttamente considerato che la Resistenza della copertura (Rc) sarà composta da tre componenti: la resistenza stomatica (meccanismo di apertura e chiusura degli stomi), la resistenza mesofillica, quindi la resistenza specifica del tessuto fogliare, il mesofillo, e la resistenza cuticolare dell'"epidermide" fogliare. Tale modello, applicato a diverse città degli Stati Uniti ha portato a risultati molto interessanti. La velocità media di deposizione secca fogliare per diverse città è stata valutata tra 0.44 e 0.29 cm/s per gli NO_x, da 0.40 a 0.71 per l'O_3, e tra 0.38 e 0.69 per l'SO_2. Le velocità di deposizione per CO e PM_{10} non risultano essere dipendenti dai tassi di traspirazione ma sono funzione della stagionalità fogliare e sono pertanto assunte costanti sulla base di valori di letteratura. Poiché la rimozione di CO e del particolato per intercettazione da parte della vegetazione non è direttamente correlabile ai processi di fotosintesi e traspirazione, per il CO la resistenza di copertura (Rc) viene quindi assunta pari a 50000 s/m o 1000000 s/m a seconda della stagione fogliare (Bindwell and Fraser, 1972; Nowak D. J., 2006), mentre per il particolato la velocità media di deposizione è stata fissata a 0.064 m/s, valore basato sul 50% del tasso di risospensione (Lovett G. M., 1994; Zinke P. J., 1967). Per limitare le stime di deposizione ai periodi di deposizione secca, le velocità di deposizione devono essere poste pari a zero durante i periodi di precipitazioni.

Sebbene la vegetazione urbana consenta di rimuovere tonnellate (Nowak et al., 2006) di sostanze inquinanti presenti nell'atmosfera delle città ogni anno, in media la percentuale di miglioramento della qualità dell'aria nelle città durante la stagione fogliare è in genere minore dell'1% e varia per i diversi inquinanti menzionati sulla base delle condizioni meteorologiche

e in base alle concentrazioni degli inquinanti. Tale percentuale di miglioramento risulta essere maggiore per il particolato, l'ozono e gli ossidi di zolfo.

Fra le esperienze di implementazione attuate e documentate, è possibile menzionare in questa sede, quella realizzata in Cina nelle vicinanze di una strada altamente trafficata (Yin Shan et al., 2007), in presenza di condizioni di canyon stradale. La scelta di implementazione in un sistema di questo tipo nasce dalla constatazione che l'area più fortemente contaminata dalla presenza di inquinanti è quella localizzata nello spazio al di sotto di 1.70 di altezza e ad una distanza di 50 m da ciascun lato della strada (Neofytou P. et al., 2006).
In questo caso è stata creata una "barriera verde" posta su entrambi i lati della strada di ampiezza pari a 15 metri. La caratterizzazione della barriera avviene mediante due caratteristiche principali: il grado di copertura e la porosità della barriera. La prima viene definita come il rapporto tra la proiezione dell'area delle chiome rispetto alla totalità di area verde; parallelamente, la porosità viene indicata come il rapporto tra l'area di penetrazione alla luce con riferimento ad una certa sezione verticale rispetto all'area totale di tale sezione.
La Figura 4-10 mostra l'andamento medio annuale delle polveri totali (TSP) in funzione di diverse configurazioni di specie implementate, in funzione della distanza dalla strada. Il meccanismo di contenimento degli inquinanti sulla sede stradale e parziale assorbimento può essere descritto come segue: la concentrazione più elevata di TSP è ovviamente misurata nei pressi della strada e la distribuzione verticale sotto la barriera vegetale è praticamente identica. Quindi il particolato viene prima bloccato e confinato da arbusti piccoli e densi (solitamente di altezza minore di 2 m) e posti nei primi 5 metri di barriera verde.
Nei successivi 5 m (quindi da 5 a 10 m di profondità della sezione vegetativa), le particelle che riescono ad attraversare gli arbusti, sono trattenute dagli alberi ad alto fusto caratterizzati da rami e foglie di grandi dimensioni. Negli ultimi 5 m di barriera le particelle sono ridotte ad un livello più basso.

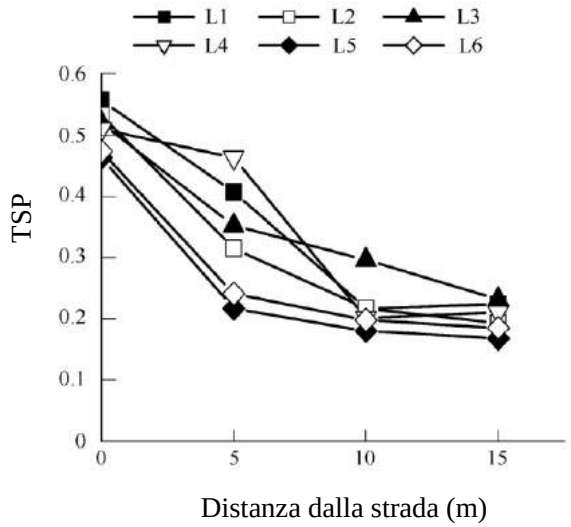


Figura 4-10: Concentrazione di particolato totale TSP in funzione della distanza dalla strada. Le diverse linee rappresentano diverse configurazioni di specie vegetative diverse (Yin Shan et al., 2007).

Tabella 4-3: Classi di specie soggette a studio corrispondenti alle efficienze indicate nella Figura 4-10 (Yin Shan et al., 2007).

	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Alberi	Populus euramevicana	Cinnamonum camphora	Populus euramevicana	Cinnamonum camphora	Metasequoia glyptostroboides	Cinnamonum camphora
	Cinnamonum camphora	Metasequoia glyptostroboides	Cinnamonum camphora	Ginkgo biloba	Cinnamonum camphora	Metasequoia glyptostroboides
	Metasequoia glyptostroboides	Sabina chinensis Kaizuc		Metasequoia glyptostroboides	Koelreuteria paniculata	
	Sabina chinensis Kaizuc	Photinia serrulata		Podocarpus macrophyllus		
Arbusti	Prunns cerasifera	Nerium indicum	Prunns cerasifera	Prunns cerasifera	Cornus alba	Fatsia japonica
	Hibiscus mutabilis	Jasminu mesnyi	Forsythia viridissima	Distylium racemosum	Ilex purpurea Hassk	Hedara nepalensia
	Jasminu mesnyi	Rhododendron simsii	Nerium indicum	Eunymus japonicus	Loropetalum chinense	Nerium indicum
	Rhododendron simsii				Malus spectabilis	Jasminu mesnyi

La percentuale di rimozione TSP per ogni prova viene riportata nella Figura 4-11 per il confronto viene prevista anche una prova "di bianco" in spazi aperti senza la cosiddetta "barriera verde". Tutte le prove evidenziano un notevole miglioramento della qualità dell'aria; tra le diverse stagioni, i rendimenti più alti si verificano in estate e in autunno, quando la vegetazione è in stagione fogliare più intensa. Di contro, a causa della presenza di alberi decidui, l'efficienza di rimozione subisce una diminuzione durante la stagione invernale; le particelle si depositano più difficilmente facendo sì che l'efficienza di rimozione da parte della barriera in queste stagioni sia più limitata.

Si evince quindi come siano consigliate specie sempreverdi in modo da ottenere delle efficienze costanti sia nella stagione invernale che estiva.

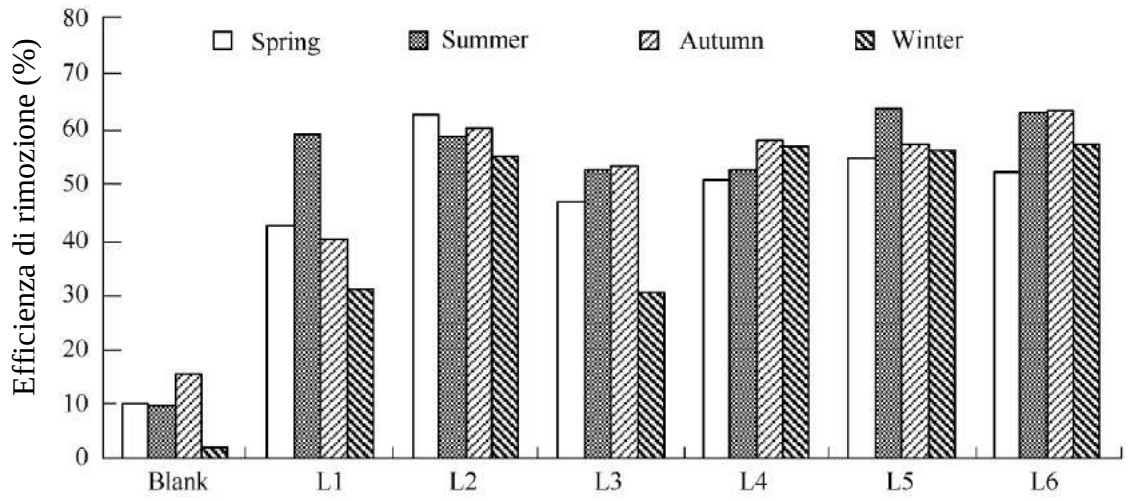


Figura 4-11: Efficienze di rimozione in funzione delle diverse configurazioni di specie (L1 –L6) e in funzione delle diverse stagioni (Yin Shan et al., 2007).

Da queste considerazioni appare chiaro come una barriera verde possa determinare un aiuto per limitare le concentrazioni di alcune specie di inquinanti. A ragione delle considerazione poste va rilevato come la US EPA (US Environmental Protection Agency) abbia inserito i sistemi di copertura vegetativa urbana fra le potenziali misure innovative per la limitazione delle concentrazioni di inquinanti (US EPA, 2004).

Una attenta e accurata progettazione e pianificazione di questi sistemi non deve escludere però alcune considerazioni che riguardano gli effetti negativi derivanti dal rilascio in atmosfera di composti organici volatili (COV) di origine organica, che possono fattivamente contribuire alla produzione di composti organici secondari e di ozono (Freer-Smith P. H. et al., 2004). Alcuni lavori di modellazione indicano che talune specie vegetative presentano un bilancio positivo in termini di miglioramento della qualità dell'aria, altre invece determinano un bilancio che può essere addirittura negativo.

Per quanto riguarda il territorio di Verona e dei 17 Comuni limitrofi, si ritiene importante che siano promossi approfondimenti sul tema in occasione della realizzazione di nuove arterie il cui tracciato sia limitrofo a zone residenziali. Una interessante applicazione, in questo senso, per la valutazione del potenziale di trattamento della vegetazione, potrebbe essere rappresentata dall'utilizzo dello specifico software freeware che implementa il modello scientifico UFORE. In questo caso sarebbe possibile analizzare, a priori, dalla fase di pianificazione degli interventi, alcuni benefici ambientali ottenibili mediante implementazione di sistemi vegetativi.

4.3.4.2 Indicazione di esperienze europee finalizzate alla diminuzione delle emissioni in sede stradale: il progetto LIFE SPAS.

Tra le più importanti esperienze a livello europeo finalizzate al miglioramento della qualità dell'aria va senza dubbio menzionato il progetto UE-LIFE-Environment Project SPAS (Sound and Particle Absorbing System) che si pone come obiettivo la progettazione e verifica

dell'efficacia di sistemi innovativi di protezione finalizzati alla riduzione dell'inquinamento da polveri e del rumore da traffico veicolare. I diversi prototipi sono stati progettati e testati all'interno del progetto. L'obiettivo è essenzialmente la riduzione dell'esposizione dei residenti lungo le strade ad elevato volume di traffico, dal rumore e dalle polveri sottili; nel corso del progetto avviene l'ottimizzazione della configurazione del filtro permanente in modo da ridurre l'effetto di risospensione del particolato atmosferico, almeno del 25%. Il sistema è ancora in corso di ottimizzazione in considerazione dei diversi tipi di strade e aree di impiego; data la recente scadenza del progetto (termine fine 2009), saranno disponibili a breve i risultati completi dell'esperienza.
In questa sede verranno date alcune indicazioni dei primi risultati ottenuti con tali sistemi di abbattimento acustico ed emissivo, tali da renderli molto interessanti per le applicazioni connesse ai Piani di Qualità dell'Aria.

I filtri sono stati progettati attraverso apposite simulazioni fluidodinamiche e prove di laboratorio, in modo da ottimizzare sia la forma, sia i materiali; anche le dimensioni e la specifica densità sono state determinate mediante mirata ottimizzazione dei diversi parametri in gioco. Applicando lo stesso approccio, è stato determinato il sistema di foratura per i filtri, tenendo in considerazione caratteristiche fondamentali quali la resistenza del materiale, la dimensione e la disposizione dei fori, la forma e le dimensioni. Questo per quanto riguarda l'obiettivo di contenimento delle polveri.
Applicando la stessa metodologia, ma con la finalità di realizzare un abbattimento acustico, sono stati studiati alcuni sistemi di muratura di protezione, definendo l'altezza e lo spessore ottimali del muro.
Una delle maggiori difficoltà derivanti dalla sinergica necessità di un abbattimento di inquinanti e di un contenimento del rumore, è determinata dal processo di scambio del materiale filtrato nonché dal fissaggio dei filtri ai muri di protezione acustica.
Le diverse simulazioni effettuate nel corso del progetto hanno consentito la determinazione delle proprietà specifiche del filtro in modo tale da realizzare un comportamento ottimale in varie condizioni (scenari ambientali e di traffico).
In una prima fase del progetto sono state effettuate alcune simulazioni numeriche di flusso per prevedere le condizioni fluidodinamiche valutando la resistenza specifica del filtro con riferimento a diverse forme dello stesso. Conseguentemente a tale fase, si sono effettuate alcune prove su campo che hanno portato alla luce nuovi elementi importanti, considerati in simulazioni successive, determinando in tal senso una nuova ottimizzazione. Tali simulazioni risultano essere molto importanti per determinare il comportamento di flusso con riferimento a diverse densità di traffico.

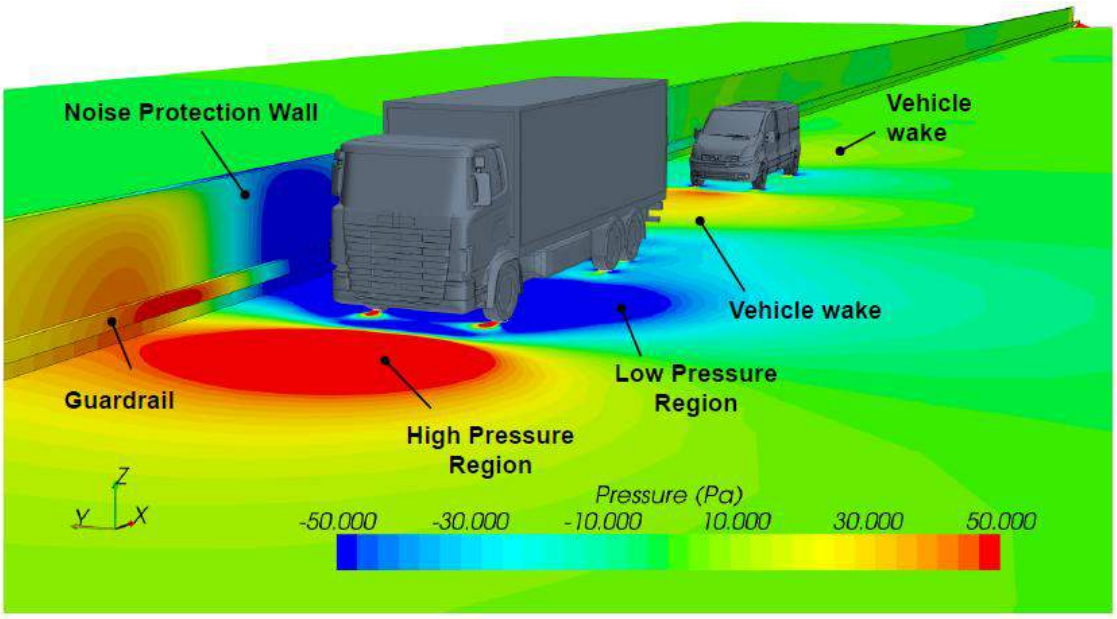


Figura 4-12: Grafico di simulazione delle diverse zone di pressione derivanti dal transito dei veicoli: il caso del muro (Sharl et al., 2009) (Sharl & Iser, 2009).

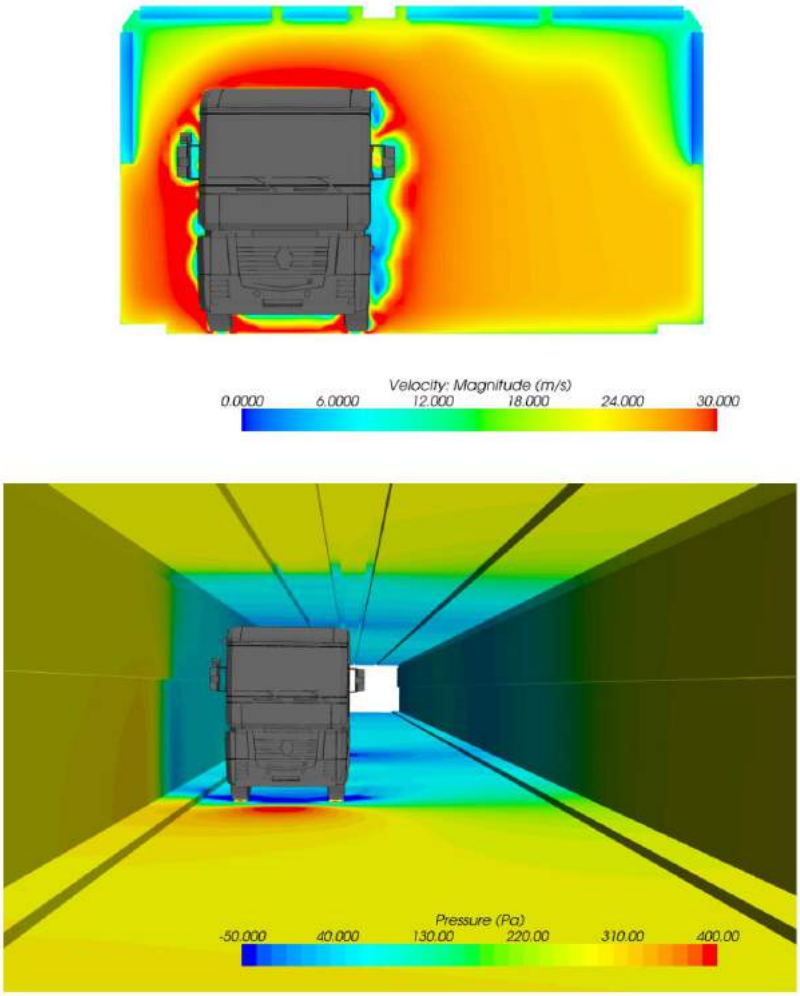


Figura 4-13: Grafico di simulazione delle diverse zone di pressione derivanti dal transito dei veicoli: il caso del tunnel (Sharl et al., 2009).

I valori di abbattimento delle varie tipologie di filtro disegnate vengono determinati attraverso misure acustiche; il filtro deve presentare buone proprietà in termini di attenuazione del rumore simultaneamente a quelle di abbattimento di inquinanti.
L'obiettivo della simulazione è la predizione del campo di moto; al transito dei veicoli vi è una generazione di elevati livelli di turbolenza che influenzano l'efficienza del filtro.
Le simulazioni di flusso consentono di valutare anche la correlazione tra la pressione e l'aspirazione nei filtri del sistema a muro SPAS, la posizione ottimale del filtro e le influenze ambientali attese.
Al fine di determinare alcuni importanti parametri di input necessari alla simulazione numerica, nel progetto SPAS sono stati eseguiti alcuni test di laboratorio in modo da verificare l'efficacia delle barriere in condizioni riproducibili. A tale scopo è stato costruito uno specifico banco di prova per la verifica dell'assorbimento dei prototipi realizzati, valutati attraverso l'aria esausta da tunnel stradali. Il banco di prova è stato posizionato nel tunnel Plabutsch, lungo 9.7 km; tale configurazione ha consentito l'estrazione diretta dell'aria dal sistema di aspirazione dei gas esausti dal tunnel.

Figura 4-14: Foto dell'apparecchiatura di prova per i test condotti sui filtri: nel tubo viene fatta transitare aria esausta che attraversa il filtro da testare (posto nella parte centrale dell'apparecchiatura) (Rodler & Henn, 2009).

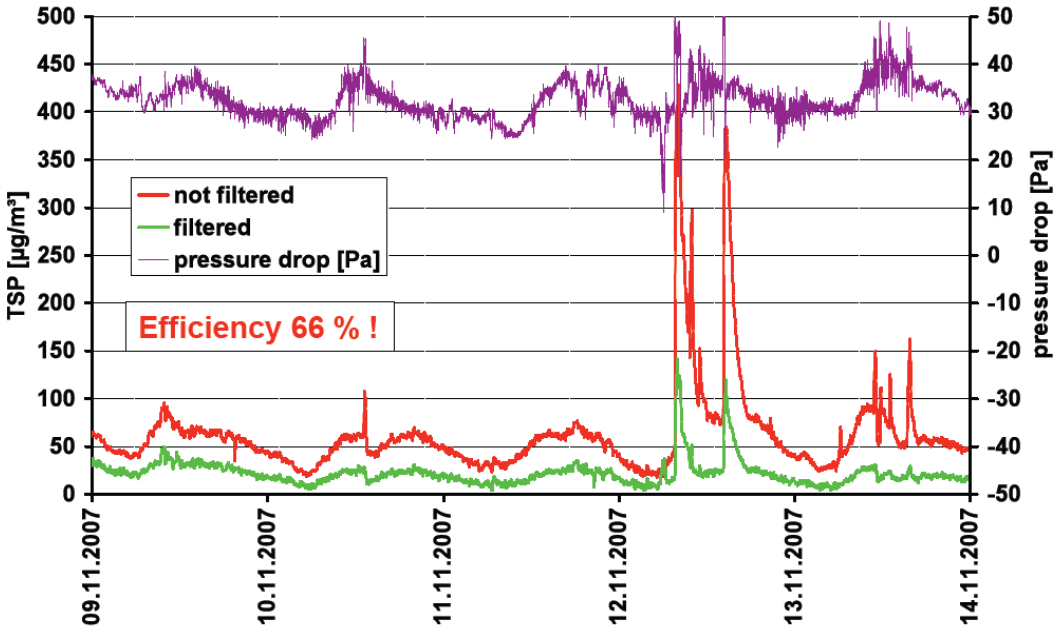


Figura 4-15: Risultati di una prova condotta in laboratorio (si veda figura precedente) per determinare le efficienze di rimozione di uno dei filtri da testare (Rodler & Henn, 2009).

Nell'analisi di sviluppo della funzionalità dei diversi materiali testati, si sono considerati degli diversi spessori, valutando sia l'efficienza di assorbimento, sia la durata di servizio; l'efficienza viene valutata misurando la concentrazione di particolato di fronte e dietro al filtro, mentre la misura della caduta di pressione fornisce indicazioni sulla durata di vita del filtro.

Poiché un singolo veicolo genera, nel transito, un aumento di pressione e poi conseguentemente una pressione negativa percepibile con riferimento ad una sezione posta a lato della carreggiata, viene esaminata anche la distanza alla quale le particelle stoccate possono essere staccate dal filtro per effetto della conseguente depressione. A tal proposito sono state effettuate alcune prove di esposizione del filtro, caricato sul banco dal lato opposto rispetto a quello esposto all'azione del particolato, ad un volume d'aria povera in particolato, in modo da determinare un eventuale aumento di concentrazione di particolato imputabile ad un rilascio di inquinante catturato precedentemente dal filtro carico.

Gli elementi prototipo ottimizzati in laboratorio sono stati poi testati su campo al fine di determinare l'efficacia degli elementi sui siti reali. Tali siti, localizzati nella città di Klagenfurt (A) sono:

3. Viktring (Keutschacher Straße): costruzione di una nuova barriera antirumore e di protezione con filtro integrato;
4. Wölfnitz: adattamento di un muro di protezione esistente con elementi filtranti;
5. sottopasso Lendorf: adeguamento della galleria autostradale con 100 elementi filtranti.

Oltre a quanto indicato, si è preso a riferimento un muro acustico di protezione esistente privo di filtri, per valutare i risultati della sperimentazione.

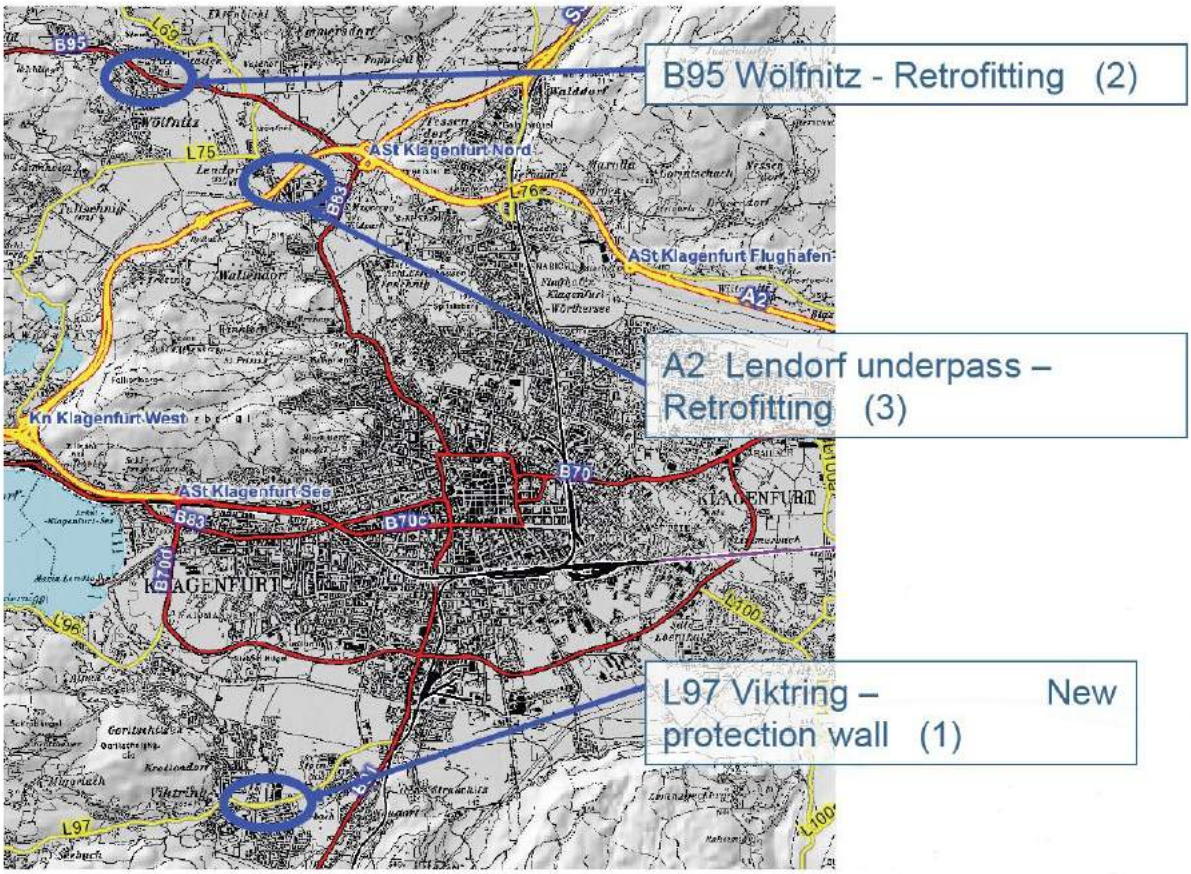


Figura 4-16: Localizzazione dei tre siti sperimentali con riferimento alla città di Klagenfurt (Hadolt H., 2009).

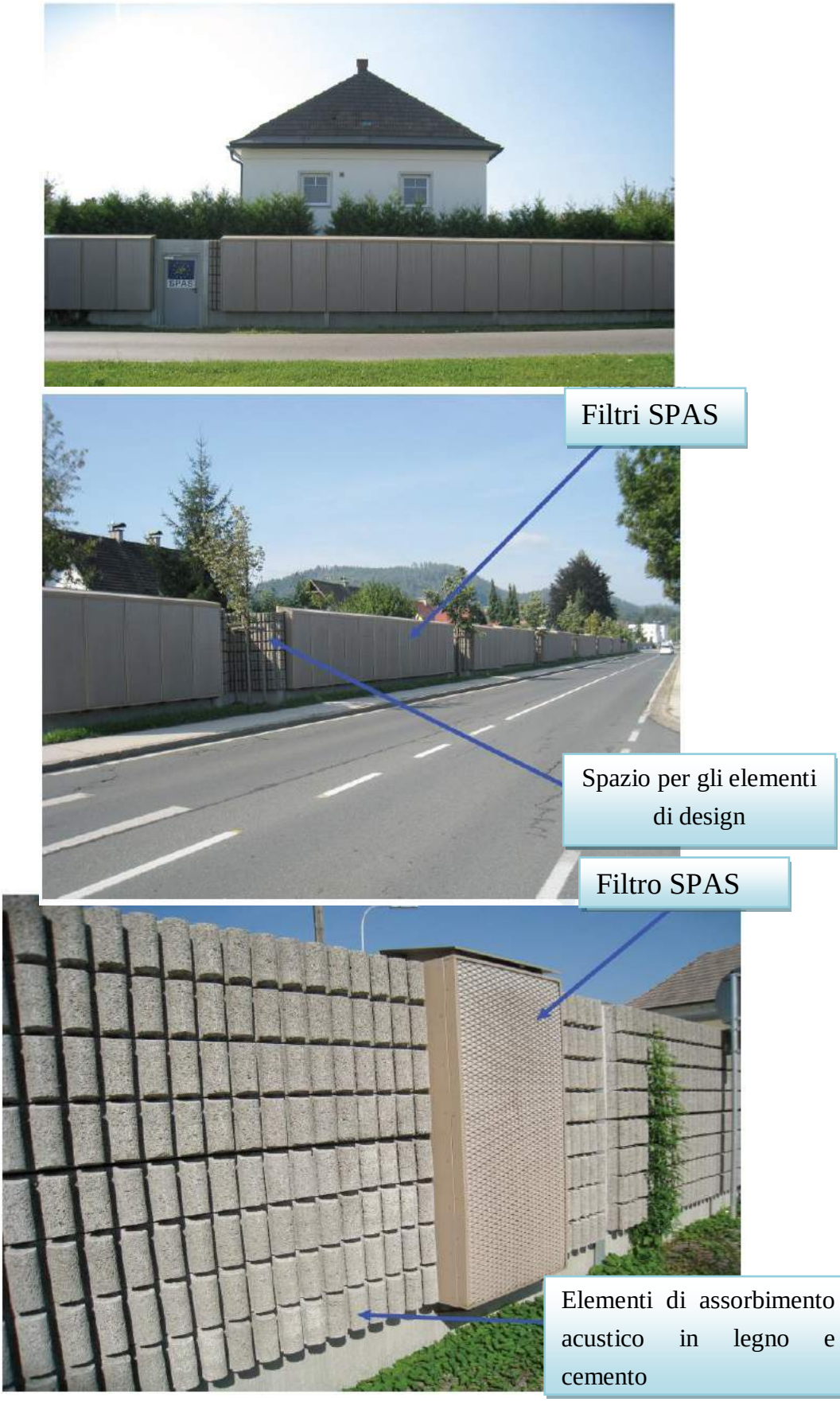


Figura 4-17: Foto del muro con filtri SPAS a Viktring (Hadolt H., 2009).

Il nuovo muro di protezione costruito a Viktring presenta una lunghezza complessiva di 470 m ed è in parte dotato dei sistemi filtranti. La struttura attiva è posizionata ad un'altezza di 50 cm da terra; si tratta del primo muro europeo filtrante di lunghezza considerevole.
Il volume di veicoli giornalieri nei tratti in cui sono stati installati i sistemi SPAS sono variabili tra 8000 e 15000 veicoli/giorno.

Figura 4-18: Foto del muro con filtri SPAS a Wölfnitz (Hadolt H., 2009).

Figura 4-19: Foto del sottopasso Lendorf con filtri SPAS (Hadolt H., 2009).

Tabella 4-4: Caratteristiche delle barriere SPAS implementate in sito (Hadolt H., 2009).

Viktring	Strada provinciale: limite 50 km/h	Traffico 15200 veicoli/giorno 3.0 % traffico pesante	Lunghezza del muro: 470 m Altezza 2.5 m
Wölfnitz	Strada provinciale: limite 80 km/h	Traffico 13300 veicoli/giorno 6.3% traffico pesante	Lunghezza SPAS: 100 m Altezza SPAS: 2.5 m Innalzamento: 0.5 m
Lendorf	Autostrada: limite 100/80 km/h (veicoli/mezzi pesanti)	Traffico 24500 veicoli/giorno 12.1% traffico pesante	Configurazione: 5 linee ciascuna di 2 m di ampiezza Lunghezza: 1 x 75 m + 1 x 50 m + 3 x 25 m

L'obiettivo finale è la determinazione dell'efficienza del filtro in termini di abbattimento delle concentrazioni di inquinanti e del muro in termini di abbattimento acustico; vanno altresì valutate anche le concentrazioni rilevate durante gli intervalli di manutenzione (pulizia, riparazione, ecc.). Lo scopo principale di questa serie di prove su campo è quella di testare quanto progettato in laboratorio, in condizioni reali di funzionamento. Poiché il traffico stradale è solo una delle sorgenti di particolato, è presente una ovvia complicazione determinata dagli elevati valori di background che possono mascherare, in un certo qual modo, le differenze tra le misure di qualità dell'aria, dietro gli elementi filtranti e dietro al muro di protezione. In concomitanza delle misure di polveri vengono pertanto effettuate alcune misure di NO_x, in modo che le stesse forniscano alcune indicazioni relativamente alla quota parte di polveri attribuibile al traffico.

Un prima campagna di misure si è conclusa alla fine di maggio del 2009, mentre la seconda, che si è appena conclusa, è stata svolta nel periodo autunno/inverno 2009-2010.

Per il sito di Vikting, non si sono ottenuti risultati significativi in termini di riduzione della concentrazione ad opera dei filtri; nonostante ciò, il muro di protezione acustico (in configurazione con e senza filtri) ha determinato un contenimento degli inquinanti in sede stradale con una riduzione delle concentrazioni di PM_{10} ed NO_x del 15-20%.

Nel sito di Wöflnitz, oltre ad un effetto di abbattimento imputabile alla presenza di un muro di protezione (in altre parole il caso "Vikting"), è stato rilevato che gli elementi filtranti SPAS hanno determinato una riduzione del PM_{10} da risospensione circa pari al 15%, con riferimento a specifiche condizioni meteorologiche di ventosità.

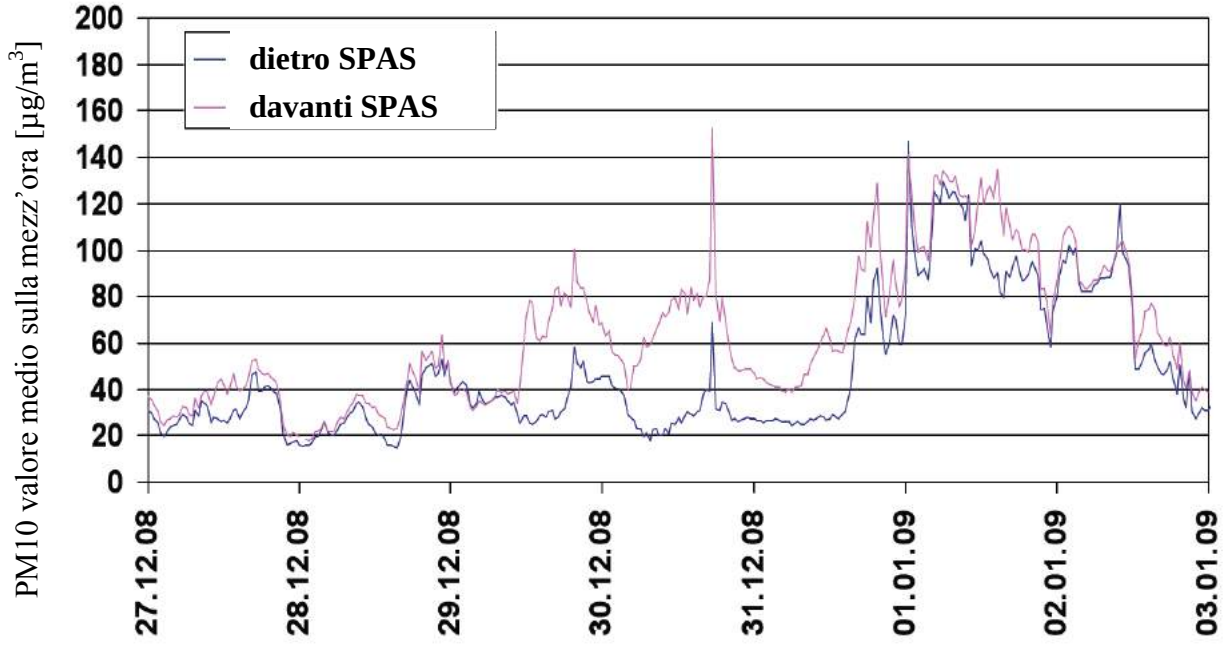


Figura 4-20: Risultati di misure di concentrazione davanti e dietro ai filtri per il sito di Vikting: si nota una media di 44 µg/m3 nel caso senza barriere SPAS e una diminuzione delle concentrazioni di PM_{10} dietro le barriere del 15-20% (Rodler & Henn, 2009).

Anche nel sottopassaggio Lendorf è stata rilevata una leggera diminuzione della concentrazione del valore di PM_{10} ottenuta grazie ai sistemi filtranti SPAS. Va comunque rilevato che, nel caso dell'applicazione in tunnel, non si è ancora provveduto all'implementazione degli ultimi sistemi di progettazione definitiva SPAS, quindi sono attesi risultati che dimostrino maggiori rendimenti di rimozione.
Per tutte e tre le sezioni di prova è stato possibile determinare le frazioni di polveri da risospensione e da abrasione; queste informazioni rivestono un certo rilevo per le valutazioni e calcoli futuri sulla risospensione.
I primi test di servizio dei filtri hanno dimostrato una durata di servizio molto maggiore di 1 anno.
Parallelamente alle misure di concentrazione di PM_{10} e ossidi di azoto NO_x, sono state effettuate anche alcune misurazioni acustiche per verificare la conformità delle barriere installate.

Figura 4-21: Foto di alcuni punti di misura per le prove acustiche su campo (Hadolt H., 2009).

Nel caso di Verona e dei 17 Comuni limitrofi si ritiene che l'implementazione di una esperienza pilota sul loro territorio basata sull'approccio descritto possa essere di utilità per la definizione di criteri di intervento mediante barriere basati su una valutazione costi-benefici in termini di costi dell'opera e variazioni dell'esposizione della popolazione agli inquinanti di interesse. Al riguardo si sottolinea che l'esposizione deve essere vista tenendo conto l'aspetto tempo e quindi deve essere data priorità ad interventi in zone densamente abitate (l'esposizione degli automobilisti può essere significativamente minore rispetto agli abitanti residenti in prossimità di una strada).

4.3.4.3 Valutazione dell'efficacia dell'applicazione di rivestimenti e cementi fotocatalitici nell'abbattimento delle concentrazioni inquinanti in atmosfera

4.3.4.3.1 Introduzione

I materiali fotocatalitici vengono indicati nel DM 01/04/04 fra i sistemi innovativi per la abbattimento dell'inquinamento atmosferico, sulla base di prove tecniche, validazioni e

certificazioni prodotte da vari enti (Università, CNR, Istituto Superiore di Sanità, ARPA Lombardia). Questo tipo di materiali non interviene sulla formazione degli inquinanti, ma può garantire una loro più rapida rimozione rispetto a quanto avviene normalmente in natura, velocizzando le reazioni di ossidazione.

A livello europeo è stato attivato un programma di ricerca su questo argomento. Si tratta del Progetto PICADA (*Photocatalytic Innovative Coverings Application for De-pollution Assessment*) partito nel 2003 e terminato nel 2005. Lo scopo del progetto era lo sviluppo di una serie di prodotti con proprietà fotocatalitiche e la valutazione delle loro potenzialità su larga scala, in particolare relativamente all'applicazione in strade urbane. I partner italiani del progetto sono stati il CTG (Centro Tecnico di Gruppo) di Italcementi e l'ITC (Istituto per le Tecnologie della Costruzione) CNR.

4.3.4.3.2 La fotocatalisi

La fotocatalisi è il fenomeno naturale in cui una sostanza, detta fotocatalizzatore, attraverso l'azione della luce (naturale o prodotta da speciali lampade) modifica la velocità di una reazione chimica. Sfruttando l'energia luminosa, i fotocatalizzatori inducono la formazione di reagenti fortemente ossidanti che sono in grado di decomporre per ossidazione alcune sostanze organiche e inorganiche presenti nell'atmosfera. Il fotocatalizzatore è dunque un acceleratore dei processi di ossidazione che già esistono in natura e favorisce quindi la più rapida decomposizione degli inquinanti, evitandone l'accumulo.

Fra tutti i semiconduttori, il biossido di titanio (TiO_2) è il fotocatalizzatore più utilizzato, grazie al forte potere ossidante che consegue all'assorbimento della luce, alla sua inerzia chimica (è resistente agli acidi e agli alcali concentrati), all'assenza di tossicità ed al costo non proibitivo. Il biossido di titanio esiste in tre diverse strutture cristalline (rutilo, anatasio e brookite) ed in fase amorfa. L'anatasio è, tra le tre forme esistenti, quella più attiva come fotocatalizzatore, e di conseguenza quella più utilizzata nei rivestimenti fotocatalitici.

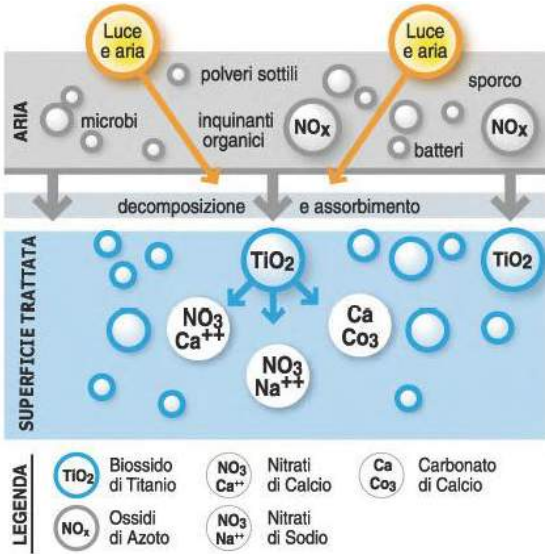


Figura 4-22: Schema di funzionamento del rivestimento fotocatalitico (Global Engineering and Trade, 2004).

Le sostanze inquinanti e tossiche vengono trasformate, attraverso il processo di fotocatalisi, in sottoprodotti che vengono poi dilavati dall'acqua se esposti alle precipitazioni atmosferiche, oppure rimangono sulla superficie dell'ecorivestimento nel caso di manufatti riparati. Le caratteristiche dei prodotti che si formano in questi processi sono state analizzate (CNR) al fine di valutarne l'eventuale tossicità:

- Biossido di azoto: la degradazione del biossido di azoto forma essenzialmente nitrati solubili in acqua ed eventualmente nitriti. La quantità formata di queste specie è molto contenuta per cui esse non costituiscono problema per le acque dilavate. Nel caso di manufatti non esposti, le molecole di nitrato di calcio, risultanti dalla reazione di foto-ossidazione, rimangono nell'ecorivestimento come sostanze inerti;
- Formaldeide: viene degradata a monossido di carbonio oppure a biossido di carbonio. A causa della sua relativamente bassa concentrazione, anche le concentrazioni dei relativi sottoprodotti saranno molto basse ed inferiori di circa 100 volte a quelle normalmente presenti nell'ambiente.
- Biossido di zolfo: viene ossidato ad acido solforico, che viene immediatamente adsorbito dal substrato alcalino dell'ecorivestimento. Il risultato è la formazione di solfato di calcio (comunemente noto come gesso), che è debolmente solubile in acqua e non causa problemi per l'ambiente.
- Monossido di carbonio: l'ossidazione del monossido di carbonio porta alla formazione di biossido di carbonio, sostanza praticamente inerte. Il monossido di carbonio potrebbe anche essere ossidato dai radicali OH, portando alla formazione di radicali idrogeno (H). Tali radicali reagiscono velocemente con l'ossigeno dell'aria formando radicali idroperossido ($H + O_2 \rightarrow HO_2$) che possiedono proprietà ossidanti molto più spiccate del radicale OH. Di conseguenza, il monossido di carbonio potrebbe amplificare le proprietà ossidanti dell'ecorivestimento aumentandone la capacità depurativa.
- Ozono: l'ecorivestimento potrebbe influire sulla sua formazione oppure sulla sua distruzione. Per quanto riguarda la sua formazione, la possibilità che si formi ozono a causa delle componenti dell'ecorivestimento appare essere molto remota. Infatti il processo fondamentale di formazione dell'ozono è costituito dalla fotolisi del biossido di azoto. Le molecole di biossido di azoto reagiscono molto velocemente con i radicali OH disponibili sulla superficie dell'ecorivestimento, per cui, in prossimità della superficie, la velocità di formazione dell'ozono è inferiore o al massimo uguale a quella che si determina in atmosfera libera. Molto più probabile appare invece essere la possibilità che l'ecorivestimento contribuisca a distruggere l'ozono sulla sua superficie. Infatti, la disponibilità di cariche elettriche e di radicali liberi provoca reazioni che portano alla degradazione dell'ozono con probabile formazione di ossigeno. La degradazione dell'ozono sulle superfici è comunque un fatto ampiamente consolidato indipendentemente dalla presenza di materiale fotocatalitico.

- Benzene: la degradazione del benzene su superfici fotocatalitiche procede a velocità molto basse per la scarsa reattività del benzene verso il radicale OH. Le molecole ossidate possono comunque trasformarsi in composti più semplici quali aldeidi o acidi bivalenti che non portano a nessun effetto ambientale. In alternativa, si può ipotizzare che il benzene possa addizionare radicali OH e trasformarsi quindi in fenolo, sostanza solubile in acqua e comunque di scarso interesse ambientale a causa delle basse concentrazioni risultanti.
- Particolato: l'evoluzione del particolato sull'ecorivestimento è ancora oggetto di studio. Con ogni probabilità le particelle che costituiscono il particolato atmosferico vengono attratte sulla superficie a causa della presenza di cariche libere. Una volta sulla superficie, le particelle potrebbero reagire con i radicali liberi o con molecole di acqua e di ossigeno, degradandosi a sostanze organiche ossigenate solubili in acqua. La parte inorganica, costituita da composti già ampiamente ossidati, non dovrebbe invece alterarsi.

4.3.4.3.3 Possibili applicazioni e loro efficacia

I prodotti fotocatalitici hanno le seguenti proprietà potenziali:

- riducono la concentrazione degli inquinanti tossici prodotti dai veicoli, dalle sorgenti industriali, dal riscaldamento domestico e da altre fonti;
- hanno un'azione antimicrobica: riducono la presenza di microrganismi, batteri, funghi, alghe, muffe;
- hanno un effetto "antisporcamento" (le superfici restano pulite nel tempo senza essere aggredite da sostanze sporcanti);
- hanno un'azione deodorante (l'eliminazione dei microrganismi porta alla scomparsa di odori sgradevoli).

I rivestimenti fotocatalitici presenti sul mercato possono essere utilizzati sotto forma di intonaco (per pareti interne ed esterne), pavimentazioni (marciapiedi, parcheggi, aree a traffico ridotto), pavimentazioni strutturali (strade a traffico intenso), massetti autobloccanti.
Per valutare le rese di questi prodotti nella rimozione degli inquinanti, sono state condotte varie sperimentazioni in laboratorio. Il limite di questi esperimenti può consistere nel fatto che essi vengono in genere condotti su piccole porzioni di materiale a contatto con aria ferma contenente l'inquinante e irradiati con luce artificiale. Le condizioni in cui i rivestimenti si trovano, invece, in ambiente esterno, sono differenti: va tenuto conto delle variazioni di illuminazione e dell'intensità e della direzione del vento.
Negli ultimi anni sono state avviate diverse sperimentazioni in ambito urbano. In Italia gli esempi a scala reale sono stati realizzati dalle ditte Italcementi e Global Engineering. L'applicazione sul manto stradale di una malta a base di legante fotocatalitico in Via Morandi a Segrate (MI) (Figura 4-23) ha fatto registrare abbattimenti degli NO_x significativi rispetto ad un tratto di strada non trattato. Nel 2003, in una porzione di piazzale all'interno dell'impianto

Italcementi di Calusco d'Adda (BG), sono stati posti in opera 8000 m^2 di masselli cementizi autobloccanti con rivestimento fotocatalitico (Figura 4-24).

Figura 4-23: Via Morandi, Segrate (MI).

Figura 4-24: Piazzale della cementeria di Calusco (BG).

Oltre a questi due esempi, negli ultimi anni i rivestimenti fotocatalitici sono stati utilizzati in diverse occasioni, ma non sono sempre state effettuate le misurazioni necessarie a valutarne l'effettivo contributo alla riduzione degli inquinanti. Ciò pone dei limiti nella stima dell'effettiva capacità di riduzione degli inquinanti garantibile da questi prodotti. Inoltre, come detto in precedenza, i risultati variano in funzione dell'insolazione, della velocità e direzione del vento, e della concentrazione di inquinanti nell'aria.

Un valore di riferimento attendibile può essere quello ottenuto dal CNR mediante una serie di esperimenti (CNR, 2003). Tale valore viene inoltre ripreso anche all'interno del DM 01/04/04. Si stima quindi una capacità di depurazione, per quanto riguarda gli ossidi di azoto, pari a 30 t/anno per ogni km^2 di rivestimento fotocatalitico. Valori simili sono inoltre stati ricavati da sperimentazioni condotte a scala reale in Giappone (Chai-Mei Yu, 2002).

Per quanto riguarda la valutazione dei costi di un trattamento di questo tipo, esso risulta essere fortemente dipendente dalle specifiche condizioni di implementazione, come si può evidenziare dalla Tabella 4-5. Parlare del costo di realizzazione di elementi strutturali in cemento fotocatalitico ha poco significato in quanto sul mercato è possibile fare riferimento al prodotto finito, cioè la pittura, l'intonaco o il manufatto. Poiché la porzione che interagisce con l'atmosfera è la sola superficie, il principio fotocatalitico non viene impiegato in applicazioni strutturali ma solo laddove sia possibile mantenere spessori modesti: da alcuni centimetri fino a pochi millimetri. Quindi il prezzo significativo è il costo a metro quadrato di superficie fotocatalitica.

Tabella 4-5: Costo specifico delle applicazioni di sistemi foto catalitici al m^2, con riferimento alle applicazioni verticali ed orizzontali (Italcementi, 2009).

Per applicazioni verticali:

	Strato sottile		Spessore medio			Spessore elevato	Massivo
	Pittura	Rasante	Intonaco	Pannello	GRC	Pannello	Getto opera
maggiore costo	2-4 €/m²	3-4 €/m²	8-10 €/m²	40-60 €/m²	20-60 €/m²	50 €/m²	120-150 €/m³

Per applicazioni orizzontali:

	Strato sottile		Spessore medio		Spessore elevato	Massivo
	Spolvero	Pastina	Lastra (10mm)	Lastra (20mm)	Massello autobloccante	Pavimentazione CLS
maggiore costo	2-3 €/m²	5-7 €/m²	4-5 €/m²	8-10 €/m²	2-3 €/m²	120-150 €/m³

I dati sopra riportati sono puramente indicativi. I costi sono in funzione delle singole ricette e degli spessori di materiale fotocatalitico.

L'inquinante che presenta i più frequenti superamenti di concentrazione limite a livello urbano è il particolato atmosferico. La sua presenza in aria è associabile a due principali fenomeni: l'emissione da varie sorgenti e la formazione in atmosfera a valle di reazioni fotochimiche legate ad agenti precursori (ossidi di azoto, ossidi di zolfo e ammoniaca). Considerando un fattore di conversione per gli ossidi di azoto del 35% (valore stimato a partire dalle analisi effettuate in un periodo di picco di inquinamento nel Comune di Trento (DICA, 2006)) si può valutare la quantità di particolato secondario derivante dall'emissione di ossidi di azoto, e di conseguenza la quantità di particolato secondario di cui si evita la formazione utilizzando dei rivestimenti fotocatalitici per l'abbattimento degli NO_x. La capacità di depurazione valutata per gli ossidi di azoto (30 t/anno per ogni km^2 di rivestimento) porta a stimare in 10.50 t/anno per ogni km^2 di rivestimento le emissioni di particolato secondario evitate (dato non generalizzabile).

La valutazione dell'efficacia dell'applicazione di rivestimenti e cementi fotocatalitici nell'abbattimento delle concentrazioni inquinanti in atmosfera è sicuramente un procedimento complesso e spesso, nelle valutazioni, occorre fare riferimento a dichiarazioni prestazionali indicate dai diversi produttori.

Tale procedura di valutazione diventa ancora più complessa andando a considerare che il contributo dei rivestimenti fotocatalitici alla riduzione degli inquinanti atmosferici è fortemente dipendente dai fattori atmosferici quali l'intensità e la direzione del vento e l'insolazione, oltre che alla concentrazione stessa degli inquinanti. Quello che emerge, è che questi materiali attualmente non possono essere considerati una soluzione definitiva al problema dell'inquinamento atmosferico, in quanto la loro efficacia risente di fattori esterni e

può variare notevolmente in base ai fattori atmosferici. D'altra parte, anche in condizioni sfavorevoli, garantiscono un contributo all'abbattimento degli inquinanti.

Per quanto riguarda il territorio di Verona e dei 17 Comuni limitrofi, si ritiene che possa essere interessante una applicazione sperimentale in un tratto di strada caratterizzata da elevato traffico e geometria da canyon urbano. I risultati di tale sperimentazione permetterebbero di definire criteri contestualizzati al territorio in esame.

Di notevole interesse in questo senso sono le attività di sperimentazione e implementazione su campo realizzate da Italcementi; prima mediante sperimentazione su scala di laboratorio con il progetto "Picada" poi con le prime implementazioni reali in Italia, sono state analizzate le conseguenze di applicazioni di sistemi fotocatalitici in strade in ambito urbano con caratteristiche di canyon per l'accumulo e il ristagno di inquinanti.

Il primo progetto Picada consiste nell'analisi delle efficienze di un modello di canyon urbano in una scala 1:5; gli interessanti risultati ottenuti hanno portato ad una implementazione in un contesto reale. In questa sede verrà citato l'esempio di via Borgo Palazzo a Bergamo. La sperimentazione biennale nella città di Bergamo ha riguardato una strada di circa 500 metri, con due sensi di marcia come evidenziato dalla Figura 4-25. La superficie attiva di circa 7000 m² pavimentati è stata ricoperta con masselli grigi e, sul tratto pedonale, con masselli rossi.

Figura 4-25: Foto di via Borgo Palazzo soggetta a sperimentazione (www.italcementi.it).

Figura 4-26: Schema della sperimentazione (Italcementi, 2009).

Durante il biennio sono state svolte tre campagne di monitoraggio, di due settimane ciascuna: la prima nel novembre 2006, la seconda nel gennaio 2007 e la terza nel febbraio 2008. L'obiettivo è stato quello di rilevare i livelli di abbattimento degli inquinanti grazie all'azione della fotocatalisi. Per un quadro più preciso, i dati ottenuti sono stati confrontati con quelli relativi allo stesso tratto di strada ricoperto di asfalto, come mostrato dalla Figura 4-26. I risultati hanno dimostrato una riduzione dell'inquinamento fino al 40%. Nella tabella di seguito riportata si può vedere il valore della concentrazione media di NO_x, registrata per 5 giorni, con centraline poste a due diverse altezze dal suolo.

Tabella 4-6: Concentrazione media di NO_x registrata per 5 giorni con centraline poste a diverse altezze dal suolo. (Italcementi, 2009 mod.)

Altezza dal suolo	**Concentrazione nella pavimentazione fotocatalitica**		**Concentrazione nel rivestimento in asfalto (riferimento)**	
	NO_x	NO	NO_x	NO
30 cm	470 µg/m^3	243 µg/m^3	632 µg/m^3	338 µg/m^3
180 cm	489 µg/m^3	251 µg/m^3	594 µg/m^3	310 µg/m^3

Si può notare che, al contrario di quanto avviene normalmente, in presenza di una pavimentazione fotocatalitica la concentrazione di inquinante è più bassa in vicinanza del suolo, a ulteriore dimostrazione dell'efficacia del sistema. Nello specifico caso in esame, ipotizzando uno scenario con un traffico di 400 auto/ora e prodotto fotocatalitico applicato sia alla pavimentazione che sulle facciate dei palazzi, i benefici derivanti dalla riduzione dell'inquinamento sono comparabili a una riduzione del traffico di 150 auto/ora.

Anche l'Agenzia Regionale per la protezione dell'Ambiente della Lombardia ha confermato, con prove sul campo nell'ambiente urbano, la buona riuscita della sperimentazione in oggetto. Si legge nella relazione di ARPA Lombardia «i risultati delle misure degli NO_x segnalano differenze, con diminuzioni significative anche superiori al 40% dei valori tra la postazione con asfalto tradizionale e quella con i masselli fotocatalitici».

Ai fini di un'analisi critica dei valori riportati in Tabella 4-6, si segnala tuttavia che la documentazione originale di Italcementi, quivi citata, riporta delle efficienze, calcolate con riferimento ai valori riportati nella tabella in oggetto, che risultano essere sovrastimati di qualche punto percentuale rispetto a quanto calcolabile dai singoli valori messi a disposizione.

A integrazione della documentazione riportata e per fornire un approccio critico al funzionamento dei sistemi fotocatalitici su campo, si cita anche la documentazione derivante da alcuni studi condotti da A.R.P.A. Lombardia condotti negli anni 2003 e 2004 (A.R.P.A. Lombardia, 2003; A.R.P.A. Lombardia, 2004). Lo studio più recente tra i due, riferibile al 2004 consiste nella sperimentazione in un tunnel di una lunghezza pari a 104 m a Milano, in via Porpora, costituito da una carreggiata a due corsie a doppio senso di marcia, largo 12 m , alto 3,75 m e caratterizzato da elevati volumi di traffico. Su entrambi i lati del tunnel è disponibile un marciapiede, di larghezza pari a 80 cm circa, protetto dalla sede stradale da una

balaustra tubolare. Il tunnel è dotato di un sistema di ventilazione che soffia verso l'interno aria presa dall'esterno del tunnel.
La sperimentazione è stata condotta in tre distinte fasi:

- Fase 1: periodo di controllo (dal 24 marzo al 6 aprile 2004), dove sono state acquisite le concentrazioni di NO_x prima della messa in opera della pittura sulla volta del tunnel e della malta al biossido di titanio di rivestimento della sede stradale;
- Fase 2: periodo di test della pittura (dal 10 al 21 maggio 2004), nella quale le misure di NO_x sono state effettuate dopo aver steso la pittura al TiO_2 sulle pareti e sulla volta del tunnel, ma prima della messa in opera del rivestimento cementizio sull'asfalto.
- Fase 3: periodo di test della pittura e del rivestimento cementizio al TiO_2 (dal 13 al 23 luglio 2004), dopo il rivestimento della sede stradale con cemento al TiO_2.

Le concentrazioni di monossido di azoto (NO) e di biossido di azoto (NO_2) sono state rilevate in continuo, per lo più nella fascia oraria dalle 07 alle 16 (ora solare), su entrambi i lati del tunnel ovvero a filo della carreggiata, nel punto mediano rispetto alla lunghezza della galleria, alla quota di circa 70 cm. Per la misura sono stati utilizzati due analizzatori automatici a chemiluminescenza, che consentono di ottenere le concentrazioni di NO ed NO_2 in tempo reale, su cicli di campionamento di circa 20 secondi.
Ai fini della corretta interpretazione dei risultati va rilevato che all'interno della galleria le concentrazioni di entrambi gli inquinanti presentano una minore variabilità giornaliera rispetto all'esterno a causa del minor effetto delle condizioni di stabilità atmosferica rispetto all'esterno. All'interno del tunnel le concentrazioni di NO prevalgono sempre su quelle dell'NO_2 essendo allo scarico dei veicoli le emissioni primarie di NO prevalenti sulle emissioni di NO_2. Nella documentazione tecnica (A.R.P.A. Lombardia, 2004) viene indicato che i processi chimico fisici all'interno del tunnel avvengono in modo diverso rispetto all'esterno e non è possibile utilizzare i dati rilevati all'esterno per normalizzare il confronto tra la prima fase e le fasi successive della sperimentazione rispetto alle mutate condizioni ambientali.
Per specifiche più dettagliate nell'elaborazione dei dati si rimanda alla documentazione citata.
Quello che si rileva nello studio è che le variazioni percentuali di NOx rispetto al periodo di riferimento, calcolate sulle concentrazioni, sono risultate pari a -8,9% e -18,2% rispettivamente per il primo e il secondo periodo di test. Il rivestimento del manto stradale appare raddoppiare l'efficacia della pittura delle pareti; questo fenomeno può essere giustificato se si tiene conto che le emissioni degli autoveicoli sono dirette prevalentemente al suolo.
Per quanto riguarda invece un secondo studio (A.R.P.A. Lombardia, 2003), esso è stato condotto su un tratto stradale in campo libero di circa 220 m in via Morandi nel Comune di Segrate del 2003, su di una sede stradale larga circa 11 m. Per il campionamento sono stati utilizzati tubi di Palmes, con un valore risultante medio nei 15 giorni di esposizione, con

alcuni limiti legati alla possibile perdita della misura nell'eventualità che lo strumento si bagni e nella forte dipendenza dalla temperatura; a basse temperature la capacità adsorbente è fortemente ridotta aumentando significativamente l'errore associato alla misura.
Anche in questo caso la sperimentazione, condotta in stagione invernale, è stata suddivisa in alcuni periodi:

- Fase 1: dal 7 al 19 novembre 2002, prima dell'applicazione del cemento al TiO_2 per la verifica della situazione iniziale;
- Fase 2: dal 19 novembre al 4 dicembre 2002, prima dell'applicazione del cemento al TiO_2, come ripetizione della prima fase;
- Fase 3: dal 16 al 30 dicembre 2002, dopo l'applicazione del cemento al TiO_2, come primo test;
- Fase 4: dal 10 al 24 gennaio 2003, dopo l'applicazione del cemento al TiO_2, come secondo test di conferma.

Per le specifiche condizioni di posizionamento dei tubi di Palmes si rimanda alla citata documentazione (A.R.P.A. Lombardia, 2003) e si riportano, in questa sede, i risultati dei test.
Il primo periodo di test (ovvero il terzo periodo della campagna di misura), ha dato come risultato una riduzione del 14% delle concentrazioni NO_2 sul lato ovest sottovento della sede stradale. A.R.P.A. Lombardia riporta che:
"Nel secondo test, in condizioni di temperature ambientali molto rigide, l'effetto precedente non è stato riprodotto. Occorre però considerare che il processo catalitico avviene durante le ore di luce, mentre i tubi di Palmes, pur presentando alcuni vantaggi quali la semplicità e l'economicità del metodo, rilevano la concentrazione media di NO_2 del periodo di esposizione, "smorzando" quindi l'eventuale risultato cercato; inoltre essi sono influenzati negativamente dalle basse temperature ambientali quali quelle verificatesi in particolare durante il secondo test. La valutazione di un fenomeno fisico richiede la riproducibilità e misurabilità del fenomeno stesso. Queste condizioni sono relativamente facili da ottenere in laboratorio e, nel caso del cemento al TiO_2, sono state ottenute da diversi laboratori di ricerca permettendo di confermare l'efficacia del prodotto in condizioni controllate. In capo aperto le condizioni ambientali sono al più misurabili ma non controllabili. Pertanto, al fine di quantificare l'efficacia del rivestimento al TiO_2 nella riduzione delle concentrazioni di NO_2, considerando che una prima indicazione positiva è stata rilevata nonostante il periodo della campagna non fosse il più favorevole, si ritiene opportuno ripetere più prove in diverse stagioni dell'anno, possibilmente su un'area più ampia, adeguando, sulla base anche dell'esperienza acquisita, il metodo di indagine da impiegare."

4.3.4.4 Efficacia dello spazzamento e lavaggio delle strade e cenni sul problema della risospensione

Altre misure, di solito realizzate a livello di azione emergenziale per il contenimento delle concentrazioni di particolato atmosferico, consistono nelle operazioni di pulizia e lavaggio delle strade.

L'efficacia di tali operazioni risulta controversa in quanto, anche a livello scientifico, non sono completamente noti gli eventuali benefici in termini di qualità dell'aria che ne possono derivare.

Va infatti rilevato come siano numerosi i fattori che possano influenzare l'efficienza ottenibile dai sistemi di pulizia e lavaggio strade quali, la specifica macchina spazzatrice stradale nonché quella di lavaggio, le condizioni meteorologiche locali e le particolari condizioni di utilizzo della strada oggetto dell'intervento.

Nell'analisi di efficacia di tali tecnologie va primariamente rilevato come le emissioni da traffico non includano solamente la componente dei rilasci gassosi e di particolato dagli scarichi delle automobili ma anche una frazione decisamente rilevante quale la risospensione del particolato atmosferico per effetto della turbolenza generata dal movimento delle ruote dei veicoli.

Alcuni studi specifici sulla risospensione del particolato hanno evidenziato che questo tipo di contributo può essere addirittura superiore alla emissione diretta di PM_{10} primario dai veicoli transitanti sulla strada. Questo aspetto è particolarmente evidenziato in alcuni importanti studi scientifici (Abu-Allaban et al., 2003; Jaecker-Voirol and Pelt, 2000; Amato et al., 2009a).

Si ritiene quindi importante sviluppare un approfondimento specifico utilizzando la metodologia indicata in uno specifico studio (Abu-Allaban et al., 2003) per poter stabilire criteri che massimizzino l'efficacia di soluzioni che possono essere quella del lavaggio delle strade (o altre soluzioni che potrebbero emergere dall'approfondimento che abbiano un controllo sulla frazione risospesa).

La determinazione di tale frazione non risulta essere di facile operazione ma questa costituisce il primo passo finalizzato alla corretta valutazione dell'efficacia di azioni specifiche di riduzione delle emissioni quali la pulizia delle strade.

Per ridurre le emissioni derivanti da superfici e strade pavimentate occorre affrontare il problema cercando di implementare sinergicamente, misure di prevenzione e di riduzione; le prime consentono di evitare in primo luogo la deposizione vera e propria, con soluzioni specifiche che possono essere la pavimentazione di accessi ancora sterrati oppure una copertura di alcuni camion carichi. Le seconde invece puntano ad un contenimento degli effetti da particolato già deposto; la pulizia delle strade con acqua pressurizzata, ad esempio, può determinare, appunto, uno spostamento delle polveri deposte verso il sistema fognario. Insieme ad un effetto di trascinamento del particolato è da considerare che l'acqua, nel momento in cui arriva ad aderire con le particelle deposte, determina un aumento della massa

specifica e delle tensioni superficiali del materiale, diminuendo, in tal senso il rischio di una ulteriore movimentazione e trasporto; in particolare tale coesione tra le particelle bagnate spesso persiste anche dopo evaporazione a seguito della formazione di aggregati (Amato et al., 2009b).
Uno degli aspetti più difficili da valutare e parallelamente di maggiore interesse, risulta essere la presenza o meno di una eventuale correlazione tra le operazioni di pulizia o lavaggio delle strade con una diminuzione delle concentrazioni misurabili di particolato in aria ambiente. Gli approcci scientifici in questo senso sono molti e non si è ancora arrivati a definire univocamente gli eventuali vantaggi in termini quantitativi.
In questa sede verranno riportate due esperienze scientifiche di rilievo che forniranno indicazioni utili nella valutazione di programmi di azione per la pulizia delle strade.

La prima esperienza presentata è quella Chou et al. (2007), i quali realizzano una sperimentazione su campo implementando un sistema di spazzamento stradale mediante specifici mezzi ad aspirazione ad aria rigenerativi (RAVS), seguito da un lavaggio, come indicato nella Figura 4-27. Il sistema totale realizza uno spazzamento e lavaggio complessivo che verrà indicato con l'abbreviazione S/W.

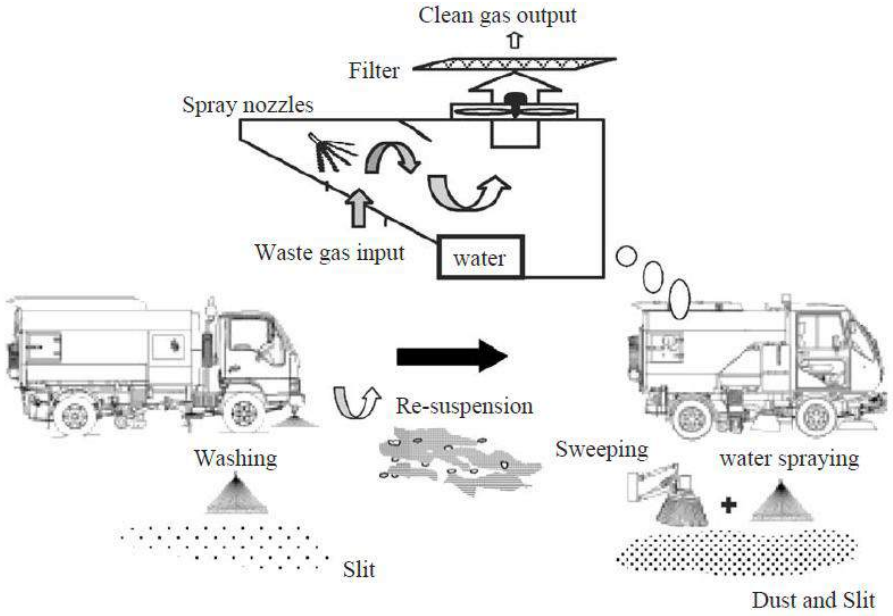


Figura 4-27: Sistema di spazzamento e lavaggio stradale implementato in Giappone e testato da un gruppo di ricercatori (Chang T-M. et al., 2005).

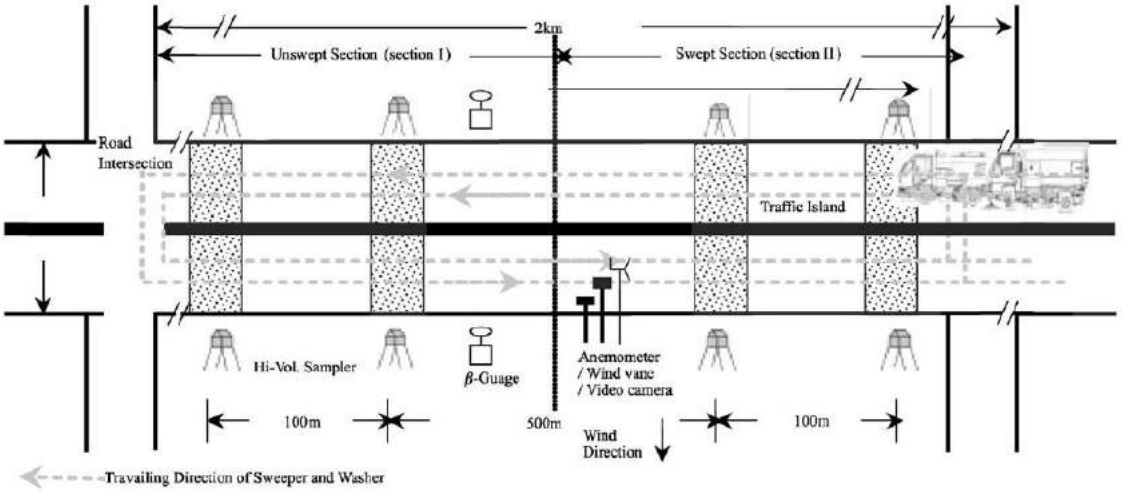


Figura 4-28: Configurazione di spazzamento e lavaggio della strada soggetta a sperimentazione in Giappone (Chang T-M. et al., 2005).

La strada scelta per le misure è a due corsie, orientata in direzione NE a SW e caratterizzata da traffico moderato, valutabile in 68 pcu/min (pcu = private car unit); la valutazione di tale intensità di traffico viene effettuata secondo la metodologia US EPA del 1996 (US EPA, 1996), appunto in pcu, definita secondo la formula:

pcu/min = 4 x (numero di camion al minuto) +
1 x (numero di auto al minuto) +
0,2 x (numero di motocicli al minuto)

Sono previste delle zone di spazzamento e lavaggio intervallate ad altre zone dove non viene effettuato nessun trattamento, come indicato nella Figura 4-28.

Le operazioni di pulizia vengono ovviamente effettuate in giorni non piovosi (escludendo anche i due giorni successivi alla precipitazione) con misurazioni in continuo del carico di sabbia (diametro inferiore a 75 µm) raccolta dalle macchine adibite alla pulizia e della concentrazione in aria ambiente di PM_{10}.

I risultati della sperimentazione con la misura dell'andamento delle concentrazioni rilevate, sia per la zona spazzata e lavata, sia per la zona non soggetta a trattamento, vengono riportati nella Figura 4-29.

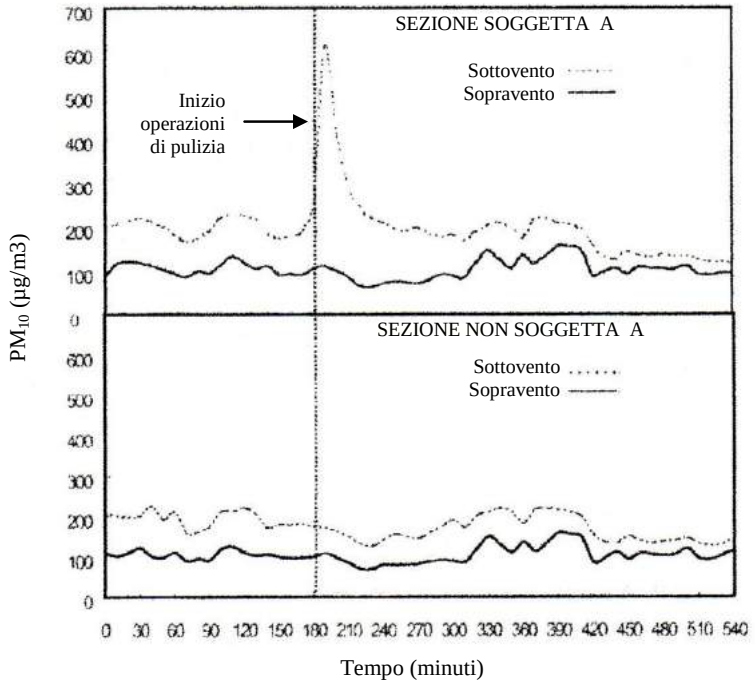


Figura 4-29: Andamento delle concentrazioni di PM_{10} rilevate durante lo spazzamento e lavaggio (grafico sopra) con confronto delle concentrazioni nelle zone adiacenti non soggette a trattamento (parte sottostante del grafico). Le condizioni di prova si riferiscono a un volume di traffico medio di 68 pcu/min e intensità media del vento di 0.7 m/s (Chou, C-M. et al., 2007).

Si può rilevare un considerevole picco di concentrazione a seguito dell'inizio dell'operazione di pulizia per un ovvio sollevamento di polveri dal manto stradale; esso comunque è seguito da una repentina diminuzione, che si realizza in modo più graduale del picco di salita, portando il valore di concentrazione entro il 70% del valore massimo in 30-40 minuti dopo spazzamento. Si nota inoltre che la diminuzione avviene ad opera del sistema di lavaggio, operazione seguente al preventivo spazzamento. Dal grafico risulta evidente come vi sia una durata limitata dei benefici derivanti dalle operazioni di spazzamento e lavaggio.

Un importante risultato ottenuto nello stesso studio è l'evidenza di una correlazione tra l'efficienza di raccolta della frazione sabbiosa per mezzo del sistema RAVS (η_s) e l'efficienza di riduzione della concentrazione di PM_{10} in aria ambiente (η_r), come riportato nella Figura 4-30.

Dalla figura è evidente come la concentrazione di PM_{10} possa essere in qualche modo relazionata e quindi controllata attraverso le operazioni di pulizia e quindi di rimozione delle particelle sabbiose (con riferimento alla granulometria inferiore a 75 µg/m3) dalle superfici pavimentate. Ecco quindi il legame tra la concentrazione di particolato e la frazione dello stesso che è depositato sulle superfici; una diminuzione del contenuto di sabbia può portare ad una diminuzione della concentrazione ambiente di PM_{10}. È importante ricordare in questa sede che la quantità di particolato risospeso da un segmento dato varia linearmente con lo specifico volume di traffico.

Un'ultima importante osservazione può essere fatta a commento del grafico riportato in Figura 4-30. Appare evidente come non vi sia una sostanziale risposta del sistema, in termini di variazione della concentrazione di PM_{10} (valori positivi di η_r), per valori di η_s inferiori a 15%. Questo implica che un sistema S/W in realtà non potrà avere successo in termini di misura di riduzione della concentrazione di particolato atmosferico qualora le efficienze di rimozione della sabbia depositata che vengono realizzate, siano basse. Gli specifici valori numerici percentuali indicati e la relativa curva di relazione sono caratteristici del sistema di pulizia implementato e quindi il grafico quivi riportato, è identificativo del sistema di pulizia RAVS + lavaggio, descritto nello studio.

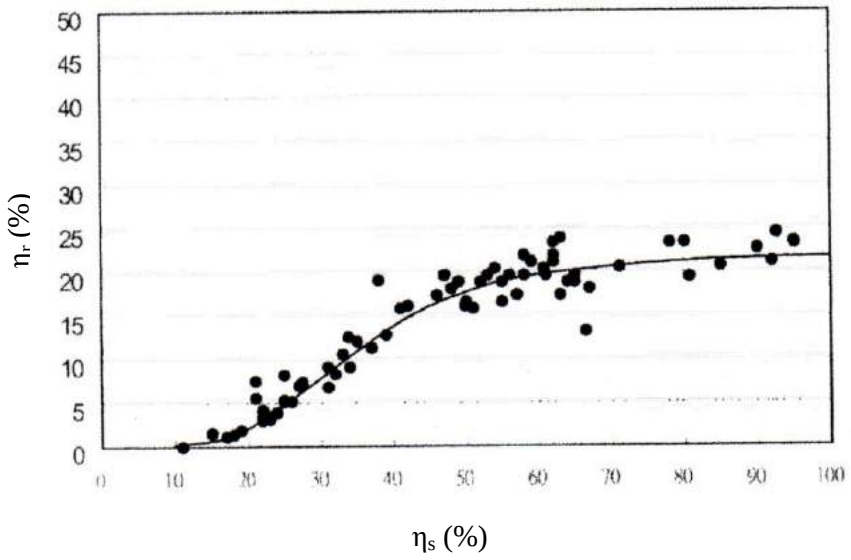


Figura 4-30: Correlazione sperimentale fra efficienza di raccolta della frazione sabbiosa per mezzo del sistema RAVS (ηs) e l'efficienza di riduzione della concentrazione di PM_{10} in aria ambiente (ηr). Le condizioni di prova si riferiscono a un volume di traffico compreso fra 15 e 156 pcu/min, intensità del vento tra 0.1 e 3.2 m/s e carico di sabbia compreso fra 0.63 e 8.0 g/m2. (Chou, C-M. et al., 2007)

La seconda esperienza riportata è quella realizzata da un gruppo di ricercatori spagnoli (Amato et al., 2009b), su di una strada caratterizzata da un traffico medio di 19000 veicoli/giorno. Si tratta di una strada a tre corsie di transito a senso unico, dotata inoltre di una corsia riservata per il transito degli autobus e di una corsia per il parcheggio di autovetture, come mostrato in Figura 4-31.

In questa esperienza sono state effettuate misure in continuo di PM_{10}, NO, NO_2, NO_x, velocità del vento e direzione, prevedendo due punti di misura, uno sopravento e uno sottovento.

Il programma di spazzamento e lavaggio viene effettuato con i mezzi schematizzati nella Figura 4-32. Il programma prevede il lavaggio notturno della strada al fine di non intralciare la circolazione e le operazioni vengono effettuate per alcuni giorni consecutivi oppure a giorni alterni secondo diverse tempistiche (per eventuali dettagli si rimanda all'articolo citato).

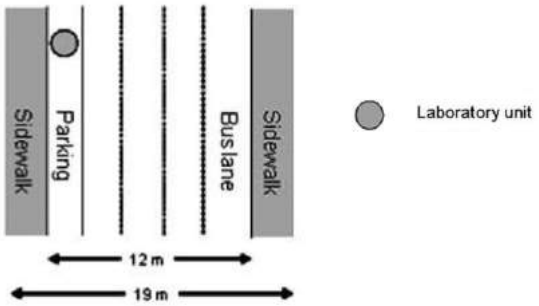


Figura 4-31: Configurazione di spazzamento e lavaggio della strada soggetta a sperimentazione in Spagna (Amato et al., 2009b).

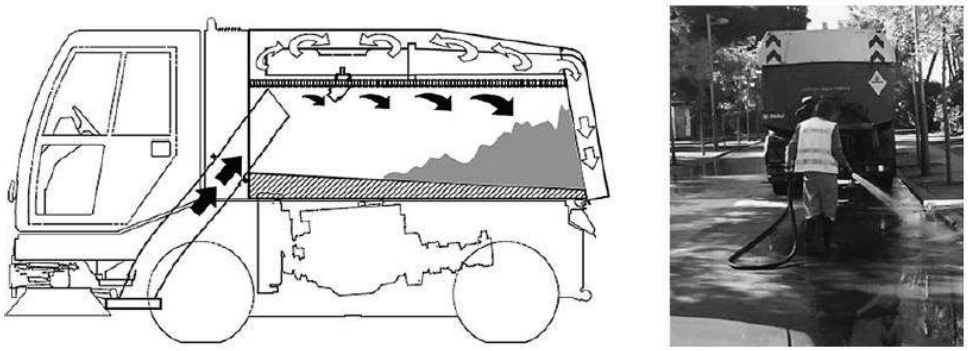


Figura 4-32: Mezzi di spazzamento (a sinistra) e lavaggio della strada (destra) soggetta a sperimentazione in Spagna (Amato et al., 2009b).

I risultati dell'esperienza dimostrano una diminuzione dei livelli di concentrazione di PM_{10} in corrispondenza dei giorni di trattamento, lungo la strada oggetto dell'intervento; nella stazione di sottovento la diminuzione della concentrazione media giornaliera è di 8.8 $\mu g/m^3$, mentre per la stazione sopravento tale diminuzione è limitata a 3.7 $\mu g/m^3$. Nonostante tali risultati positivi vanno evidenziate due criticità: in primo luogo a fronte di una diminuzione della concentrazione media giornaliera si riscontrano dei picchi di concentrazione più elevati. In secondo luogo, parte del beneficio misurato è da imputare all'effetto di condizioni meteorologiche favorevoli nella dispersione degli inquinanti. Tale frazione può essere correttamente valutata considerando le concentrazioni rilevate nelle stazioni di background che non risultano essere influenzate dalle operazioni di pulizia oggetto di studio. Scorporando i benefici determinati dalle particolari condizioni meteo (che determinano un abbassamento della concentrazione di 3.7-4.9 $\mu g/m^3$), è possibile determinare i benefici in termini di effetto imputabili alle sole operazioni di pulizia, variabili tra 4-5 $\mu g/m^3$ (7-10%) per il tratto di strada interessato.

Sarebbe stato interessante valutare, anche in questo caso, la correlazione tra efficienza di raccolta della frazione sabbiosa per mezzo del sistema RAVS (η_s) e l'efficienza di riduzione della concentrazione di PM_{10} in aria ambiente (η_r).

Da quanto scientificamente evidenziato le operazioni di spazzamento e lavaggio delle strade possono presentare alcuni vantaggi in termini di ausilio nell'abbattimento delle concentrazioni

di particolato. Nello specifico caso del Comune di Verona va ricordato che nell'anno 2006 con contributo provinciale di 210403.43 euro sono stati effettuati circa 70 lavaggi con frequenza bisettimanale nel periodo luglio/settembre 2006 mediante motrici allestite con cisterna della capacità di 7000 litri con sistema di lavaggio a bassa pressione e a gravità e con autoarticolato con cisterna da litri 28000 e con spazzatrici con sistema aspirante con filtri per abbattimento polveri sulle spazzole con portata di 5000 kg. Questo servizio è stato effettuato sia nelle direttrici ad alta densità di traffico sia nelle strade interne di penetrazione ai quartieri delle Circoscrizioni mediante il quale sono stati distribuiti quotidianamente sulle strade circa 80000 litri di acqua e raccolte dalle spazzatrici a bordo strada circa 20000 kg. di polveri miste a rifiuti. Nell'anno successivo con fondi del Comune (per un importo complessivo di 210403.43 euro) sono stati effettuati alcuni lavaggi nei seguenti periodi:
novembre/dicembre 2007 : 18 interventi
febbraio/marzo 2008: 20 interventi
febbraio/maggio 2009: 44 interventi
In questa sede appare molto difficile dare una valutazione dell'efficacia delle misure attuate nello specifico caso del Comune di Verona, in quanto non è stato implementato un correlato sistema di campionamento nei siti soggetti a pulizia. Come evidenziato dalle indicazioni scientifiche quivi riportate, l'efficienza dell'abbattimento è strettamente funzionale e dipendente dalle condizioni al contorno. Ciò implica una forte dipendenza dalla conformazione della strada, dai cicli di lavaggio adottati, dai mezzi che nello specifico effettuano il lavaggio e da molti altri fattori indicati nel citato paragrafo. Per tali motivi in questa sede non è possibile fare delle valutazioni di efficacia nel caso specifico, in quanto tali condizioni al contorno e le modalità di attuazione dell'intervento (tempi, zona di intervento, ecc.) non sono state definite. A tal proposito appare quindi importante prevedere per il futuro, l'attuazione di un sistema di misura correlato alle specifiche operazioni di pulizia per il Comune di Verona, in modo da poter accuratamente rilevare l'efficacia delle stesse su campo nello specifico contesto di applicazione.

4.3.4.5 Inquinamento nelle gallerie stradali e sistemi di ventilazione

Un altro aspetto da considerare in termini di inquinamento indotto dalla presenza di strade e quindi da traffico veicolare, è quello dell'accumulo di inquinanti all'interno di galleria. È esperienza comune, infatti, come vi sia un certo ristagno di inquinanti e un notevole aumento della polverosità che può portare, oltre a dei costi aggiuntivi di pulizia continua della struttura stradale, delle pareti e della segnaletica, anche a delle conseguenze in termini di esposizione delle persone in transito ad una certa concentrazione di inquinanti.
La modalità per il controllo degli inquinanti all'interno dei tunnel stradali è rappresentata dai sistemi di ventilazione.
Ad eccezione di tunnel di lunghezza contenuta (minore di 300 m), vengono infatti richiesti sistemi di ventilazione meccanica in modo da diminuire le concentrazioni a livelli ritenuti

accettabili (El-Fadel and Hashisho, 2001). Usualmente i sistemi di ventilazione vengono implementati con l'obiettivo primario, nella progettazione, di ridurre le concentrazioni di monossido di carbonio (CO) a livelli accettabili di sicurezza, in quanto questo assicura la diluizione delle altre specie inquinanti presenti. Numerose e varie sono le configurazioni di ventilazione atte a tale scopo, di tipo longitudinale, semi-trasversale e completamente trasversale. La scelta della tipologia di sistema di ventilazione si basa essenzialmente sia sulla lunghezza del tunnel (Tabella 4-8), che in base alla conformazione propria dello stesso, sul costo del sistema di ventilazione che in alcuni casi può essere di una certa entità. Insieme ai criteri indicati, per la scelta del sistema di ventilazione, va considerato in fase di scelta, anche il volume di traffico atteso nella strada di interesse (Müller and Steltmann, 2005).

Tabella 4-7: Tempo medio di esposizione ad una certa concentrazione di Monossido di Carbonio (CO), nei tunnels (1 ppm CO = 1.165 mg/m^3) (El-Fadel and Hashisho, 2001).

Durata di esposizione (min)	**Concentrazione massima di CO (ppm)**
15	120
30	65
45	45
60	35
15	120
30	65
45	45
60	35

Tabella 4-8: Classificazione dei tunnel e tipologia di ventilazione in funzione della lunghezza (El-Fadel and Hashisho, 2001).

Classificazione del tunnel	**Tipologia di ventilazione**	**Lunghezza del tunnel (m)**
Corto	Naturale	< 300
-	Longitudinale	< 600
-	Semi-trasversale	<1500
Lungo	Completamente trasversale	> 1500

4.3.4.5.1 Sistemi a ventilazione naturale

Nel caso di sistema a ventilazione naturale lo scambio d'aria è indotto dal vento e dall'effetto pistone creato dai veicoli in movimento all'interno del tunnel. La differenza di pressione tra il fronte e il retro dei mezzi in movimento determina una forza che agisce lungo la stessa direzione del movimento del flusso stradale. L'integrazione di queste forze con le forze di moto del traffico determinano appunto il cosiddetto "effetto pistone", il quale induce l'ingresso di aria fresca di ricambio e, allo stesso modo, la fuoriuscita dell'aria inquinata attraverso il portale di uscita.

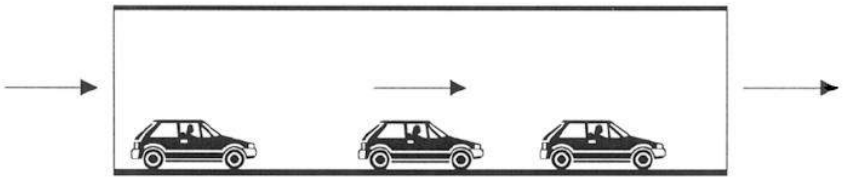


Figura 4-33: Sistema di ventilazione naturale (El-Fadel and Hashisho, 2001).

Il tasso di scambio d'aria aumenta all'aumentare della velocità dei veicoli, determinando quindi una diminuzione della concentrazione degli inquinanti. Da quanto enunciato appare evidente come affinché il sistema a ventilazione naturale sia efficiente, i due sensi di marcia devono essere realizzati in modo separato; in caso contrario le spinte risultanti tenderanno ad eliminarsi l'un l'altra, specialmente nel caso in cui le condizioni di guida siano le stesse in entrambe le direzioni.

4.3.4.5.2 Sistemi a ventilazione longitudinale

I sistemi a ventilazione longitudinale vengono usualmente utilizzati per tunnel di lunghezza inferiore ai 600 m. Con questo tipo di sistema di ventilazione la presenza di aria fresca di ricambio viene indotta in alcuni specifici punti nel tunnel; essa è basata su una tipologia di circolazione rettilinea orizzontale oppure attraverso un sistema con un apposito pozzo centrale (Figura 4-34).

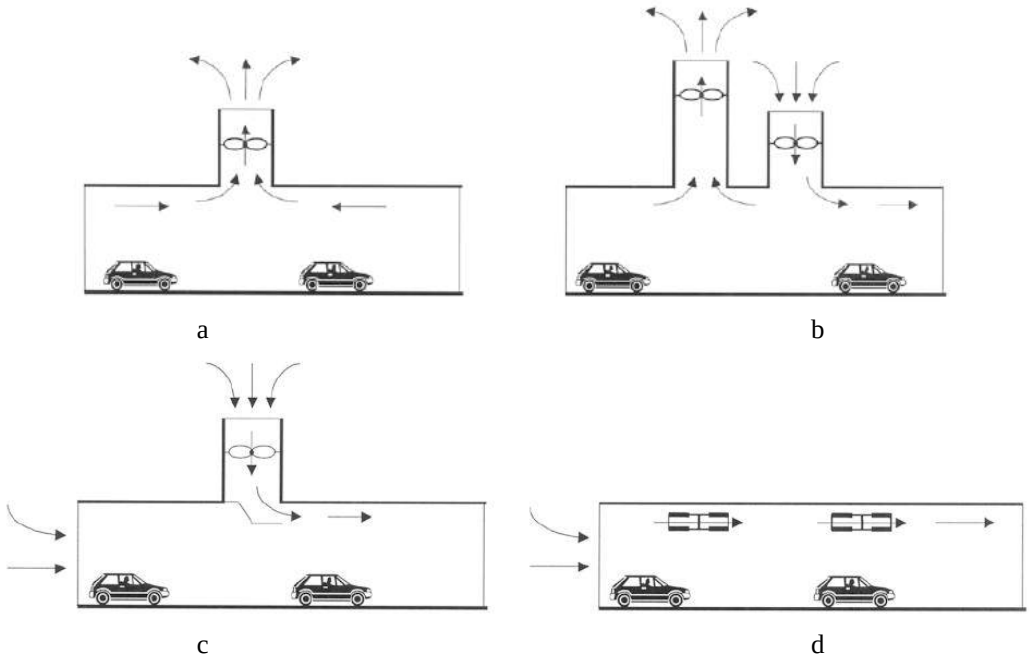


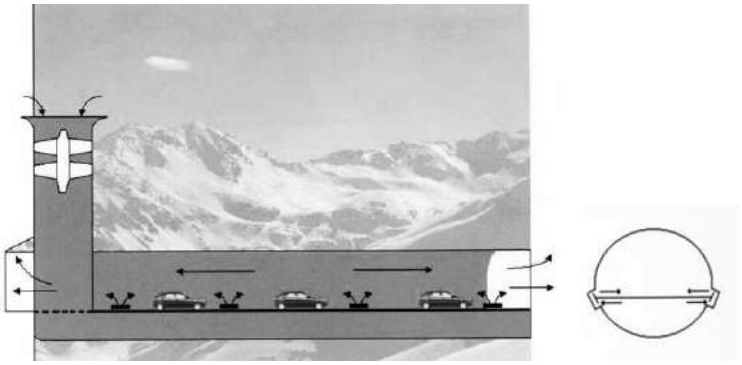
Figura 4-34: Sistema di ventilazione longitudinale: a) Tipologia a espulsione mediante pozzo centrale, b) tipologia a esplusione ed immissione attraverso pozzi verticali, c) tipologia ad immissione con boccaglio, d) tipologia assiale (El-Fadel and Hashisho, 2001).

Il sistema longitudinale diretto o a getto include il sistema assiale, riportato alla lettera d) della Figura 4-34, dove i ventilatori possono essere installati nel centro o in fondo nella parte sommitale, e il sistema a boccaglio, alla lettera c) della Figura 4-34, dove l'aria di ricambio

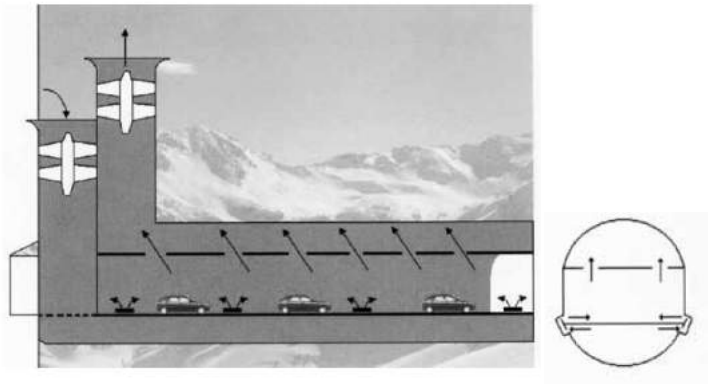
viene iniettata in direzione longitudinale in specifici punti lungo il tunnel. Nel sistema a pozzo centrale i ventilatori vengono installati in apposite costruzioni di servizio e attraverso i quali può avvenire l'iniezione e l'estrazione dell'aria; va considerato che le efficienze di questa configurazione diminuiscono nel caso di condizioni meteorologiche sfavorevoli. L'accumulo e l'elevata concentrazione di inquinanti con riferimento all'aria esausta e alle condizioni dell'aria fresca in ingresso, può portare anche ad uno sbilancio economico di funzionamento del sistema longitudinale, tale da richiedere l'implementazione di un sistema semi-trasversale.

4.3.4.5.3 Sistemi a ventilazione trasversale

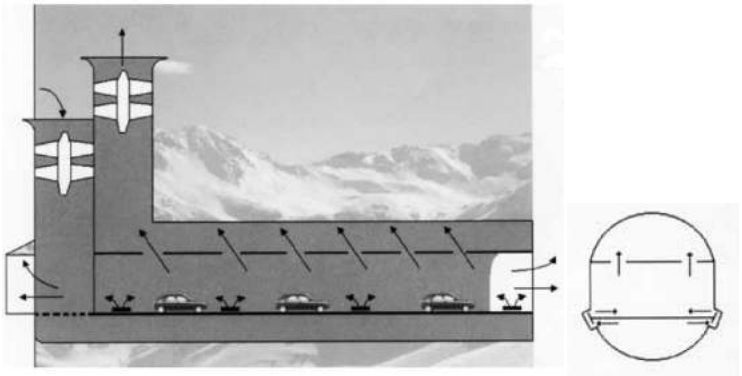
I sistemi a ventilazione trasversale vengono riportati nella Figura 4-35.



a



b



c

Figura 4-35: Sistemi di ventilazione: a) Semi-trasversale, b) Completamente trasversale, c) combinato semi-pienamente trasversale (Müller and Steltmann, 2005).

I sistemi semi-trasversali vengono usualmente progettati con la finalità di iniezione di un certo quantitativo d'aria necessario alla diluizione del carico di inquinanti presenti nel tunnel; una volta effettuata la diluizione voluta, l'aria esausta esce attraverso i portali di ingresso e di uscita in eguali proporzioni. Tale quantitativo d'aria controllato viene inserita nel tunnel attraverso una apposita conduttura separata. Rispetto al sistema longitudinale, tale sistema realizza una minore velocità di flusso longitudinale poiché l'aria può uscire attraverso entrambi i portali. Vi può essere un inconveniente nell'utilizzo di tale sistema, determinato dalla diminuzione dell'area della sezione trasversale.

Con il sistema di ventilazione completamente trasversale l'aria fresca è fornita in ciascun punto della strada nella esatta quantità in cui essa viene estratta, nel medesimo punto. Come si può notare dalla Figura 4-35 b), l'aria esausta inquinata viene estratta in modo continuo in una apposita zona posta nella parte sommitale del tunnel; da qui viene collettata attraverso un sistema unico ed inviata ad un apposito camino di eventuale trattamento ed espulsione. In una variante particolare denominata a "ventilazione trasversale ridotta", il flusso di aria indotto in uscita attraverso lo specifico canale superiore viene imposto più basso rispetto a quello fornito; l'aria in eccesso, in questo modo, viene espulsa attraverso i portali.

4.3.4.5.4 Concentrazioni di inquinanti nei tunnel stradali

La concentrazione specifica di inquinanti all'interno di gallerie è fortemente dipendente dalle sue caratteristiche (gradiente, geometria, sistema di ventilazione), dalle caratteristiche dei veicoli in transito (età, combustibile, tipologia del motore e classe del veicolo) e dai fattori operativi (velocità, condizioni di traffico stop and go, temperatura, manutenzione del tunnel, sua pulizia).

Nella valutazione delle concentrazioni di inquinanti rilevati all'interno di tunnel stradali è possibile fare riferimento ad alcune specifiche campagne di misura condotte su alcuni tunnel. In una sperimentazione condotta a Bologna e finalizzata alla valutazione dell'inquinamento indotto da autobus in transito attraverso un tunnel di lunghezza pari a 400 m, privo di sistemi di ventilazione, sono stati organizzati una serie di viaggi di bus dotati di diversa alimentazione; tali sistemi sono stati inoltre modellati attraverso un apposito sistema di simulazione. I risultati relativi agli inquinanti di interesse nello studio (particolato e IPA) vengono riportati nella Figura 4-36 (Zanini et al., 2006).

In una analoga e recente sperimentazione condotta ad Hong Kong (Mak and Hung, 2008) è stata effettuata una analisi delle concentrazioni di CO ed NO_2 all'interno di un tunnel stradale di lunghezza pari a 1430 m dotato di un sistema di ventilazione; il sistema è costituito da due tunnel gemelli in parallelo, indipendenti l'uno dall'altro, ciascuno per ogni senso di marcia. La metodologia di campionamento è del tipo "ad inseguimento di mezzi" (car chasing). In altre parole viene prevista la raccolta dei dati di qualità dell'aria in continuo caricando l'attrezzatura necessaria su di un'auto che percorre il tunnel oggetto dello studio. Poiché la qualità dell'aria all'interno del tunnel è fortemente dipendente dalle velocità di traffico medio,

tale metodologia risulta essere particolarmente utile; l'auto adibita alla raccolta delle misure andrà a seguire il veicolo che la precede conducendo alla stessa velocità. I dati misurati vengono confrontati con quelli dei tre punti di campionamento fissi installati all'interno del tunnel e con i valori stimati attraverso un modello di simulazione. In questa sede vengono riportati i risultati riferibili ai campionamenti serali (Figura 4-37); per maggiori dettagli si rimanda allo specifico studio.

Dai grafici appare evidente l'aumento della concentrazione verso l'uscita a causa dell'effetto pistone dovuto al transito dei veicoli, tanto da determinare alcuni possibili problemi di qualità dell'aria all'uscita del tunnel. È evidente la presenza di una relazione lineare della concentrazione in funzione della distanza progressiva.

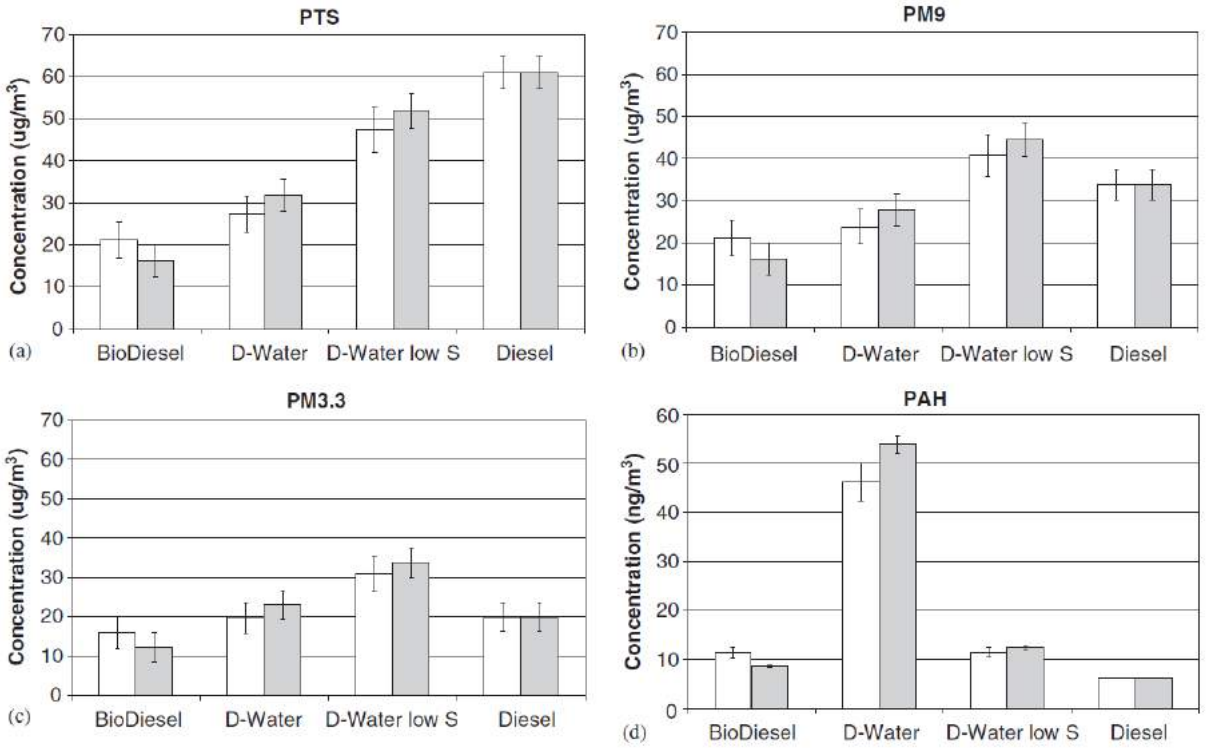


Figura 4-36: Concentrazioni rilevate all'interno di un tunnel soggetto a transiti di autobus a diversa alimentazione: confronto con le misure dirette (in bianco) con i risultati della simulazione (grigio) (Zanini et al., 2006).

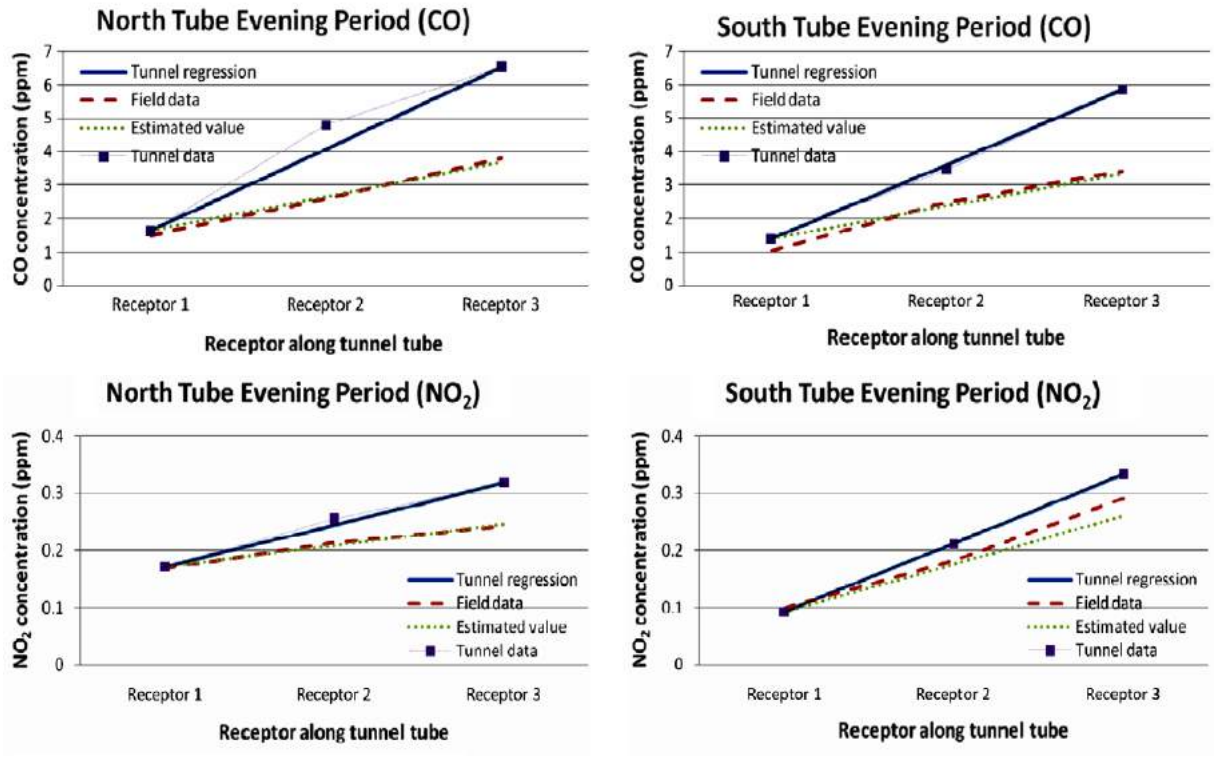


Figura 4-37: Concentrazioni di CO ed NO2 rilevate all'interno di un tunnel oggetto di una sperimentazione ad Hong Kong: in blu la regressione lineare dei tre punti di campionamento fissi all'interno del tunnel (recettore 1, 2 e 3), in verde puntinato il valore stimato mediante apposito modello previsionale, in rosso le misure su campo attraverso la metodologia "car chasing" (Mak and Hung, 2008) (1 ppm NO_2 = 1880 µg/m^3; 1 ppm CO = 1165mg/m^3).

Di notevole interesse, infine, uno studio avente come obiettivo la valutazione dell'esposizione personale condotta su alcuni soggetti in auto, con riferimento a diverse condizioni di ventilazione (aria condizionata con ricircolo, aria condizionata con ingresso di aria dall'esterno, ventilazione naturale), nel caso di guida in tunnel stradale. Gli inquinanti monitorati sono NO e CO. In tale studio si rileva che le concentrazioni maggiori vengono misurate all'uscita dal tunnel e non quando si è all'interno dello stesso. Le misure indoor condotte in auto evidenziano una certa stazionarietà nel momento in cui si transita attraverso il tunnel, mentre vi è un repentino aumento appena all'uscita dallo stesso, rimanendo a livelli considerevoli per un certo tempo non trascurabile; tale incremento è imputabile ad un certo effetto di accumulo di inquinante all'interno del veicolo. A verifica di quanto supposto nello studio, sono state eseguite in parallelo alcune misure di campionamento di qualità dell'aria attraverso apparecchiature fisse, poste all'uscita del tunnel, rilevando delle concentrazioni tipicamente superiori del 30% rispetto a quelle di ingresso (Chang and Chung, 2003).

Una menzione particolare va fatta per il particolato atmosferico. Infatti, all'interno dei tunnel, a differenza degli altri inquinanti, esso svolge un duplice impatto negativo: in termini di impatto sulla salute da esposizione e in termini di diminuzione della visibilità. Le emissioni di particolato nei tunnel consistono principalmente in particolato primario da emissione degli scarichi dei veicoli in transito derivanti da combustione incompleta dei motori, in particolato

da consumo di pneumatici e rottura degli stessi e anche da reazioni che coinvolgono le specie gassose HCs, NO_x ed SO_2.

Nella Tabella 4-9 vengono riassunte alcune indicazioni finalizzate alla minimizzazione e al controllo degli inquinanti nei tunnel stradali.

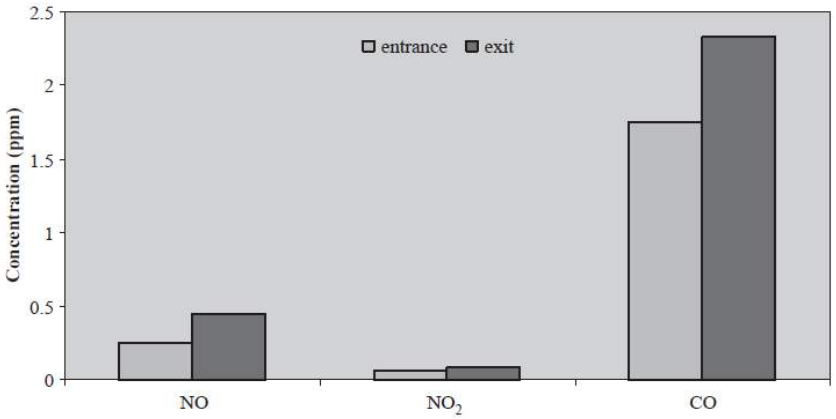


Figura 4-38: Concentrazioni di NO, NO_2 e CO rilevate all'ingresso e all'uscita di un tunnel (Chang and Chung, 2003).

Tabella 4-9: Sommario di alcune misure di controllo dei livelli di inquinante all'interno di tunnel (El-Fadel and Hashisho, 2001).

Categoria	Parametro	Misura di riduzione
Caratteristiche del tunnel e condizioni operative	Geometria	• Costruzione di un sistema di separazione (muro o pannelli) per la divisione del tunnel in due sensi di marcia, in modo tale da aumentare il cosiddetto "effetto pistone".
	Ventilazione	• Modificare il sistema di ventilazione. • Aumentare l'efficienza del sistema di ventilazione presente.
	Caratteristiche del tunnel	• Prevedere appositi programmi di pulizia della polvere e del particolato deposto sulle pareti del tunnel, il quale può essere rimesso in circolazione in aria a causa del flusso determinato dal transito dei veicoli o a seguito dell'aumento della velocità del vento. • Prevedere regolari ispezioni e manutenzioni del sistema di ventilazione e di illuminazione del tunnel.
Caratteristiche del parco veicoli e condizioni operative	Età e combustibile Tipologia di motore	• Proibire il transito ai vecchi veicoli diesel • Proibire o limitare il transito ai veicoli pesanti ad alimentazione diesel.
	Quantità di combustibile	• Imporre l'utilizzo di combustibili a basso tenore di zolfo. • Controllo della frazione aromatica del combustibile.
	Velocità	• Sviluppare un efficace sistema di gestione del traffico

	Traffico "Stop and go"	e distribuzione dello stesso, che tenga in considerazione i picchi di flusso attraverso il tunnel. • Installazione di misuratori di inquinanti all'interno del tunnel i quali siano collegati ad un sistema di avviso ai passeggeri prima che gli stessi entrino nel tunnel.
	Ispezione, manutenzione e standard di emissione	• Sviluppare un sistema obbligatorio efficace per l'ispezione e manutenzione dei veicoli, un apposito programma di manutenzione; controllo degli standard di qualità dell'aria all'interno del tunnel. • Restrizioni nel transito nel caso di veicoli non catalitici.

Fra le azioni innovative finalizzate alla diminuzione dell'inquinamento all'interno dei tunnel stradali vi è l'applicazione di una pittura fotocatalitica sulla volta di un tunnel, nel Traforo Umberto I a Roma.

La Galleria in oggetto, è lunga circa 348 m, larga 17 m e alta 9 m; l'intervento di sistemazione è durato circa un mese. Al fine di ottimizzare l'azione della pittura fotocatalitica è stato installato un impianto di illuminazione specifico. L'opera è oltretutto un ottimo esempio di partnership tra il pubblico e il privato: l'intervento, fortemente voluto dal Comune di Roma, è stato finanziato da Italcementi e Calci Idrate Marcellina.

Figura 4-39: Zona dell'intervento tunnel (Italcementi, 2009).

Nell'agosto 2007 la galleria è stata sottoposta a lavori di restauro per un mese, durante i quali 9000 m² di volta sono stati rivestiti con apposita vernice cementizia ed è stato installato un impianto di illuminazione finalizzato all'ottimizzazione dell'azione della pittura fotocatalitica. Prima e dopo la ristrutturazione della galleria è stata fatta una campagna di monitoraggio per rilevare la variazione del livello di inquinamento. Nello specifico sono state eseguite due campagne di monitoraggio, prima e dopo i lavori di ristrutturazione della galleria, per un periodo di tempo pari a tre settimane per ciascuna campagna.

Sono stati monitorati:

- valori NO_x (NO, NO_2);

- condizioni meteoclimatiche (temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica e velocità del vento) e anche le condizioni di luce all'interno e all'esterno della galleria (UVA, UVB, RAD, Lux);
- numero di veicoli/ora.

Inoltre, per poter effettuare un confronto tra i vari valori medi di NO_x calcolati in diversi punti della galleria, sono stati elaborati anche i dati ufficiali dell'ARPA Lazio relativi all'area circostante la galleria.

All'interno della galleria, i parametri principali da prendere in considerazioni per la variazione del livello di inquinamento, sono stati il volume del traffico e la velocità del vento. Considerando i valori assoluti calcolati a livello numerico, è stata rilevata una riduzione di NO_x superiore al 20%. In particolare, al centro della galleria dopo i lavori di ristrutturazione, sono stati calcolati i seguenti valori:

- una riduzione del 25% dei valori di NO;
- una riduzione del 23% dei valori di NO_x;
- una riduzione del 19% dei valori di NO_2.

Tuttavia, dato che i valori di inquinamento registrati nella città di Roma nella seconda campagna (settembre-ottobre 2007) erano superiori ai corrispondenti valori di luglio 2007 (secondo l'ARPA), è stato calcolato che l'effetto reale di disinquinamento indotto dal sistema (vernice + impianto di illuminazione) fosse maggiore dei valori sopra citati (del 20-25%).

Alla luce di quanto sopra, in base all'approccio statistico applicato alla valutazione dei dati, la riduzione del livello di inquinamento al centro della galleria risulta essere maggiore del 50% (gli abbattimenti calcolati vanno dal 51% al 64%). Inoltre, un altro importante effetto derivato dalla degradazione fotocatalitica dei gas inquinanti, è la riduzione dei picchi di inquinamento (valori singoli) osservati per tutti i gas NO_x, confermati anche dal calcolo statistico della varianza per la popolazione di dati. Il trattamento fotocatalitico della volta permette quindi di ridurre il livello di inquinamento con prestazioni di poco inferiori a quelle ottenibili all'esterno.

Un mirato approfondimento potrebbe tradurre le efficienze di rimozione in quantità di inquinante rimosse annualmente e in riduzione dell'esposizione della persona a tale inquinante.

Figura 4-40: Foto del tunnel “Umberto I” a Roma, soggetto ad intervento (www.italcementi.it).

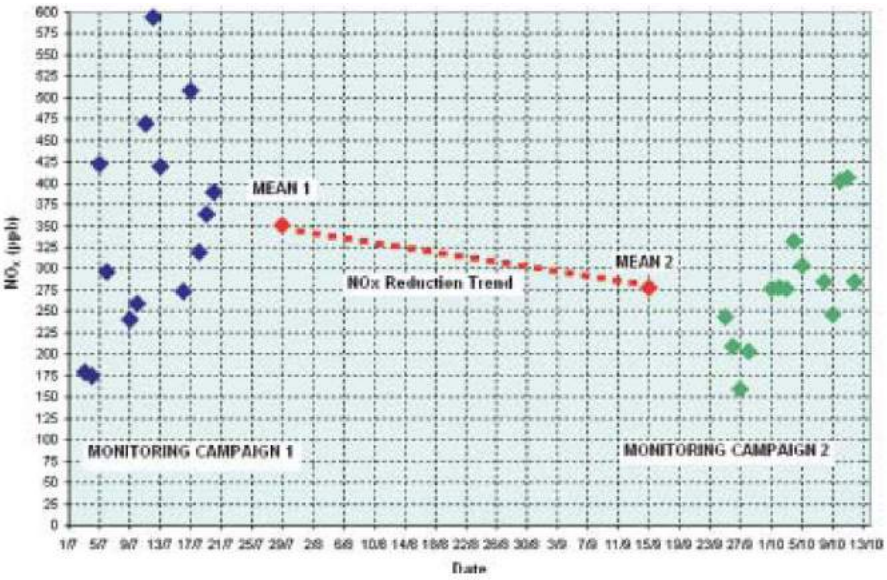


Figura 4-41: Grafico dei risultati della campagna sul tunnel "Umberto I" a Roma (Italcementi, 2009).

In ragione di quando evidenziato è possibile dare alcune indicazioni circa l'implementazione di opportuni sistemi di ventilazione delle gallerie e circa le misure atte al contenimento degli inquinanti, nonché su eventuali criticità che possono sfuggire nell'implementazione su territorio.

A tal proposito, anche attraverso il confronto con i Comuni, si è evidenziata una criticità nel tunnel della SS434 all'altezza di San Giovanni Lupatoto, dovuta ad una lunghezza considerevole e una concomitante assenza di sistemi di ventilazione. Tale circostanza suggerisce di implementare un sistema idoneo a favorire una adeguata ventilazione come da indicazione della Tabella 4-8. Dal momento che la lunghezza del tunnel in oggetto è di poco inferiore ad 1 km di lunghezza (912 m), sulla base dei criteri evidenziati in Tabella 4-8, risulta opportuno prevedere un sistema di ventilazione di tipo semi-trasversale.

Inoltre, da quanto evidenziato sopra, in presenza di tunnel con un'unica direzione di marcia si riscontra un aumento dell'effetto "pistone di ventilazione". Ciò consiglia di prevedere per il tunnel in esame, un setto o parete di separazione fra le due carreggiate corrispondenti ai due sensi di marcia.

Non va comunque trascurato l'effetto negativo che, in caso di detta suddivisione, deriva dalla concentrazione di inquinanti in uscita da ciascun tunnel per ogni senso di marcia, come evidenziato dagli specifici studi quivi menzionati e descritti (Figura 4-38).

Analoghe considerazioni si applicano al caso di gallerie la cui esecuzione è in corso di progettazione. Particolare attenzione andrà posta alla valutazione degli effetti a carico della qualità dell'aria a seguito della costruzione della collegamento stradale per il completamento dell'anello circonvallatorio a nord della città di Verona (comunemente detto "Traforo delle Torricelle"). Nell'ambito di tale valutazione andranno in particolare valutati con attenzione:

1. le emissioni di inquinanti valutabili sulla base dei flussi di traffico attesi, nella loro articolazione temporale (diurna/notturna, settimanale, stagionale) e in base alla tipologia dei veicoli in transito;
2. gli effetti di accumulo degli inquinanti derivanti dalla conformazione della sede stradale, con particolare riguardo ai tratti in galleria e ai tratti in trincea;
3. gli effetti di incremento del rischio per la salute della popolazione residente nelle vicinanze del tracciato, con particolare riguardo alle strutture che ospitano fasce di popolazione più vulnerabile (asili, scuole, case di cura, case per anziani) e alle zone poste in prossimità degli sbocchi delle gallerie o dei condotti di aerazione nonché ai bordi dei tratti in trincea.

4.3.5 Predisposizione e utilizzo di strumenti di previsione della qualità dell'aria a supporto dell'adozione di misure (a breve, a medio e lungo termine).

4.3.5.1 Premessa

Le misurazioni della qualità dell'aria, anche in ragione del notevole impegno di risorse che normalmente richiedono, vanno accuratamente pianificate, organizzate, gestite e valorizzate attraverso una approfondita analisi dei dati. In particolare, devono essere principalmente effettuate nelle aree in cui vi sia il rischio di superamento dei limiti. Tale rischio, peraltro, deve essere valutato con una adeguata analisi basata su elementi oggettivi. La rete di rilevamento fissa va quindi predisposta in modo tale da offrire il quadro della qualità dell'aria nelle zone del territorio provinciale maggiormente esposte agli effetti dell'inquinamento, che possono essere identificate sulla base dell'ubicazione delle fonti di emissione più significative. Per le altre zone del territorio con minore quantità complessiva di emissione e quindi più bassa priorità di intervento sarà necessario prevedere, come peraltro già fatto nel passato, campagne di misura organizzate in modo tale da consentire un giudizio di massima sul grado di inquinamento. Naturalmente la frequenza e la dislocazione spaziale delle campagne di misura influenzano l'accuratezza dello scenario che si può ottenere; in alternativa o come complemento sono utili le stime della qualità dell'aria tramite l'utilizzo di modelli di dispersione degli inquinanti.

Le concentrazioni rilevate devono essere quindi rese rappresentative di intere aree. In tal caso si può far ricorso all'interpretazione dei dati con l'ausilio di tecniche di stima e l'eventuale adozione di modelli matematici. Tale analisi dovrebbe consentire di giungere ad una migliore determinazione della qualità dell'aria in ogni punto del territorio provinciale. Per questo scopo vanno considerati sia i dati meteorologici sia quelli emissivi. Dall'inventario delle emissioni si deducono le emissioni in atmosfera e la loro localizzazione sul territorio; esso contiene le informazioni necessarie per la determinazione delle fonti emissive maggiormente responsabili dell'inquinamento atmosferico e consente quindi l'individuazione dei provvedimenti di riduzione delle emissioni e, al contempo, la spazializzazione del carico

inquinante. A questi elementi si deve poi aggiungere il contributo di inquinamento prodotto dal trasporto su scala regionale degli inquinanti o altri fenomeni naturali non sempre facilmente quantificabili.

Prevedere l'utilizzo in maniera operativa e generalizzata dei modelli di dispersione degli inquinanti per valutazioni di breve-medio termine su scala sovracomunale comporta quindi una fase di acquisizione di dati meteorologici, territoriali ed emissivi omogenei; questo rappresenta la condizione necessaria per l'approntamento di una catena modellistica operativa. La scelta del modello di dispersione di inquinanti da utilizzare sarà poi eseguita anche in funzione della tipologia e accuratezza della base dati disponibile. A titolo di esempio e senza pretesa di completezza, si citano come modelli numerici riconosciuti per il calcolo della dispersione di inquinanti dalla scala locale a quella provinciale: ISC, AERMOD, AUSTAL, CALPUFF. Si noti anche che, in ambiti territoriali più ristretti (es. l'area urbana), la simulazione di particolari fenomeni di inquinamento al fine di individuarne l'estensione sul territorio può fornire risultati attendibili e può essere utilizzata per valutare l'efficacia di provvedimenti di riduzione delle emissioni.

La modellazione statistica o numerica trova evidentemente un limite oggettivo in presenza di morfologia complessa, dove è necessaria una grande mole di dati di vario tipo. Le stesse limitazioni riducono la rappresentatività di indagini e campionamenti e la conseguente interpretazione dei dati.

Lo studio e la gestione della qualità dell'aria possono avvalersi anche di un valido aiuto costituito dai modelli di simulazione. I riferimenti tecnici normativi da utilizzare nella scelta delle metodologie sono essenzialmente i seguenti:

- Norma UNI 10796: Valutazione della dispersione in atmosfera di reflui aeriformi - Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici.
- Norma UNI 10964: Guida alla selezione dei modelli matematici per la previsione di impatto sulla qualità dell'aria.

I modelli matematici pongono in relazione, risolvendo sistemi di equazioni dinamiche con opportune parametrizzazioni dei processi fisico-chimici, le grandezze meteorologiche, le emissioni e la concentrazione degli inquinanti. In generale modelli di questo tipo possono essere sviluppati per la descrizione di episodi di inquinamento su scala regionale. Dal punto di vista operativo le principali limitazioni per il loro utilizzo su tale scala consistono nelle considerevoli risorse di calcolo necessarie e nella mole di dati in ingresso richiesti, quali un inventario delle emissioni disaggregato nello spazio e nel tempo, contenente tutte le specie chimiche coinvolte nei processi di inquinamento, i campi meteorologici comprensivi di tutte le grandezze che controllano la dispersione, le condizioni iniziali ed al contorno. Lo sviluppo di modelli deterministici che trattano in modo completo l'insieme dei processi atmosferici legati alla formazione, trasporto deposizione e rimozione dell'aerosol atmosferico è pertanto

un settore in continua evoluzione, anche in ragione della sempre crescente disponibilità di risorse di calcolo e al progresso nella comprensione dei processi fisici.
In fase di implementazione del modello è necessario precisare, oltre alle schematizzazioni fisiche ed agli strumenti di calcolo, l'insieme delle informazioni necessarie (variabili di ingresso, dati al contorno). La qualità dei risultati ottenuti è strettamente connessa con la quantità e qualità delle informazioni a disposizione. In ogni caso è opportuno basarsi su informazioni derivanti da conoscenze pregresse in relazione al problema specifico, nonché sui risultati di eventuali misure sperimentali, al fine di aumentare la certezza del risultato. La simulazione dei processi di dispersione in atmosfera richiede una sufficiente conoscenza del campo di moto, nonché delle condizioni di stabilità atmosferica tramite modelli che risolvono numericamente le equazioni che governano i moti atmosferici, utilizzando opportune parametrizzazioni per i processi di microscala non simulati. In ogni caso la complessità dei fenomeni meteorologici e l'ampio spettro di scale che occorre risolvere per una simulazione dettagliata dei moti atmosferici rendono oggi impossibile una simulazione adeguata a tutte le scale.
Occorre perciò utilizzare modelli che risolvano specifiche scale del moto, eventualmente ricorrendo al cosiddetto procedimento di "nesting" che consiste nello sviluppo in cascata di modelli a scala più piccola entro le griglie di calcolo di modelli a scala più grande. Tali modelli effettuano una previsione sulla evoluzione delle condizioni meteorologiche sulla base di determinate condizioni iniziali e al contorno. In sequenza possono essere adottati i cosiddetti modelli diagnostici, che effettuano l'integrazione con i dati raccolti da reti di stazioni fisse o nell'ambito di alcune campagne di misura. Questi permettono di stimare il valore della grandezza da valutare, in un determinato punto della regione, in termini di una media pesata dei valori della variabile noti nei punti di misura.
È pertanto complesso prevedere l'utilizzo generalizzato dei modelli di dispersione degli inquinanti su scala provinciale; è sensato utilizzare queste tecniche per la determinazione delle concentrazioni di lungo periodo. D'altra parte, in ambiti territoriali più ristretti, la simulazione di particolari fenomeni di inquinamento al fine di individuarne l'estensione sul territorio dà risultati attendibili e può essere utilizzata per predire l'efficacia di provvedimenti di riduzione delle emissioni. La modellazione statistica o numerica trova evidentemente un limite oggettivo in presenza di morfologia complessa, dove è necessaria una grande mole di dati di vario tipo. Lo stesso dicasi per la rappresentatività di indagini e campionamenti con relativa interpretazione dei dati ed eventuale stima obiettiva.
Questo quadro può apparire a prima vista puramente teorico; tuttavia la crescente disponibilità e flessibilità di risorse per il monitoraggio non solo delle variabili che caratterizzano i fenomeni ambientali, e in particolare atmosferici, ma anche dei processi relativi alle sorgenti di inquinanti (emissioni da sorgenti fisse, traffico, varie attività economiche, ecc.) rende sempre più fattibile, ed economicamente sempre meno onerosa, la realizzazione di sistemi che integrino ed elaborino con continuità, anche in tempo reale, le informazioni disponibili, da

diverse fonti e con modalità diverse, sullo stato della qualità dell'aria e sulla sua evoluzione, e consentano una visualizzazione della situazione da parte di chi è preposto all'adozione di misure e di politiche finalizzate alla tutela della qualità dell'aria. A queste si aggiungono appunto gli strumenti di simulazione delle concentrazioni mediante modelli numerici implementati in codici su sistemi di calcolatori. Tali modelli riproducono l'evoluzione delle variabili rappresentative della qualità dell'aria (emissioni, concentrazioni degli inquinanti, effetti sulla salute) a partire dalle condizioni iniziali e al contorno, così come determinabili sulla base di una serie di informazioni in ingresso (dati meteorologici aggiornati, condizioni del traffico e di altre attività responsabili di emissioni, distribuzione ed esposizione della popolazione, ecc.).

Va tuttavia sottolineato che la crescente, e sempre meno costosa, disponibilità di tali risorse non deve indurre ad un loro uso poco ponderato: gli strumenti affinati che si rendono via via disponibili richiedono anche una accurata valutazione di, tempi, modi e costi in relazione agli obiettivi e, in ultima analisi, ai benefici attesi.

Inoltre una valorizzazione ottimale delle varie risorse (di monitoraggio e di simulazione) richiede un loro uso integrato supportato da una organizzazione accurata ed efficiente, onde evitare che il venir meno di un segmento pregiudichi il buon esito di tutta una intera procedura articolata (si pensi, nel caso presente, alla mancata disponibilità dell'inventario delle emissioni INEMAR prima e durante l'elaborazione del presente PQA, che ha per esempio pregiudicato l'utilizzo su tutta l'area in esame e per tutte le emissioni, della modellazione di cui sopra, inizialmente pianificata).

Tali sistemi possono essere integrati con altri sistemi di monitoraggio e controllo già esistenti. A tal proposto si riportano due esempi.

4.3.5.2 Il Sistema Integrato per la gestione della Mobilità e della Sicurezza del Comune di Verona

Un primo esempio è offerto dal sistema di monitoraggio e controllo del traffico recentemente implementato dal Comune di Verona.

Presso il Centro di Responsabilità Mobilità e Traffico è stata allestita la Centrale per il controllo del traffico, con la quale vengono monitorati e gestiti tutti i complessi sistemi telematici utilizzati per il governo della viabilità e della sicurezza stradale. La Centrale è strutturata in modo tale da operare direttamente sul campo attraverso numerose postazioni informatiche ciascuna delle quali è in grado di interagire in tempo reale con i sistemi periferici disposti su strada.

Inoltre integra sia i sistemi telematici, che per primi sono stati realizzati dal settore Mobilità, come il controllo elettronico degli accessi alla ZTL, sia tutti i nuovi sistemi alcuni ancora in avanzato stato di completamento.

Tutto si basa sul Sistema Integrato per la gestione della Mobilità e della Sicurezza realizzato allo scopo di integrare in un'unica piattaforma integrata i diversi sottosistemi che sono già stati installati e anche quelli che via via in futuro verranno implementati.
Grazie ad esso, la Centrale per il controllo del traffico può operare con i seguenti strumenti:

1. Sottosistema di centralizzazione semaforica (Urban Traffic Control): il sottosistema consente di coordinare a livello centralizzato i flussi di traffico mediante regolatori semaforici di nuova generazione tecnologicamente avanzati (coordinamenti di direzione, scenari ad attivazione automatica, programmazione a calendario, ecc.).;
2. Sottosistema di monitoraggio del traffico (Automatic Vehicle Classification): essenziale per il monitoraggio e la gestione della rete è l'installazione e l'utilizzo di stazioni di misura che 24 ore su 24 registrano nelle principali vie d'accesso alla città tutto il traffico veicolare sia in ingresso sia in uscita, conteggiando i transiti e suddividendoli per classe (moto, auto, furgoni, tir, ecc.);
3. Sottosistema di pannelli a messaggio variabile (Variable Message System): comprende diverse famiglie di strumenti utilizzati per fornire all'utenza in tempo reale informazioni sullo stato di servizio della rete:
    - Indirizzamento ai parcheggi: fornisce attraverso tabelle elettroniche la disponibilità di posti nei principali parcheggi cittadini;
    - Comunicazioni di servizio all'utenza: è costituito dai pannelli a messaggio variabile disposti agli ingressi della città con la funzione di avvisare di eventi o limitazioni legate alla circolazione stradale nel centro abitato;
    - Avvisi locali per gli accessi alla ZTL: è uno dei sistemi più apprezzati e cioè piccoli pannelli disposti ai varchi d'accesso alla ZTL con la funzione di aumentare la percezione da parte degli utenti della presenza del varco elettronico e della possibilità di accedere liberamente nelle fasce orarie consentite per tutti;
4. Sottosistema di controllo accessi a zone a traffico limitato (Automatic Vehicle Identification): è il sistema di controllo degli accessi alla ZTL (Zona a Traffico Limitato) realizzato dal 2005 che ha la funzione di deterrente nei confronti della pressione veicolare di attraversamento nella piccola area delimitata dall'ansa dell'Adige.
5. Sottosistema per la videosorveglianza del traffico (Closed Circuit Television): si compone di telecamere digitali poste in corrispondenza dei principali incroci semaforizzati allo scopo di osservare dalla Centrale lo stato del traffico, le congestioni e gli eventuali incidenti per darne immediata comunicazione all'utenza attraverso i pannelli informativi.

Il sistema include un modulo aggiuntivo "Qualità dell'Aria", sviluppato da ARIANET di Milano. Questo modulo fornisce nei punti di misura ai varchi della ZTL, sulla base delle informazioni sul numero e sulla categoria dei veicoli in transito, una stima delle emissioni, e una simulazione delle concentrazioni dei vari inquinanti sulla base delle condizioni meteo. In

linea di principio il modulo può essere esteso fino a comprendere ulteriori aree coperte da nodi del sistema di controllo del traffico.

4.3.5.3 Il sistema NINFA

Un ulteriore esempio è offerto dal già esistente e collaudato modello NINFA (Network dell´Italia del Nord per previsioni di smog Fotochimico e Aerosol) gestito dal Servizio IdroMeteoClima dell'Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente della regione Emilia Romagna.

NINFA si basa sulla versione regionale del modello di trasporto chimico Chimere (Bessagnet et al., 2004), abbinata al modello meteorologico LAMI. Il sistema, implementato e gestito da ARPA-SIM, produce ogni giorno mappe di concentrazione di PM_{10}, ozono ed NO_2, per il giorno precedente (analisi) e le successive 72 ore (previsione).

Il modello chimico Chimere è un modello euleriano di trasporto chimico, progettato sia per produrre previsioni quotidiane di ozono, polveri ed altri inquinanti, sia per realizzare simulazioni di lungo termine per l'analisi di scenari emissivi. Può essere implementato su domini di integrazione molto diversi, dalla scala continentale (qualche migliaio di chilometri) alla scala regionale (100-200 km), con una risoluzione orizzontale compresa tra 100 e 1-2 km. Chimere riproduce i principali fenomeni che riguardano gli inquinanti atmosferici: emissione, diffusione, trasporto, reazioni chimiche, deposizioni. Nel sistema NINFA, il dominio di integrazione di Chimere copre l'intero Nord Italia: ciò consente al modello di tenere conto delle circolazioni a scala locale nella Pianura Padana, che influenzano pesantemente il trasporto e la dispersione di inquinanti. La scelta di una risoluzione orizzontale di 10 km permette di utilizzare inventari di emissione e dati meteorologici omogenei nell'intero dominio, e aiuta a mantenere tempi di calcolo ragionevolmente brevi.

Il modello meteorologico LAMI[a] è la versione italiana del modello non-idrostatico ad area limitata Lokal Modell. Implementato e gestito da ARPA-SIM, il modello produce due volte al giorno previsioni meteorologiche per tutta l'Italia, con una risoluzione orizzontale di 7 km. Per generare i file di input necessari al modello Chimere, ARPA-SIM ha realizzato un'opportuna interfaccia: valori orari di temperatura, vento, pressione, umidità dell'aria, copertura nuvolosa, flussi superficiali e umidità del suolo sono passati direttamente a Chimere, mentre il contenuto d'acqua delle nubi, l'altezza di rimescolamento e la velocità d'attrito sono ricalcolati mediante schemi parametrici. Per la simulazione di analisi (relativa al giorno precedente), NINFA usa i campi prodotti dal ciclo di assimilazione di LAMI, mentre per le previsioni (relative alle successive 72 ore) utilizza i campi previsti da LAMI nella sua corsa delle ore 0 (ora di Greenwich).

I dati sulle emissioni si basano sull'Inventario Nazionale relativo all'anno 2000, elaborato dal Centro Tematico Nazionale Atmosfera Clima Emissioni (www.inventaria.sinanet.apat.it).

[a] http://cosmo-model.cscs.ch/public/various/operational/arpa/operationalAppsARPA.htm

Esso copre il Nord Italia con una risoluzione di 5 km e descrive le emissioni di particolato, composti organici volatili, ammoniaca, ossidi di azoto e di zolfo, monossido di carbonio, da tutte le sorgenti antropiche (industriali, trasporti, civili, ecc.). Le emissioni di particolato distinguono due classi granulometriche (< 2.5 μg e comprese tra 2.5 e 10 μg), mentre i composti organici volatili sono ripartiti in 199 specie in base ai profili di speciazione suggeriti da UK-NAEI; per le emissioni biogeniche, viene invece utilizzato l'inventario realizzato dagli stessi sviluppatori di Chimere, e disponibile sul sito web del modello. Il contributo delle emissioni biogeniche e delle sorgenti emissive puntuali (centrali termoelettriche, grossi impianti industriali,…) tiene conto anche di alcune grandezze meteorologiche come stabilità atmosferica e temperatura.

Le concentrazioni di inquinanti ai bordi del dominio di integrazione di Chimere sono fornite dal sistema modellistico per la qualità dell'aria PREV'AIR (www.prevair.org). Anche PREV'AIR è basato su Chimere, tuttavia utilizza i campi meteorologici prodotti dal modello MM5. Tale sistema è gestito in modalità operativa quotidiana da INERIS (www.ineris.fr), su un dominio che copre gran parte dell'Europa con una risoluzione di 50 km. I due sistemi modellistici (NINFA a scala regionale e PREV'AIR a scala continentale) sono quindi piuttosto simili, e possono essere integrati fra loro senza introdurre grosse inconsistenze: nell'implementazione operativa, NINFA usa come condizioni al contorno i campi tridimensionali di concentrazione di 23 specie gassose e di 47 specie di aerosol prodotti da PREV'AIR.

4.3.5.4 Osservazioni

I due esempi citati sono stati scelti per la prossimità all'area di interesse e per la collaudata operatività. Estensioni e adattamenti degli stessi, o eventuali nuovi strumenti possono esser progettati, installati e gestiti in maniera operativa a seconda degli obiettivi e delle risorse disponibili.

Occorre quindi anzitutto valutare a quali politiche lo strumento è finalizzato, sia per quanto riguarda i tempi (ossia se alle gestione di misure a breve, a medio o a lungo termine) sia gli ambiti territoriali (scalo cale, intercomunale, provinciale, regionale o sovraregionale). A seconda di queste opzioni, gli strumenti possono richiedere implementazioni molto diverse (risoluzione spaziale, dettaglio delle simulazioni dei processi, ecc.).

Inoltre è indispensabile definire i ruoli dei diversi soggetti coinvolti, ed in particolare:

a. chi sono i destinatari finali dei risultati del modello e come i risultati del sistema possono esser veicolati, anche per l'adozione di misure conseguenti;

b. chi può svolgere il ruolo di gestore operativo dello stesso;

c. quali sono i dati in ingresso necessari alla effettuazione delle simulazioni e quali sono i canali attraverso i quali i dati confluiscono al sistema di acquisizione.

È evidente che si tratta di un investimento su uno strumento tecnologicamente avanzato per il supporto alle decisioni, e come tale richiede la valutazioni dei costi di progettazione,

implementazione, collaudo, esercizio e aggiornamento, nonché la disponibilità di personale qualificato sia per lo sviluppo e l'aggiornamento, sia per l'esercizio.

4.3.6 Indicazioni per lo sfruttamento della risorsa geotermica

Per quanto riguarda la valutazione delle potenzialità dello sfruttamento della risorsa geotermica si rileva come nel documento "Fonti rinnovabili di energia – Potenzialità ed applicazioni in Provincia di Verona" (ARPAV, 2004) vengano indicate alcune aree che potrebbero presentare un interessante potenziale. Tali aree idrotermali di Verona possono essere divise in tre parti: l'area benacense, l'area di Sant'Ambrogio di Valpolicella e Pescantina e l'area pedemontana.
In realtà, come indicato nello stesso rapporto quivi citato, "i dati esistenti e le aree individuate sul territorio danno informazioni incomplete e parziali delle potenzialità di utilizzo della risorsa geotermica" . Infatti, "le profondità differenti dei punti di campionamento, l'assenza di perforazioni in zone potenzialmente interessanti, le diverse falde interessate all'emungimento di acqua calda e l'assenza di dati precisi relativi alle caratteristiche geometriche dei pozzi esistenti sono tutte variabili che non permettono una precisa stima del potenziale geotermico dell'area."
Per tali motivi appare evidente come sia necessaria una stima preventiva della risorsa anche attraverso appositi sondaggi attentamente progettati in modo da fornire una chiara panoramica dell'entità della risorsa in oggetto prima di un effettivo investimento ai fini di uno sfruttamento della stessa.

4.3.7 Ruolo del cittadino

Le decisioni che vengono prese per riuscire a diminuire le concentrazioni di inquinanti nell'aria, molto spesso coinvolgono attivamente e in maniera sempre maggiore i cittadini che vivono all'interno di un Comune. Basti pensare alle limitazioni di traffico in città o al divieto dell'uso della legna (come in Lombardia) in situazioni critiche di superamento dei limiti di concentrazione di taluni inquinanti in atmosfera.
Il singolo cittadino quindi può, attraverso i suoi comportamenti e le sue azioni (e i suoi investimenti), contribuire alla riduzione dell'inquinamento atmosferico.
Le azioni proposte dalle amministrazioni pubbliche hanno alcune difficoltà oggettive a considerare l'analisi costi-benefici (€/grammo di inquinante rimosso) derivante dall'applicazione di un provvedimento atto a ridurre l'inquinamento atmosferico. Sarebbe però utile che, con riferimento ai margini decisionali del cittadino, sia sviluppata una analisi per mettere a disposizione informazioni circa la soluzione più o meno vantaggiosa dal punto di vista dell'analisi costi-benefici.
Se ad esempio si confrontano due noti provvedimenti per la riduzione del PM_{10} come l'applicazione di un filtro antiparticolato alle auto Euro 0 e di un elettrofiltro a una stufa a

legna, è possibile stabilire quale sia la priorità da seguire. Attuando un'analisi economica di base, considerando in prima approssimazione solamente i costi di investimento e di manutenzione dei due dispositivi è possibile comparare in prima approssimazione le due soluzioni (Figura 4-42) (Paternoster L., 2010). Procedendo quindi ad un'analisi economica più accurata che tenga conto di tutte le voci economicamente rilevanti, è possibile attuare un confronto fra le varie soluzioni a disposizione del cittadino in modo tale da individuare quanto sia vantaggiosa per il cittadino una soluzione piuttosto che un'altra. Si tratterebbe di generare un grafico del tipo di Figura 4-43.

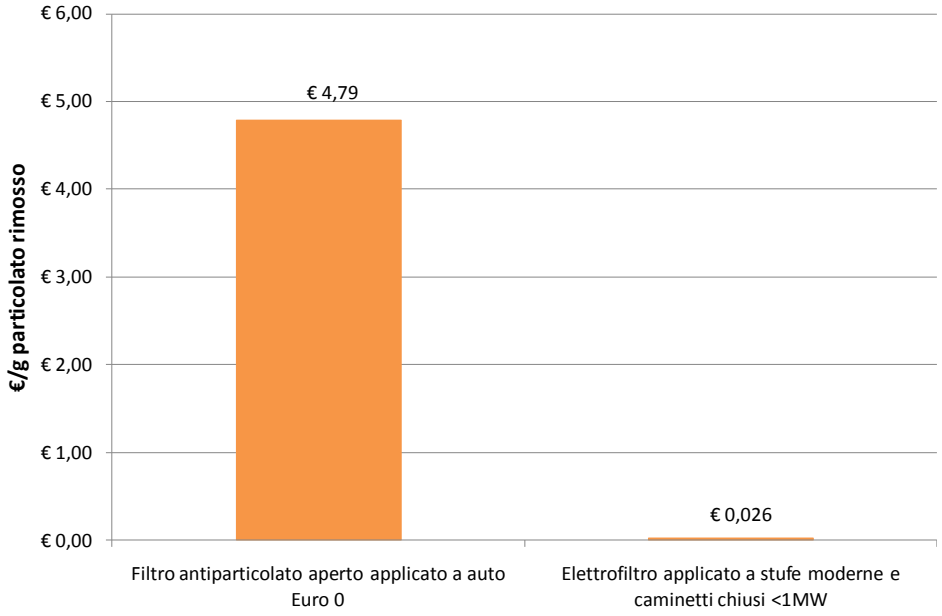


Figura 4-42: Costo per grammo di PM_{10} rimosso con le due soluzioni: elettrofiltro e filtro antiparticolato.

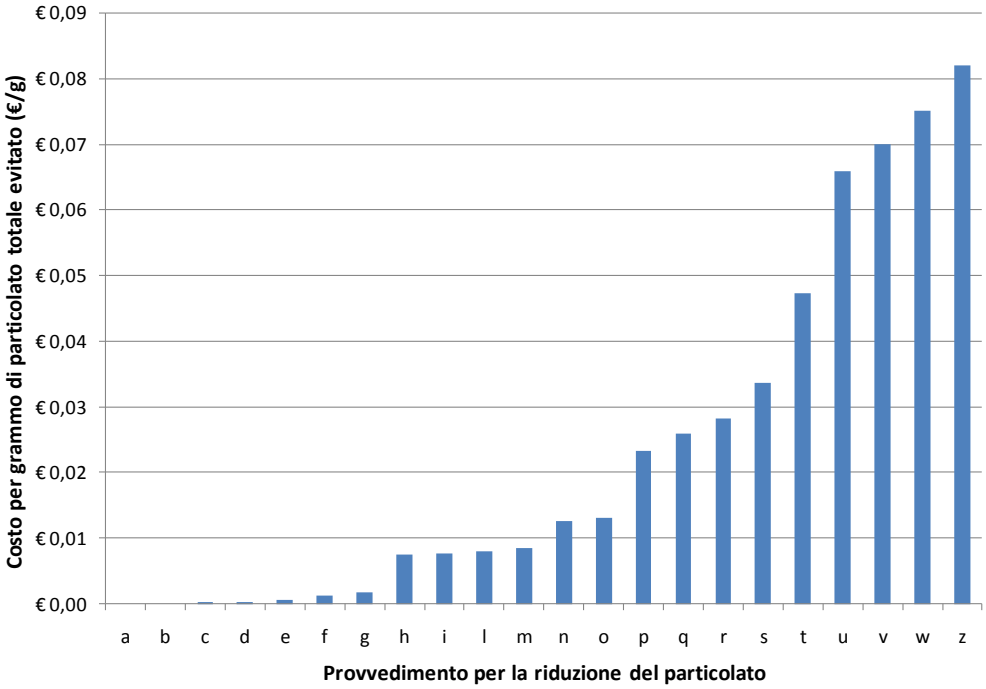


Figura 4-43: Confronto finale tra ipotetiche opzioni di provvedimenti per la riduzione del particolato PM_{10}, a disposizione del cittadino.

4.3.8 Esempio di esposizione giornaliera

L'informazione a disposizione di un decisore che deve affrontare il problema della gestione della qualità dell'aria può essere fruibile a vari livelli, in funzione del dettaglio del quadro conoscitivo di riferimento.

Un primo livello può essere quello caratterizzato dalla conoscenza del quadro emissivo degli inquinanti; il limite di questo livello è che l'informazione non consente di collegare direttamente i flussi emissivi all'impatto sulla salute, in quanto quest'ultimo è determinato dalle concentrazioni in atmosfera; queste dipendono dalle emissioni, ma di mezzo ci sono tutti i processi, non banali, che determinano la dispersione dei vari inquinanti emessi in atmosfera. All'interno di questi processi i più difficili da valutare sono quelli che trasferiscono contaminati outdoor all'interno di ambienti chiusi (abitati).

Di conseguenza, un secondo livello può essere quello caratterizzato dalla conoscenza di un quadro della distribuzione delle concentrazioni in aria outdoor (nello spazio e nel tempo) relazionato alle emissioni e completato da informazioni sulla dislocazione della popolazione sul territorio; si passa cioè da un bilancio emissivo ad uno immissivo: Il limite di questo livello è ancora la non perfetta corrispondenza tra concentrazione in aria ambiente e impatto sulla salute, dato che la popolazione non permane 24 ore al giorno nello stesso ambiente (interno o esterno).

Un terzo livello può essere quello caratterizzato da una informazione calibrata sull'esposizione della popolazione alle diverse concentrazioni di inquinanti atmosferici (outdoor e indoor), tenendo conto delle abitudini di vita; questo livello può essere raggiunto

alla fine di un lungo percorso funzionale ad una dettagliata conoscenza del territorio in esame e delle abitudini di vita della popolazione.

Nel caso in oggetto il presente PQA si colloca al primo livello. Per comprendere l'importanza del concetto di esposizione, che non si è potuto sviluppare integralmente nell'ambito del presente PQA, si è ritenuto utile riportare comunque di seguito un caso di studio rappresentativo.

Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO, 2006) l'inquinamento atmosferico indoor è responsabile per il 2,7% del carico globale di malattie. Infatti, su scala mondiale la cottura e il riscaldamento indoor con combustibili da biomassa o con carbone produce significative emissioni di inquinanti dannosi alla salute, soprattutto quando tali combustioni avvengono in maniera non ottimale. Ci sono prove scientifiche che l'esposizione all'inquinamento atmosferico indoor può portare a gravi problemi alle vie respiratorie nei bambini sotto i cinque anni e a malattie polmonari croniche. Più in generale, la qualità dell'aria indoor può essere influenzata da contaminanti microbici (muffe, batteri), dai gas (tra cui il monossido di carbonio, il radon, composti organici volatili), dal particolato, ecc..

Le misure convenzionali di PM_{10} dalle stazioni fisse danno una visione di sintesi della esposizione degli esseri umani: l'esposizione indoor può infatti variare significativamente e influenzare l'esposizione complessiva.

L'inquinamento indoor, anche se è stato dimostrato che non è trascurabile (WHO, 2006) è regolato da una normativa molto frammentaria quando si riferisce all'ambiente domestico. Al riguardo, fino a un decennio fa, le uniche Linee Guida per la qualità dell'aria indoor erano quelle presenti in Belgio. Tali Linea Guida sono state introdotte per l'edilizia residenziale e hanno riguardato il tasso di ventilazione da garantire per la tutela della salute delle persone che vivono all'interno degli edifici. Oggi la letteratura è più articolata. A titolo di esempio, nella Tabella 4-10 sono presentati i valori limite di soglia (TLH) indicati dall'ASHRAE (2004, 2007).

Tabella 4-10: Valore limite per quanto riguarda la concentrazione di PM in ambiente indoor.

	Valori ASHRAE	Tempo
PM_{10}	50 $\mu g\ m^{-3}$	1 anno
PM_{10}	150 $\mu g\ m^{-3}$	24 h
$PM_{2.5}$	15 $\mu g\ m^{-3}$	1 anno
$PM_{2.5}$	65 $\mu g\ m^{-3}$	24 h

Attraverso l'analisi delle misurazioni di particelle, in diverse condizioni che caratterizzano la vita umana, il presente paragrafo vuole essere un contributo alla comprensione del significato della esposizione umana in ambienti indoor. L'importanza è legata al fatto che, nelle aree urbane, quasi l'80% del tempo di vita degli abitanti è trascorso in ambienti indoor. Per questo

motivo, alcune misurazioni sono state effettuate, a cura dell'Università degli Studi di Trento, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, in ufficio, cucina, soggiorno e camera da letto di ambienti rappresentativi di una città dell'Italia settentrionale. Ulteriori misure outdoor hanno consentito calcolare l'esposizione globale di una persona virtuale, che spende il suo tempo secondo una giornata tipo (nel presente lavoro si è ipotizzato come mezzo di trasporto la bicicletta).

Il principale strumento utilizzato per le misurazioni, è un conta-particelle GRIMM modello 1.108. Questo apparecchio misura 15 classi granulometriche: da 0.3 a 20 µm. I valori presi in considerazione per il caso di studio sono PM_{10}, $PM_{2.5}$ e PM_1. La durata delle misurazioni è stata scelta tenendo in considerazione l'obiettivo della valutazione dell'esposizione quotidiana di una persona che spende il suo tempo nei seguenti ambienti:

- camera da letto: 8 ore.
- cucina: 3 ore per colazione, pranzo e cena;
- soggiorno: 3 ore;
- ufficio: 4 ore la mattina e 4 ore nel pomeriggio;

In particolare, il caso di studio è stato correlato ad una persona che vive in un bilocale e utilizza una bicicletta (2 ore al giorno) come principale mezzo di trasporto (è stata ipotizzata, una distanza di 30 minuti per il tragitto casa-lavoro).

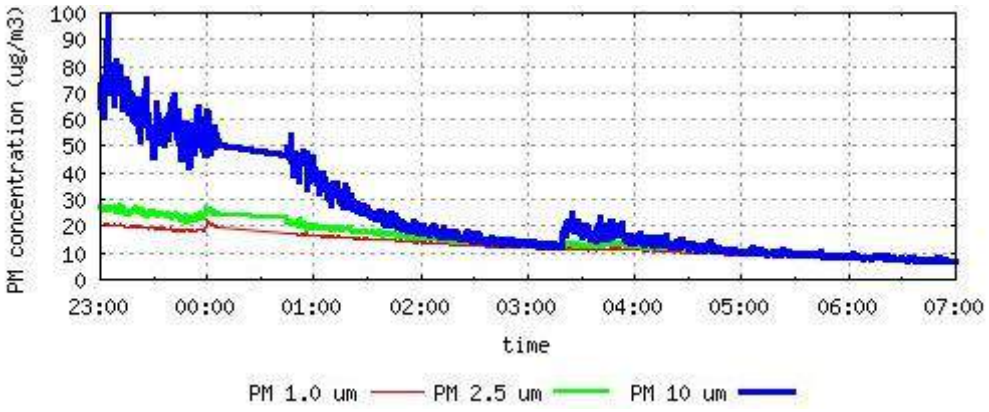


Figura 4-44: Dinamica del particolato durante la notte (caso di studio).

Durante la notte si nota come ci sia una netta deposizione di tutte le frazioni del particolato (Figura 4-44). Le particelle più grossolane (PM_{10}) tendono naturalmente a depositarsi più velocemente delle particelle più fini ($PM_{2.5}$ e PM_1) che tendono a rimanere su valori costanti. Verso le 3:30 del mattino una persona si è alzata per bere e quindi si nota un piccolo innalzamento delle polveri, dovuto ad una perturbazione dell'ambiente (risospensione di polveri). Le polveri poi tendono nuovamente a depositarsi (assenza di attività).

Nella Figura 4-45 sono presentate le dinamiche del particolato riguardo le misure effettuate durante la preparazione della colazione. In questi periodi sono stati accesi i fornelli per preparare latte, caffè e thé. Il periodo di campionamento e la durata della colazione è stato di

un'ora circa. Si nota come ci sia stato un incremento del particolato più grossolano (PM_{10}) quando sono iniziate le attività, invece il particolato più fine è rimasto stabile.

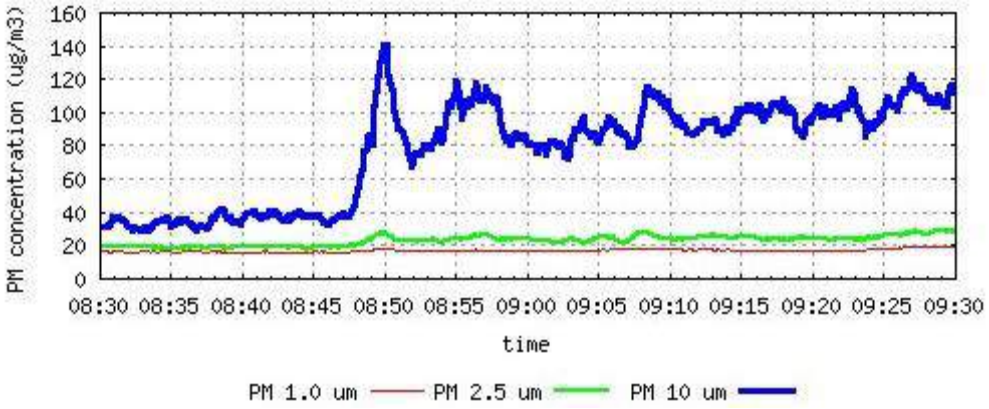


Figura 4-45: Dinamica del particolato durante la preparazione della colazione (caso di studio).

Nella Figura 4-46 sono presentate le dinamiche del particolato riguardo le misure effettuate durante la preparazione del pranzo. Il periodo di campionamento e la durata del pranzo sono stati di un'ora e mezza circa. Durante questo periodo è stata cucinata una bistecca con verdure saltate in padella. Il picco registrato è quello di fine cottura della bistecca in cui si è sviluppata la classica "nuvola da cucina" (la bistecca era cotta, non si era bruciata). Ulteriori misure hanno evidenziato come il rapporto $PM_{2.5}$ / PM_{10} possa essere ancora più critico, anche se parzialmente influenzato, nel caso specifico, dal vapore generato).

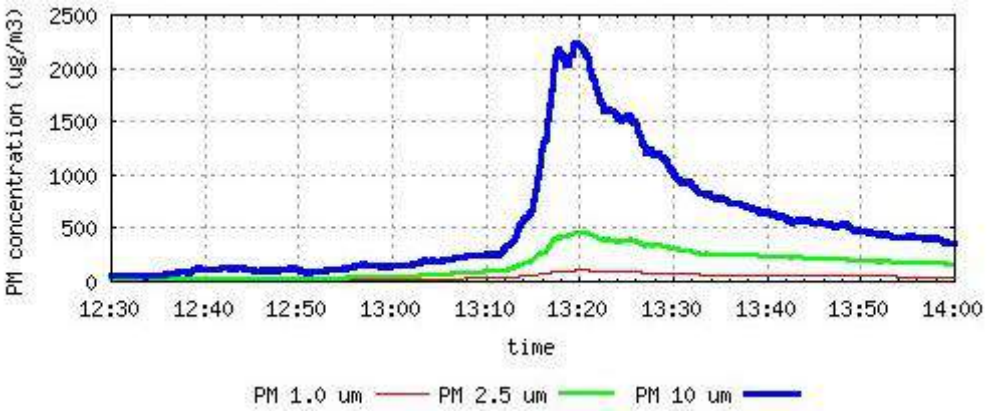


Figura 4-46: Dinamica del particolato durante la preparazione del pranzo (caso di studio).

Nella Figura 4-47 sono invece presentate le dinamiche del particolato riguardanti le misure effettuate durante la preparazione della cena. Si è cucinata pasta al pomodoro con soffritto di cipolla. Il punto di minimo che si individua verso le 19:50 è dovuto all'apertura delle finestre per far uscire il fastidioso aroma di cipolla. La cena poi si è protratta fino alle 21.

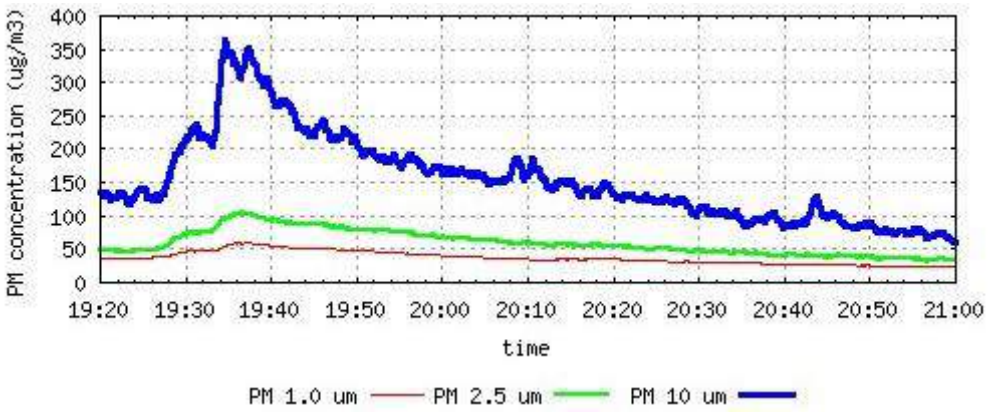


Figura 4-47: Dinamica del particolato durante la preparazione della cena (caso di studio).

Dopo la cena gli occupanti sono rimasti a casa, sul divano a vedere un film. Si nota come cessate le attività di produzione delle polveri (in cucina) ci sia un sostanziale deposito del materiale particolato. Nella Figura 4-48 sono presentate le dinamiche del particolato durante il periodo dopo cena.

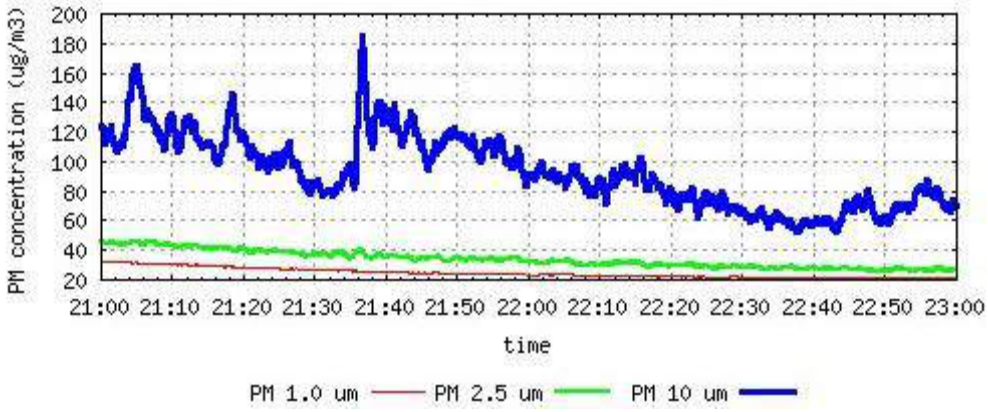


Figura 4-48: Dinamica del particolato durante il periodo dopo cena (caso di studio).

In Figura 4-49 e Figura 4-50 sono presentate le dinamiche del particolato misurate nell'ufficio campione, tenedo conto della divisione del tempo di lavoro in 2 periodi: mattina (Figura 4-49) e pomeriggio (Figura 4-50). In entrambi i casi la frammentazione della curva di PM_{10} è dovuta a diversi motivi: uso delle stampante, entrata e uscita delle persone, ecc.; intorno alle ore 11:00 e alle ore 16:00 la pausa – caffè ha avuto degli effetti sui valori di PM_{10}. La descrescita progressiva dei valori di particolato in entrambi i casi dipende anche dell'orario di fine lavoro degli occupanti dell'ufficio.

Per quanto riguarda i valori di particolato ai quali è esposta la persona di riferimento durante il suo spostamento con la bici (casa-ufficio), periodo di circa 2 ore al girono, si è fatto riferimento ai valori dell'aria outdoor indicati dall'Agenzia di Protezione per l'Ambiente della zona.

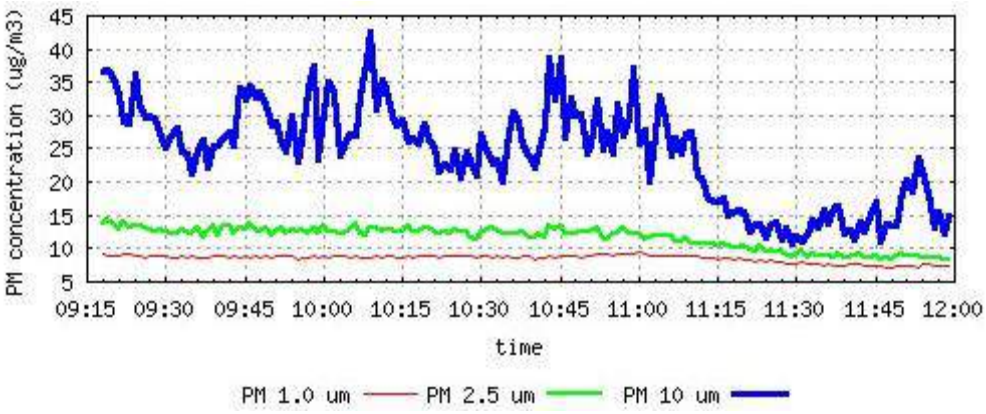


Figura 4-49: Dinamica del particolato durante il periodo di lavoro in ufficio (mattina).

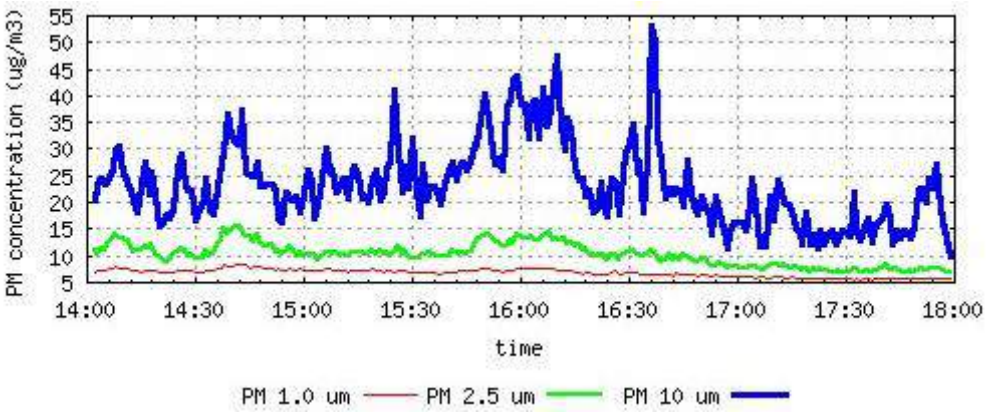


Figura 4-50: Dinamica del particolato durante il periodo di lavoro in ufficio (pomeriggio).

Le concentrazioni medie per ogni periodo del giorno, i valori pesati sui periodi analizzati e quelli outdoor sono riportati in Tabella 4-11. È evidente la differenza tra l'esposizione costruita sulla base delle abitudini della persona virtuale e quella che risulta facendo riferimento ai valori misurati dalla centralina più prossima presente sul territorio. In Figura 4-51 sono riportate le percentuali di esposizione che tengono conto dei vari contributi pesati: il periodo trascorso outdoor pesa solo il 5% del totale. Tuttavia non va dimenticato che, soprattutto per il particolato atmosferico, una parte consistente delle concentrazioni indoor dipende dall'inquinamento proveniente dall'esterno dell'edificio. Questi esemplificazioni rendono una prima idea di come sia importante attivare azioni strutturali che permettano un miglioramento complessivo della qualità dell'aria. Le azioni emergenziali, spesso correlate a misure esterne, in realtà potrebbero essere meno significative ai fini del contenimento dell'esposizione agli inquinanti da parte del singolo individuo, in quanto, come evidenziato, la percentuale di esposizione indoor ha un peso determinante.

Inoltre, si deduce che il posizionamento di centraline permanenti per la misura della qualità dell'aria outdoor, integrative rispetto a quelle previste dalla normativa, è argomento da trattare con una accurata e serena valutazione costi – benefici, in quanto lo sforzo aggiuntivo potrebbe non essere ripagato da nuove informazioni più utili di quelle ottenibili con una serie di monitoraggi effettuati con stazioni mobili secondo uno schema ben pianificato e organizzato.

Tabella 4-11: Concentrazioni medie (µg/m^3) per il periodo di riferimento oggetto di studio.

	$PM_{1.0}$	$PM_{2.5}$	PM_{10}
Notte	12.40	14.10	33.20
Ufficio – mattina	8.51	11.55	24.26
Ufficio – pomer.	6.76	9.37	22.18
Uso bicicletta	9.80	11.00	23.40
Colazione	17.00	22.68	77.96
Pranzo	43.56	152.91	539.05
Cena	66.79	89.89	154.92
Sala / soggiorno	24.63	33.37	93.34
Valori pesati sul giorno	15.88	24.34	64.59
Valori outdoor	9.80	11.00	23.40

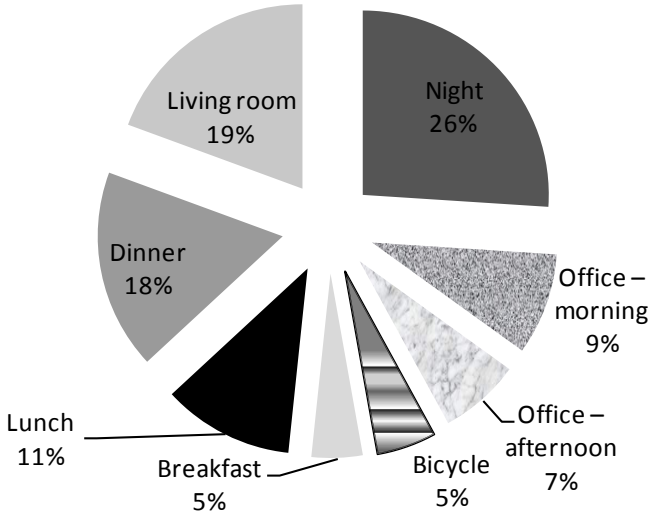


Figura 4-51: Percentuali di esposizione.

4.4 VALUTAZIONE DELL'INQUINAMENTO PROVENIENTE DA AREE ESTERNE PROVINCIALI

In questo paragrafo vengono considerate a titolo di esempio alcune fonti emissive localizzate ai confini dell'area oggetto di studio. Per quanto riguarda i grandi emettitori posti in prossimità della zona di studio, si segnala infatti la necessità di approfondimenti la cui importanza è dimostrata dalle seguenti considerazioni.

Stabilimento Cementi Rossi a Fumane (VR)

Volendo isolare un parametro sintetico significativo dallo Studio di Impatto Ambientale (SIA) dell'impianto relativo al progetto di modifica esaminato dalle autorità competenti, ma

contenente anche alcuni elementi descrittivi dello stato attuale dell'impianto, si può notare come l'emissione autorizzata di ossidi di azoto (NO_x) per l'impianto reale, sia attualmente pari a 3473.2 t/anno. Tale valore autorizzato rappresenta un quantitativo pari a circa l'81% di quanto emesso da tutte le fonti del Comune di Verona, per gli NO_x (4290 t/anno) (cfr. Tabella 5-31). L'emissione autorizzata di 3473.2 t/anno di ossidi di azoto da un camino posto ad una altezza di 30 m comporta oltre ad una criticità di tipo globale, una criticità locale evidenziata dalla modellistica applicata nel SIA, con un massimo di concentrazione al suolo stimato pari a 1251.9 $\mu g/m^3$, a fronte di un valore da garantire per la qualità dell'aria di 200 $\mu g/m^3$, come somma di tutti i contributi. Ovviamente i valori di emissioni in esercizio sono inferiori ai valori autorizzati e quindi l'impatto reale è inferiore a quanto indicato. Si segnala altresì che nello Studio di Impatto Ambientale viene indicata una riduzione per gli NO_x, pari al 27,2%, conseguente alla eventuale realizzazione della nuova configurazione dell'impianto in oggetto. L'impatto sul territorio dipende comunque non solo dai flussi emissivi degli inquinanti rilasciati, ma anche dalle modalità di diluizione. Nel caso in oggetto, la progettazione della nuova configurazione tiene conto di questo aspetto.
Ai fini dell'interesse di questo studio è importante evidenziare la necessità di uno sviluppo di modellazione in merito alla formazione di particolato secondario di cui gli ossidi di azoto sono precursori. I meccanismi di formazione interessano tempi e quindi aree più ampie di quelle locali. Il territorio dei 18 Comuni oggetto del presente documento potrebbe essere interessato da tale contributo.

Motorcity – Vigasio (VR)
La documentazione ricevuta (SIA dell'opera), che attualmente è sottoposta a procedura di VIA, ai fini dello sviluppo del presente elaborato, evidenzia come tale intervento presenti un impatto potenziale estremamente rilevante sulla qualità dell'aria prima di tutto come attrattore di traffico. D'altra parte lo stesso documento, evidenzia una criticità locale come si può vedere dalle mappe di concentrazione riportate nel citato documento.
Tenendo conto delle quantità di NO_x emessi su base annua, anche in questo caso deve essere approfondito il ruolo dell'opera, sia tal quale in termini di rischio per la salute, sia nel contribuire alla formazione di particolato secondario.

In considerazione della rilevanza significativa delle emissioni segnalate è importante che venga implementata una modellazione che tenga conto del ruolo del particolato secondario su scala più ampia di quella dei 18 Comuni.

Quelli riportati sono due tra gli esempi di sorgenti emissive rilevanti posizionate in prossimità dell'area oggetto dello studio. In generale, comunque, ci si può trovare di fronte a sorgenti più complesse, come quelle del polo siderurgico di Oppeano, in cui la sovrapposizione di sorgenti emissive, non solo industriali, rende complessa la verifica dell'impatto integrato. Per aree di

questo tipo dovrebbe essere sviluppata una modellazione di dispersione integrata in modo da verificare l'incidenza di ulteriori autorizzazioni o la presenza di attuali criticità.

Capitolo 5
Schede dei Comuni

5 INDICE CAPITOLO 5

5 INDICE CAPITOLO 5 5-3

INDICE DELLE FIGURE 5-4

INDICE DELLE TABELLE 5-5

5 SCHEDE DEI COMUNI 5-7

5.1 BUSSOLENGO 5-8
5.2 BUTTAPIETRA 5-12
5.3 CASTEL D'AZZANO 5-16
5.4 CASTELNUOVO DEL GARDA 5-20
5.5 GREZZANA 5-24
5.6 LAVAGNO 5-28
5.7 NEGRAR 5-32
5.8 PESCANTINA 5-36
5.9 SAN GIOVANNI LUPATOTO 5-40
5.10 SAN MARTINO BUON ALBERGO 5-44
5.11 SAN PIETRO IN CARIANO 5-48
5.12 SANT'AMBROGIO DI VALPOLICELLA 5-52
5.13 SOMMACAMPAGNA 5-56
5.14 SONA 5-60
5.15 VALEGGIO SUL MINCIO 5-64
5.16 VERONA 5-68
5.17 VILLAFRANCA DI VERONA 5-72
5.18 ZEVIO 5-76

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 5-1: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI BUSSOLENGO. 5-10
FIGURA 5-2: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI BUTTAPIETRA. 5-14
FIGURA 5-3: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI CASTEL D'AZZANO. 5-18
FIGURA 5-4: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI CASTELNUOVO DEL GARDA. 5-22
FIGURA 5-5: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI GREZZANA. 5-26
FIGURA 5-6: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI LAVAGNO. 5-30
FIGURA 5-7: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI NEGRAR. 5-34
FIGURA 5-8: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI PESCANTINA. 5-38
FIGURA 5-9: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI SAN GIOVANNI LUPATOTO. 5-42
FIGURA 5-10: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI SAN MARTINO BUON ALBERGO. 5-46
FIGURA 5-11: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI SAN PIETRO IN CARIANO. 5-50
FIGURA 5-12: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI SANT'AMBROGIO DI VALPOLICELLA. 5-54
FIGURA 5-13: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI SOMMACAMPAGNA. 5-58
FIGURA 5-14: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI SONA. 5-62
FIGURA 5-15: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI VALEGGIO SUL MINCIO. 5-66
FIGURA 5-16: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI VERONA. 5-70
FIGURA 5-17: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI VILLAFRANCA DI VERONA. 5-74
FIGURA 5-18: EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI ZEVIO. 5-78

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 5-1: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI BUSSOLENGO. 5-9
TABELLA 5-2: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI BUSSOLENGO. 5-11
TABELLA 5-3: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI BUTTAPIETRA. 5-13
TABELLA 5-4: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI BUTTAPIETRA. 5-15
TABELLA 5-5: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI CASTEL D'AZZANO. 5-17
TABELLA 5-6: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI CASTEL D'AZZANO. 5-19
TABELLA 5-7: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI CASTELNUOVO DEL GARDA. 5-21
TABELLA 5-8: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI CASTELNUOVO DEL GARDA. 5-23
TABELLA 5-9: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI GREZZANA. 5-25
TABELLA 5-10: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI GREZZANA. 5-27
TABELLA 5-11: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI LAVAGNO. 5-29
TABELLA 5-12: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI LAVAGNO. 5-31
TABELLA 5-13: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI NEGRAR. 5-33
TABELLA 5-14: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI NEGRAR. 5-35
TABELLA 5-15: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI PESCANTINA. 5-37
TABELLA 5-16: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI PESCANTINA. 5-39
TABELLA 5-17: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI SAN GIOVANNI LUPATOTO. 5-41
TABELLA 5-18: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI SAN GIOVANNI LUPATOTO. 5-43
TABELLA 5-19: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI SAN MARTINO BUON ALBERGO. 5-45
TABELLA 5-20: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI SAN MARTINO BUON ALBERGO. 5-47
TABELLA 5-21: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI SAN PIETRO IN CARIANO. 5-49
TABELLA 5-22: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI SAN PIETRO IN CARIANO. 5-51
TABELLA 5-23 - EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI SANT'AMBROGIO DI VALPOLICELLA. 5-53
TABELLA 5-24: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI SANT'AMBROGIO DI VALPOLICELLA. 5-55
TABELLA 5-25: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI SOMMACAMPAGNA. 5-57
TABELLA 5-26: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI SOMMACAMPAGNA. 5-59
TABELLA 5-27: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI SONA. 5-61
TABELLA 5-28: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI SONA. 5-63
TABELLA 5-29: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI VALEGGIO SUL MINCIO. 5-65

TABELLA 5-30: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI VALEGGIO SUL MINCIO..... 5-67
TABELLA 5-31: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI VERONA..... 5-69
TABELLA 5-32: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI VERONA..... 5-71
TABELLA 5-33: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI VILLAFRANCA DI VERONA..... 5-73
TABELLA 5-34: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI VILLAFRANCA DI VERONA..... 5-75
TABELLA 5-35: EMISSIONI TOTALI ANNUE, RIPARTIZIONE PERCENTUALE TRA I DIVERSI SETTORI E EMISSIONI PRO CAPITE PER IL COMUNE DI ZEVIO..... 5-77
TABELLA 5-36: AZIONI POSSIBILI PER IL COMUNE DI ZEVIO..... 5-79

5 SCHEDE DEI COMUNI

Per ciascun Comune, è stata predisposta una scheda riassuntiva, contenente una breve descrizione del territorio attraverso alcuni parametri essenziali ed una sintesi dei risultati delle elaborazioni riguardanti la stima delle emissioni.

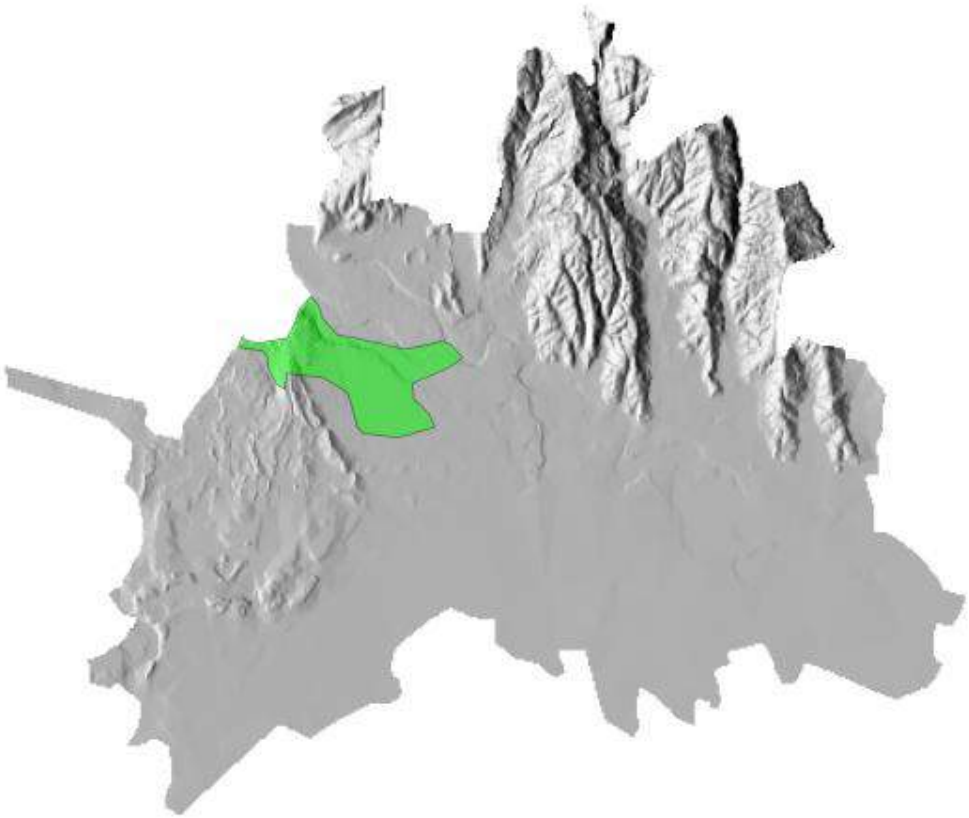
In particolare sono state riportate le emissioni totali per ciascun inquinante suddivise nei diversi macrosettori di attività. Questi valori, come descritto nei paragrafi precedenti, sono ottenuti dall'analisi dei dati di emissione forniti a livello locale e, dove l'informazione era carente o insufficiente, dal dato dell'inventario ISPRA disaggregato. Questo approccio misto è dovuto al fatto che un inventario completo delle emissioni non è attualmente disponibile, perché ancora in fase di realizzazione, con un percorso incompatibile con le esigenze dell'attuale documento.

Inoltre sono state elaborate delle schede specifiche su ogni Comune, con l'elenco delle azioni possibili già presentate nel capitolo 3.1 e di cui si è fornito un possibile indicatore, onde valutarne l'efficacia. Per ciascuna azione si sono stimate l'accessibilità alle informazioni necessarie per la valutazione dell'efficacia e l'efficacia stessa, nell'ottica del miglioramento della qualità dell'aria, tenendo conto delle peculiarità del territorio e delle caratteristiche delle emissioni locali.

A tal proposito va ricordato che, secondo quanto indicato nell'Allegato A alla convenzione, "*ogni Comune implementa, alla luce della propria realtà territoriale e delle proprie risorse, le azioni specifiche contenute nel proprio piano*". È importante, infatti, che i Comuni sviluppino, in funzione delle proprie risorse e pianificazione degli interventi, la priorità degli stessi in ragione dei propri obiettivi.

Tuttavia, per una corretta interpretazione dei risultati e una adeguata contestualizzazione nel quadro dello studio e dei diversi processi rilevanti per la qualità dell'aria nelle aree in esame, è indispensabile la lettura integrale dell'intera relazione.

5.1 BUSSOLENGO

Comune di BUSSOLENGO			
Dati generali			
Abitanti	16986	Superficie [km^2]	24.28
Area climatologica	pianura	edificata	20.3%
Stazioni meteorologiche di riferimento	Castelnuovo del Garda	agricola	76.8%
Stazioni di qualità dell'aria di riferimento	Verona Corso Milano Verona Cason	boschiva	0.6%
		acque	2.3%
Localizzazione			
			
Fonti emissive analizzate *			
Numero di aziende	15	Lunghezza della rete stradale extraurbana [km]	279.66
Numero di allevamenti	14	Distanza globale percorsa annualmente [km]	$9.13 \cdot 10^8$

* sulla base dei dati pervenuti

Tabella 5-1: Emissioni totali annue, ripartizione percentuale tra i diversi settori e emissioni pro capite per il Comune di Bussolengo.

Emissioni totali annue [t/a]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.71	3.49	2.70	0.00	0.15	7.05
Ossidi di azoto (NO_x)	7.85	20.00	356.69	0.04	47.16	431.74
Monossido di carb. (CO)	112.96	9.34	1153.04	1.01	80.69	1357.04
Metano (CH_4)	808.38	1.27	11.20	230.84	114.18	1165.87
Ammoniaca (NH_3)	0.03	0.00	12.14	168.83	0.01	181.01
Polveri sottili (PM_{10})	18.23	0.24	28.89	3.60	3.92	54.88
Ripartizione percentuale delle emissioni						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	10.1%	49.5%	38.4%	0.0%	2.1%	100.0%
Ossidi di azoto (NO_x)	1.8%	4.6%	82.6%	0.0%	10.9%	100.0%
Monossido di carb. (CO)	8.3%	0.7%	85.0%	0.1%	5.9%	100.0%
Metano (CH_4)	69.3%	0.1%	1.0%	19.8%	9.8%	100.0%
Ammoniaca (NH_3)	0.0%	0.0%	6.7%	93.3%	0.0%	100.0%
Polveri sottili (PM_{10})	33.2%	0.4%	52.6%	6.6%	7.1%	100.0%
Emissioni annue pro capite [kg/(a · ab)]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.04	0.21	0.16	0.00	0.01	0.42
Ossidi di azoto (NO_x)	0.46	1.18	21.00	0.00	2.78	25.42
Monossido di carb. (CO)	6.65	0.55	67.88	0.06	4.75	79.89
Metano (CH_4)	47.59	0.07	0.66	13.59	6.72	68.63
Ammoniaca (NH_3)	0.00	0.00	0.71	9.94	0.00	10.65
Polveri sottili (PM_{10})	1.07	0.01	1.70	0.21	0.23	3.22

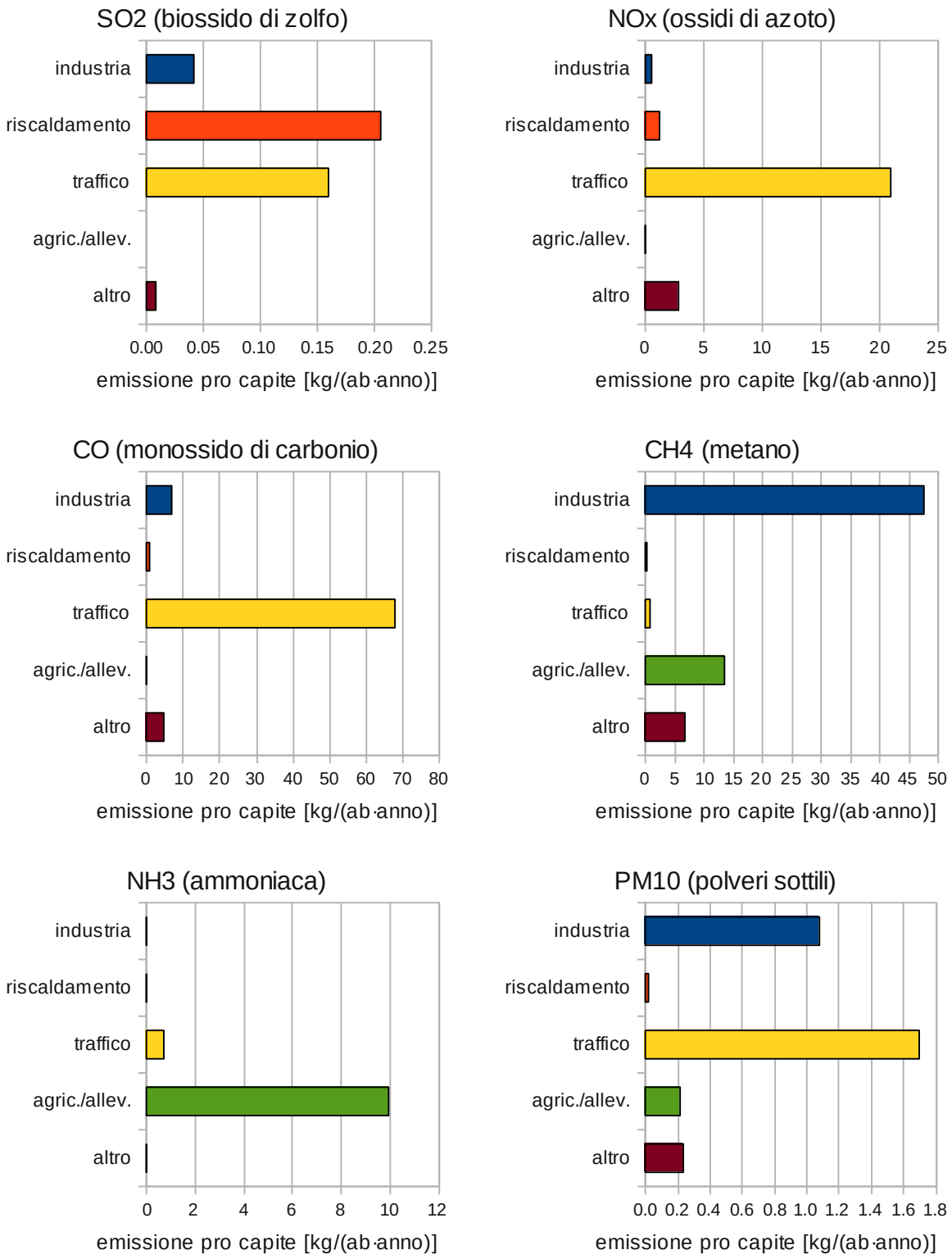
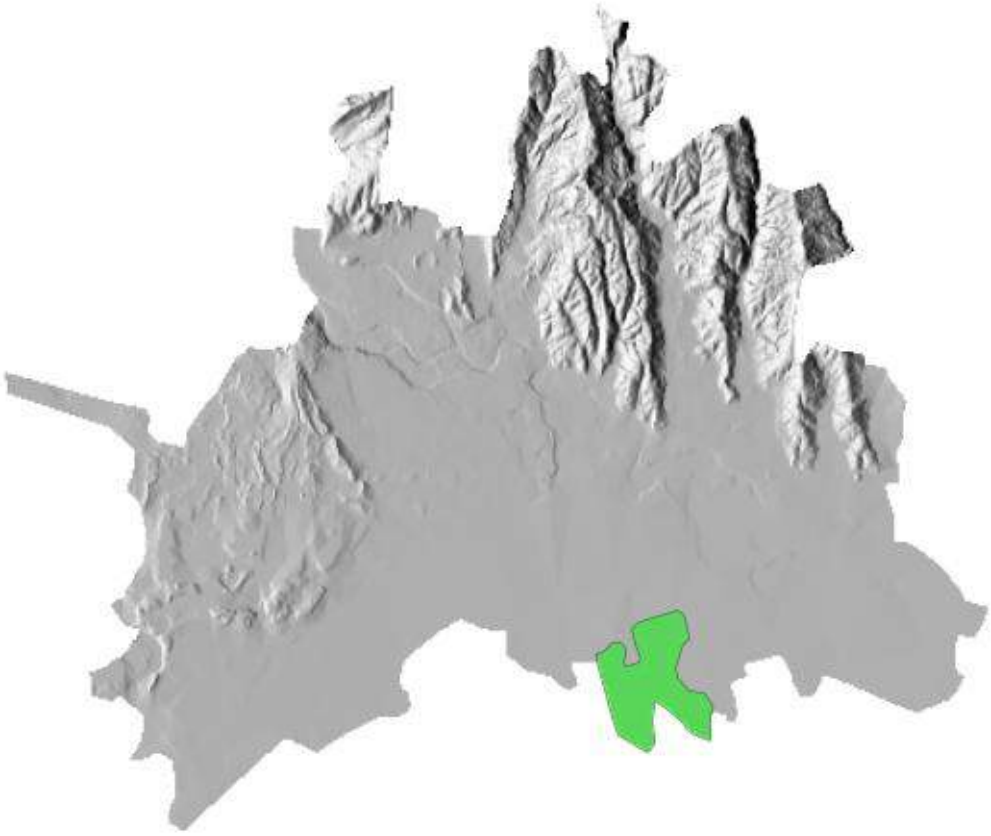


Figura 5-1: Emissioni pro capite per il Comune di Bussolengo.

Tabella 5-2: Azioni possibili per il Comune di Bussolengo.

AZIONE GENERALE	DESCRIZIONE OBIETTIVO	ACCESSIBILITÀ INFORMAZIONI	EFFICACIA
Trasporto urbano sostenibile: riduzione impatto mezzi privati	Passaggio da trasporto privato a trasporto pubblico	bassa	alta
	Adeguamento mezzi trasporto pubblico locale	alta	bassa
	Fluidificazione e regolazione della circolazione	media	media
	Definizione di corsie preferenziali	alta	bassa
	Rinnovo parco auto	media	bassa
	Aumento ZTL	alta	bassa
	Aumento aree pedonali	alta	bassa
	Aumento percorsi ciclo pedonali	alta	bassa
	Incentivazione ciclabilità	bassa	bassa
	Organizzazione di trasporti collettivi per i bambini che vanno a scuola	media	media
Riduzione dell'impatto dei mezzi commerciali	Governo accessi	alta	media
	Trasformazione o sostituzione mezzi commerciali	alta	media
	Limitazione del transito di mezzi pesanti in area urbana	media	alta
Riduzione dell'impatto degli impianti civili	Trasformazione e sostituzione degli impianti	bassa	media
	Miglioramento del rendimento energetico	media	media
	Osservanza di norme di contenimento energetico	bassa	media
	Incentivazione uso di energie rinnovabili	media	media
Riduzione impatto delle attività produttive	Riconversione e trasformazione mezzi di trasporto	media	bassa
	Piattaforme di interscambio merci	media	bassa
	Adozione BAT negli impianti produttivi	alta	alta
Applicazione misure programmate di limitazione traffico	Limitazione alla circolazione veicoli inquinanti	bassa	media
	Blocchi totali del traffico (es. Domeniche ecologiche)	bassa	bassa
Comunicazione e accordi	Comunicazione verso la cittadinanza, operatori economici, imprese	bassa	alta
	Stipula di accordi	media	alta

5.2 BUTTAPIETRA

Comune di BUTTAPIETRA			
Dati generali			
Abitanti	5801	Superficie [km^2]	17.1
Area climatologica	pianura	edificata	10.2%
Stazioni meteorologiche di riferimento	Villafranca di Verona Valeggio sul Mincio	agricola	86.9%
Stazioni di qualità dell'aria di riferimento	San Giovanni Luptatoto Villafranca di Verona	boschiva	0.0%
		acque	3.0%
Localizzazione			
			
Fonti emissive analizzate *			
Numero di aziende	8	Lunghezza della rete stradale extraurbana [km]	34.79
Numero di allevamenti	21	Distanza globale percorsa annualmente [km]	$7.81 \cdot 10^7$

* sulla base dei dati pervenuti

Tabella 5-3: Emissioni totali annue, ripartizione percentuale tra i diversi settori e emissioni pro capite per il Comune di Buttapietra.

Emissioni totali annue [t/a]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	2.7	1.2	0.2	0.0	0.1	4.2
Ossidi di azoto (NO_x)	20.9	6.8	31.3	0.0	22.1	81.1
Monossido di carb. (CO)	93.5	3.2	97.1	1.0	39.1	233.9
Metano (CH_4)	3.1	0.4	1.0	109.2	5.0	118.7
Ammoniaca (NH_3)	1.3	0.0	1.0	99.8	0.0	102.1
Polveri sottili (PM_{10})	11.1	0.1	2.6	3.1	2.0	18.9
Ripartizione percentuale delle emissioni						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	64.2%	28.5%	5.8%	0.0%	1.5%	100.0%
Ossidi di azoto (NO_x)	25.7%	8.4%	38.5%	0.0%	27.3%	100.0%
Monossido di carb. (CO)	40.0%	1.4%	41.5%	0.4%	16.7%	100.0%
Metano (CH_4)	2.6%	0.4%	0.8%	92.0%	4.2%	100.0%
Ammoniaca (NH_3)	1.2%	0.0%	1.0%	97.8%	0.0%	100.0%
Polveri sottili (PM_{10})	59.1%	0.4%	13.7%	16.3%	10.4%	100.0%
Emissioni annue pro capite [kg/(a · ab)]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.46	0.21	0.04	0.00	0.01	0.72
Ossidi di azoto (NO_x)	3.60	1.18	5.39	0.01	3.82	14.00
Monossido di carb. (CO)	16.12	0.55	16.75	0.18	6.74	40.34
Metano (CH_4)	0.54	0.07	0.17	18.81	0.85	20.44
Ammoniaca (NH_3)	0.22	0.00	0.18	17.20	0.00	17.60
Polveri sottili (PM_{10})	1.91	0.01	0.44	0.53	0.34	3.23

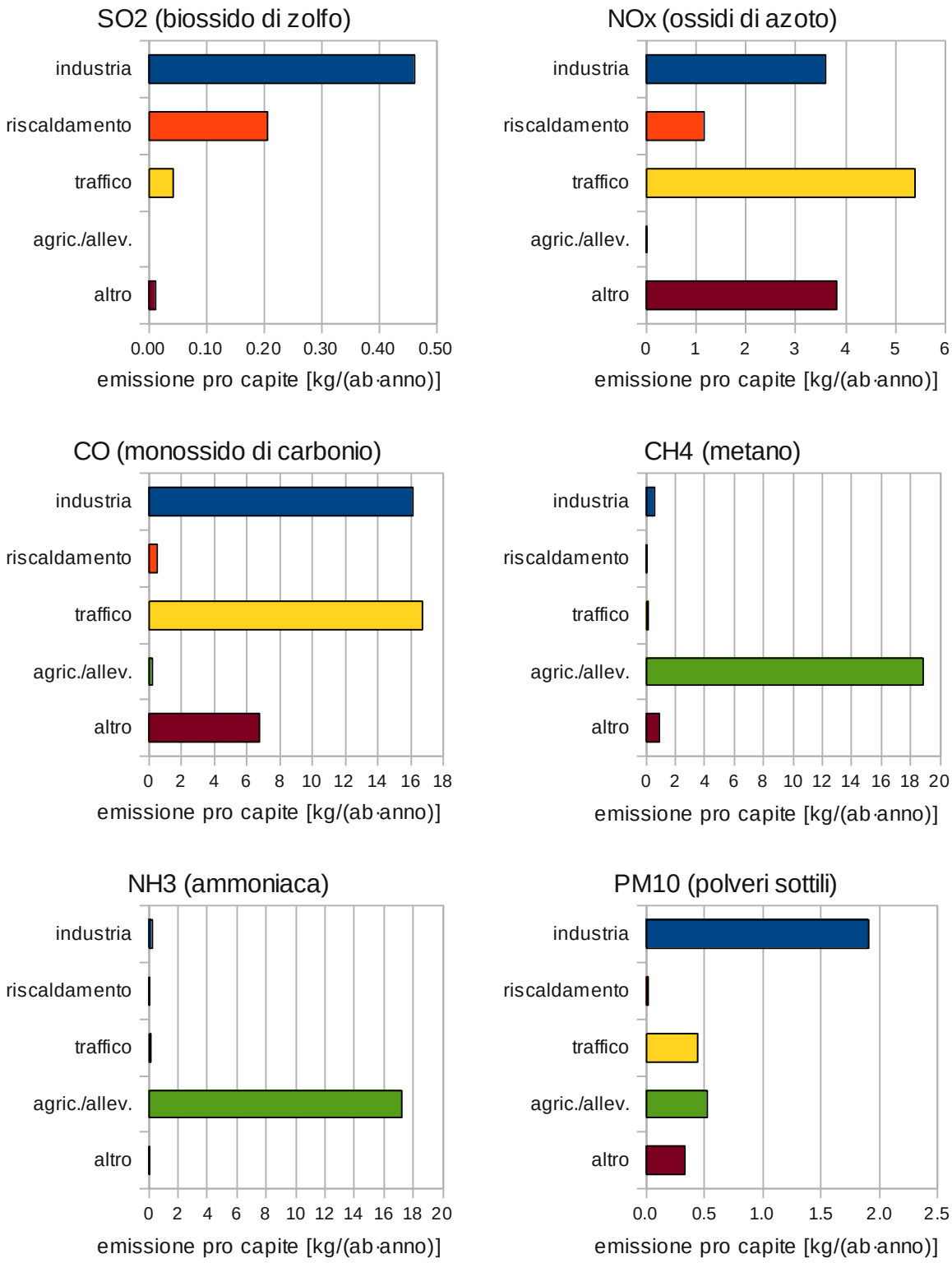
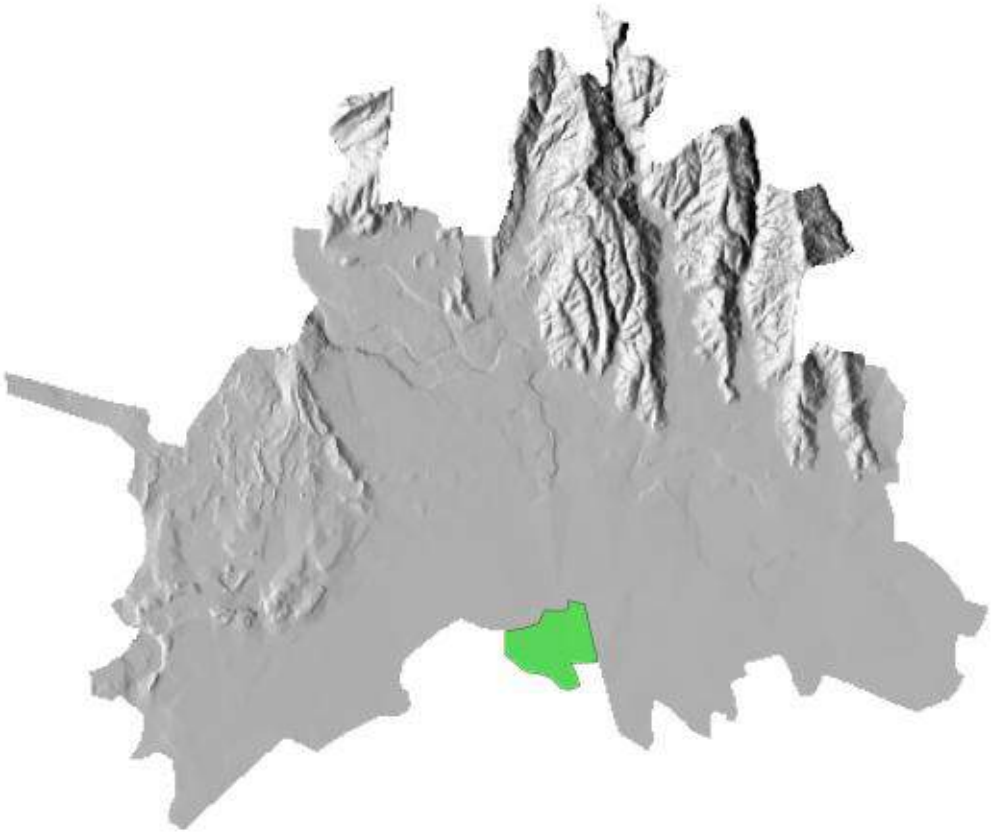


Figura 5-2: Emissioni pro capite per il Comune di Buttapietra.

Tabella 5-4: Azioni possibili per il Comune di Buttapietra.

AZIONE GENERALE	DESCRIZIONE OBIETTIVO	ACCESSIBILITÀ INFORMAZIONI	EFFICACIA
Trasporto urbano sostenibile: riduzione impatto mezzi privati	Passaggio da trasporto privato a trasporto pubblico	bassa	alta
	Adeguamento mezzi trasporto pubblico locale	alta	bassa
	Fluidificazione e regolazione della circolazione	media	bassa
	Definizione di corsie preferenziali	alta	bassa
	Rinnovo parco auto	media	bassa
	Aumento ZTL	alta	bassa
	Aumento aree pedonali	alta	bassa
	Aumento percorsi ciclo pedonali	alta	bassa
	Incentivazione ciclabilità	bassa	bassa
	Organizzazione di trasporti collettivi per i bambini che vanno a scuola	media	bassa
Riduzione dell'impatto dei mezzi commerciali	Governo accessi	alta	media
	Trasformazione o sostituzione mezzi commerciali	alta	media
	Limitazione del transito di mezzi pesanti in area urbana	media	media
Riduzione dell'impatto degli impianti civili	Trasformazione e sostituzione degli impianti	bassa	media
	Miglioramento del rendimento energetico	media	media
	Osservanza di norme di contenimento energetico	bassa	media
	Incentivazione uso di energie rinnovabili	media	media
Riduzione impatto delle attività produttive	Riconversione e trasformazione mezzi di trasporto	media	bassa
	Piattaforme di interscambio merci	media	bassa
	Adozione BAT negli impianti produttivi	alta	media
Applicazione misure programmate di limitazione traffico	Limitazione alla circolazione veicoli inquinanti	bassa	media
	Blocchi totali del traffico (es. Domeniche ecologiche)	bassa	bassa
Comunicazione e accordi	Comunicazione verso la cittadinanza, operatori economici, imprese	bassa	alta
	Stipula di accordi	media	alta

5.3 CASTEL D'AZZANO

Comune di CASTEL D'AZZANO			
Dati generali			
Abitanti	10242	Superficie [km^2]	9.68
Area climatologica	pianura	edificata	27.5%
Stazioni meteorologiche di riferimento	Villafranca di Verona Valeggio sul Mincio	agricola	72.5%
Stazioni di qualità dell'aria di riferimento	San Giovanni Luptatoto Villafranca di Verona	boschiva	0.0%
		acque	0.0%
Localizzazione			
			
Fonti emissive analizzate *			
Numero di aziende	3	Lunghezza della rete stradale extraurbana [km]	23.47
Numero di allevamenti	5	Distanza globale percorsa annualmente [km]	$1.02\ 10^8$

* sulla base dei dati pervenuti

Tabella 5-5: Emissioni totali annue, ripartizione percentuale tra i diversi settori e emissioni pro capite per il Comune di Castel d'Azzano.

Emissioni totali annue [t/a]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	4.07	2.10	0.32	0.00	0.10	6.59
Ossidi di azoto (NO_x)	22.09	12.06	40.88	0.02	31.83	106.88
Monossido di carb. (CO)	20.58	5.63	127.00	0.67	41.82	195.70
Metano (CH_4)	2.42	0.76	1.30	36.51	2.30	43.29
Ammoniaca (NH_3)	0.00	0.00	1.34	42.54	0.01	43.89
Polveri sottili (PM_{10})	12.96	0.14	3.37	1.09	2.34	19.9
Ripartizione percentuale delle emissioni						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	61.8%	31.9%	4.8%	0.0%	1.5%	100.0%
Ossidi di azoto (NO_x)	20.7%	11.3%	38.2%	0.0%	29.8%	100.0%
Monossido di carb. (CO)	10.5%	2.9%	64.9%	0.3%	21.4%	100.0%
Metano (CH_4)	5.6%	1.8%	3.0%	84.3%	5.3%	100.0%
Ammoniaca (NH_3)	0.0%	0.0%	3.0%	96.9%	0.0%	100.0%
Polveri sottili (PM_{10})	65.1%	0.7%	16.9%	5.5%	11.7%	100.0%
Emissioni annue pro capite [kg/(a · ab)]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.40	0.21	0.03	0.00	0.01	0.65
Ossidi di azoto (NO_x)	2.16	1.18	3.99	0.00	3.11	10.44
Monossido di carb. (CO)	2.01	0.55	12.40	0.07	4.08	19.11
Metano (CH_4)	0.24	0.07	0.13	3.56	0.22	4.22
Ammoniaca (NH_3)	0.00	0.00	0.13	4.15	0.00	4.28
Polveri sottili (PM_{10})	1.27	0.01	0.33	0.11	0.23	1.95

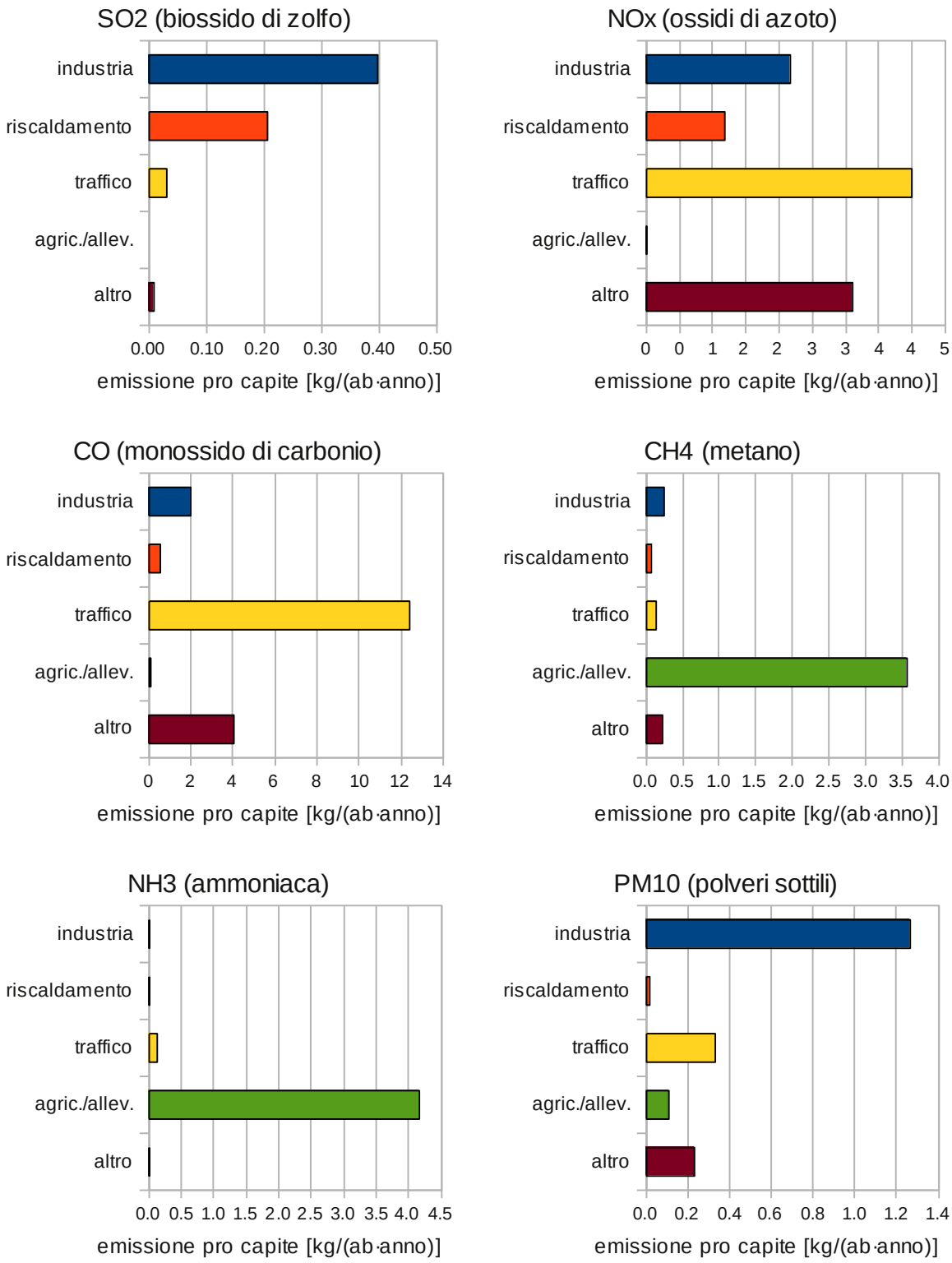
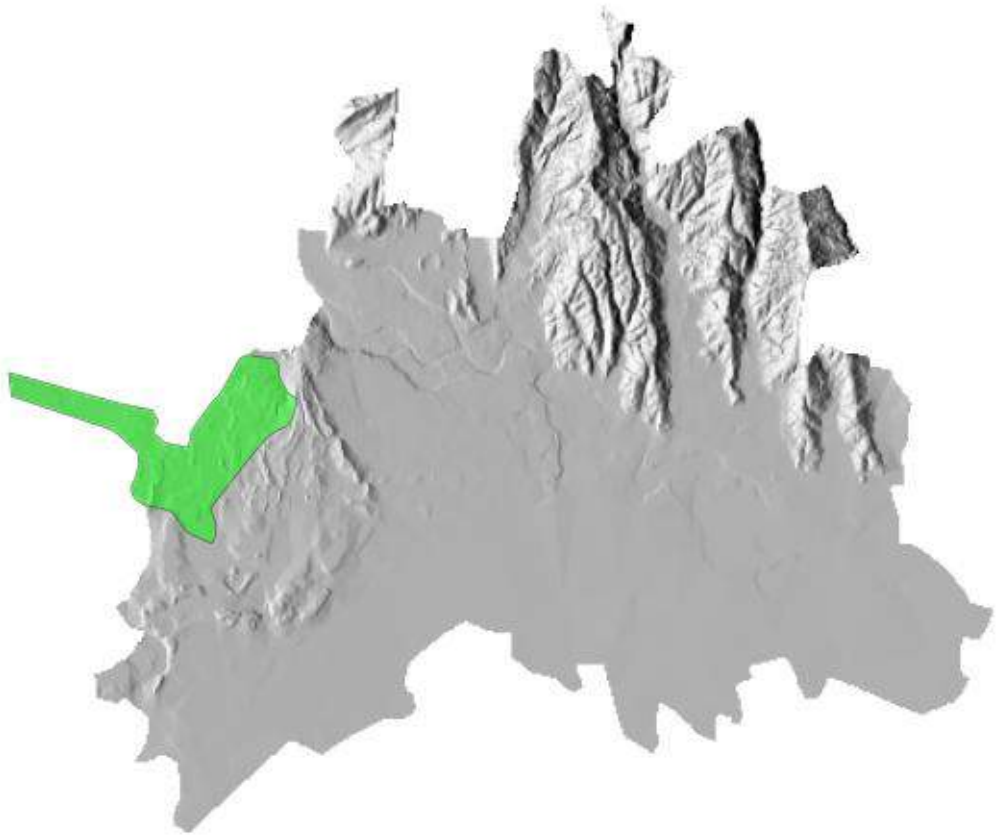


Figura 5-3: Emissioni pro capite per il Comune di Castel d'Azzano.

Tabella 5-6: Azioni possibili per il Comune di Castel d'Azzano.

AZIONE GENERALE	DESCRIZIONE OBIETTIVO	ACCESSIBILITÀ INFORMAZIONI	EFFICACIA
Trasporto urbano sostenibile: riduzione impatto mezzi privati	Passaggio da trasporto privato a trasporto pubblico	bassa	alta
	Adeguamento mezzi trasporto pubblico locale	alta	bassa
	Fluidificazione e regolazione della circolazione	media	media
	Definizione di corsie preferenziali	alta	bassa
	Rinnovo parco auto	media	bassa
	Aumento ZTL	alta	bassa
	Aumento aree pedonali	alta	bassa
	Aumento percorsi ciclo pedonali	alta	bassa
	Incentivazione ciclabilità	bassa	bassa
	Organizzazione di trasporti collettivi per i bambini che vanno a scuola	media	bassa
Riduzione dell'impatto dei mezzi commerciali	Governo accessi	alta	media
	Trasformazione o sostituzione mezzi commerciali	alta	media
	Limitazione del transito di mezzi pesanti in area urbana	media	alta
Riduzione dell'impatto degli impianti civili	Trasformazione e sostituzione degli impianti	bassa	media
	Miglioramento del rendimento energetico	media	media
	Osservanza di norme di contenimento energetico	bassa	media
	Incentivazione uso di energie rinnovabili	media	media
Riduzione impatto delle attività produttive	Riconversione e trasformazione mezzi di trasporto	media	bassa
	Piattaforme di interscambio merci	media	media
	Adozione BAT negli impianti produttivi	alta	alta
Applicazione misure programmate di limitazione traffico	Limitazione alla circolazione veicoli inquinanti	bassa	media
	Blocchi totali del traffico (es. Domeniche ecologiche)	bassa	bassa
Comunicazione e accordi	Comunicazione verso la cittadinanza, operatori economici, imprese	bassa	alta
	Stipula di accordi	media	alta

5.4 CASTELNUOVO DEL GARDA

Comune di CASTELNUOVO DEL GARDA			
Dati generali			
Abitanti	8612	Superficie [km^2]	34.46
Area climatologica	pianura	edificata	8.8%
Stazioni meteorologiche di riferimento	Castelnuovo del Garda	agricola	76.1%
Stazioni di qualità dell'aria di riferimento	Verona Corso Milano Verona Cason	boschiva	0.0%
		acque	15.1%
Localizzazione			
			
Fonti emissive analizzate *			
Numero di aziende	6	Lunghezza della rete stradale extraurbana [km]	101.22
Numero di allevamenti	25	Distanza globale percorsa annualmente [km]	$7.74 \cdot 10^8$

* sulla base dei dati pervenuti

Tabella 5-7: Emissioni totali annue, ripartizione percentuale tra i diversi settori e emissioni pro capite per il Comune di Castelnuovo del Garda.

Emissioni totali annue [t/a]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.10	1.77	2.23	0.00	0.07	4.17
Ossidi di azoto (NO_x)	5.01	10.14	298.22	0.05	22.48	335.90
Monossido di carb. (CO)	48.96	4.73	986.21	1.40	58.38	1099.68
Metano (CH_4)	43.85	0.64	9.30	654.07	84.56	792.42
Ammoniaca (NH_3)	0.00	0.00	10.39	350.24	0.00	360.63
Polveri sottili (PM_{10})	4.72	0.12	23.90	1.27	2.32	32.33
Ripartizione percentuale delle emissioni						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	2.3%	42.4%	53.5%	0.0%	1.7%	100.0%
Ossidi di azoto (NO_x)	1.5%	3.0%	88.8%	0.0%	6.7%	100.0%
Monossido di carb. (CO)	4.5%	0.4%	89.7%	0.1%	5.3%	100.0%
Metano (CH_4)	5.5%	0.1%	1.2%	82.5%	10.7%	100.0%
Ammoniaca (NH_3)	0.0%	0.0%	2.9%	97.1%	0.0%	100.0%
Polveri sottili (PM_{10})	14.6%	0.4%	73.9%	3.9%	7.2%	100.0%
Emissioni annue pro capite [kg/(a · ab)]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.01	0.21	0.26	0.00	0.01	0.49
Ossidi di azoto (NO_x)	0.58	1.18	34.63	0.01	2.61	39.01
Monossido di carb. (CO)	5.68	0.55	114.52	0.16	6.78	127.69
Metano (CH_4)	5.09	0.07	1.08	75.95	9.82	92.01
Ammoniaca (NH_3)	0.00	0.00	1.21	40.67	0.00	41.88
Polveri sottili (PM_{10})	0.55	0.01	2.78	0.15	0.27	3.76

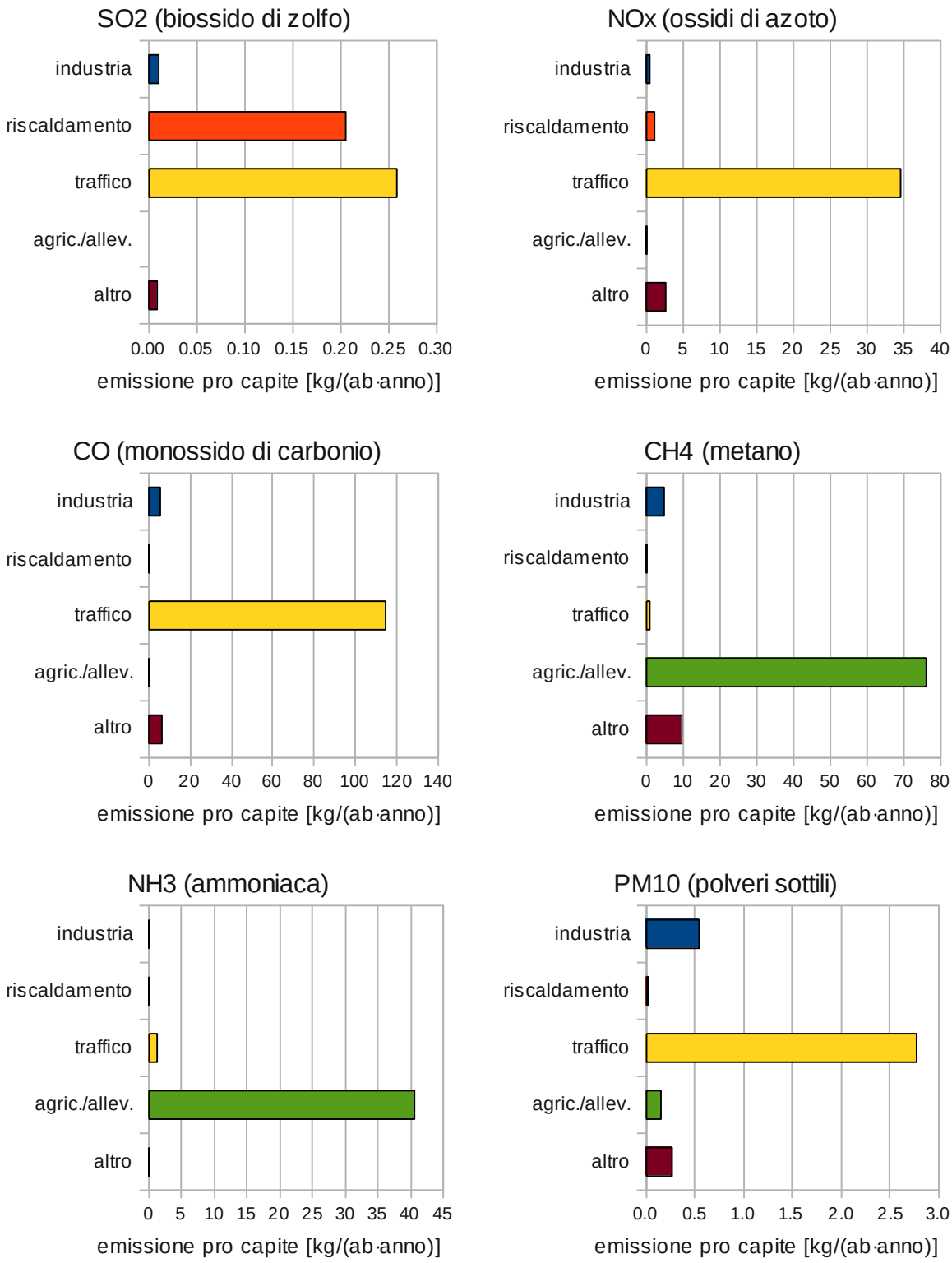
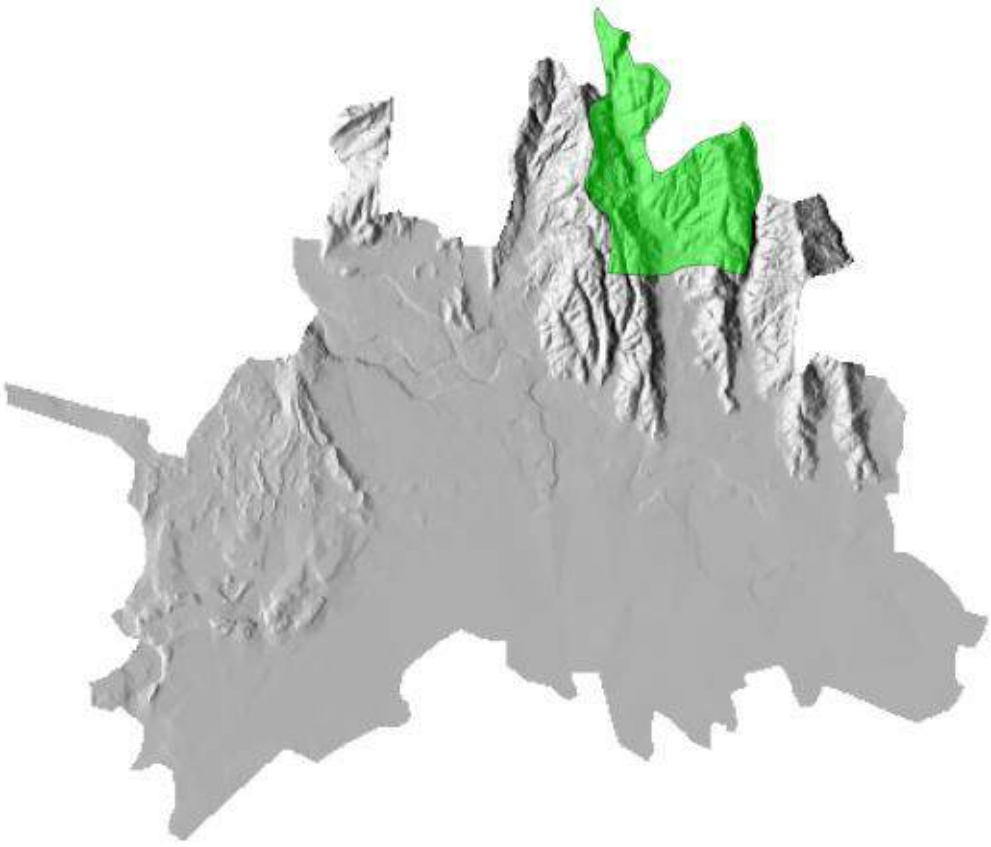


Figura 5-4: Emissioni pro capite per il Comune di Castelnuovo del Garda.

Tabella 5-8: Azioni possibili per il Comune di Castelnuovo del Garda.

AZIONE GENERALE	DESCRIZIONE OBIETTIVO	ACCESSIBILITÀ INFORMAZIONI	EFFICACIA
Trasporto urbano sostenibile: riduzione impatto mezzi privati	Passaggio da trasporto privato a trasporto pubblico	bassa	alta
	Adeguamento mezzi trasporto pubblico locale	alta	media
	Fluidificazione e regolazione della circolazione	media	bassa
	Definizione di corsie preferenziali	alta	bassa
	Rinnovo parco auto	media	bassa
	Aumento ZTL	alta	bassa
	Aumento aree pedonali	alta	bassa
	Aumento percorsi ciclo pedonali	alta	bassa
	Incentivazione ciclabilità	bassa	bassa
	Organizzazione di trasporti collettivi per i bambini che vanno a scuola	media	bassa
Riduzione dell'impatto dei mezzi commerciali	Governo accessi	alta	media
	Trasformazione o sostituzione mezzi commerciali	alta	media
	Limitazione del transito di mezzi pesanti in area urbana	media	alta
Riduzione dell'impatto degli impianti civili	Trasformazione e sostituzione degli impianti	bassa	media
	Miglioramento del rendimento energetico	media	media
	Osservanza di norme di contenimento energetico	bassa	media
	Incentivazione uso di energie rinnovabili	media	media
Riduzione impatto delle attività produttive	Riconversione e trasformazione mezzi di trasporto	media	bassa
	Piattaforme di interscambio merci	media	bassa
	Adozione BAT negli impianti produttivi	alta	media
Applicazione misure programmate di limitazione traffico	Limitazione alla circolazione veicoli inquinanti	bassa	alta
	Blocchi totali del traffico (es. Domeniche ecologiche)	bassa	bassa
Comunicazione e accordi	Comunicazione verso la cittadinanza, operatori economici, imprese	bassa	alta
	Stipula di accordi	media	alta

5.5 GREZZANA

Comune di GREZZANA			
Dati generali			
Abitanti	10045	Superficie [km^2]	49.44
Area climatologica	collina	edificata	6.4%
Stazioni meteorologiche di riferimento	Grezzana	agricola	45.0%
Stazioni di qualità dell'aria di riferimento	Verona Corso Milano Verona Cason Bosco Chiesanuova	boschiva	48.6%
		acque	0.0%
Localizzazione			
			
Fonti emissive analizzate *			
Numero di aziende	20	Lunghezza della rete stradale extraurbana [km]	47.59
Numero di allevamenti	128	Distanza globale percorsa annualmente [km]	$2.41 \cdot 10^8$

* sulla base dei dati pervenuti

Tabella 5-9: Emissioni totali annue, ripartizione percentuale tra i diversi settori e emissioni pro capite per il Comune di Grezzana.

Emissioni totali annue [t/a]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.29	2.06	0.75	0.00	0.09	3.19
Ossidi di azoto (NO_x)	6.21	11.83	96.50	0.00	31.63	146.17
Monossido di carb. (CO)	48.88	5.52	299.77	0.10	67.90	422.17
Metano (CH_4)	3.72	0.75	3.06	430.11	3.36	441.00
Ammoniaca (NH_3)	0.00	0.00	3.16	535.52	0.01	538.69
Polveri sottili (PM_{10})	9.90	0.14	7.96	24.96	2.91	45.87
Ripartizione percentuale delle emissioni						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	9.0%	64.6%	23.4%	0.0%	2.9%	100.0%
Ossidi di azoto (NO_x)	4.2%	8.1%	66.0%	0.0%	21.6%	100.0%
Monossido di carb. (CO)	11.6%	1.3%	71.0%	0.0%	16.1%	100.0%
Metano (CH_4)	0.8%	0.2%	0.7%	97.5%	0.8%	100.0%
Ammoniaca (NH_3)	0.0%	0.0%	0.6%	99.4%	0.0%	100.0%
Polveri sottili (PM_{10})	21.6%	0.3%	17.3%	54.4%	6.3%	100.0%
Emissioni annue pro capite [kg/(a · ab)]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.03	0.21	0.07	0.00	0.01	0.32
Ossidi di azoto (NO_x)	0.62	1.18	9.61	0.00	3.15	14.56
Monossido di carb. (CO)	4.87	0.55	29.84	0.01	6.76	42.03
Metano (CH_4)	0.37	0.07	0.30	42.82	0.33	43.89
Ammoniaca (NH_3)	0.00	0.00	0.31	53.31	0.00	53.62
Polveri sottili (PM_{10})	0.99	0.01	0.79	2.48	0.29	4.56

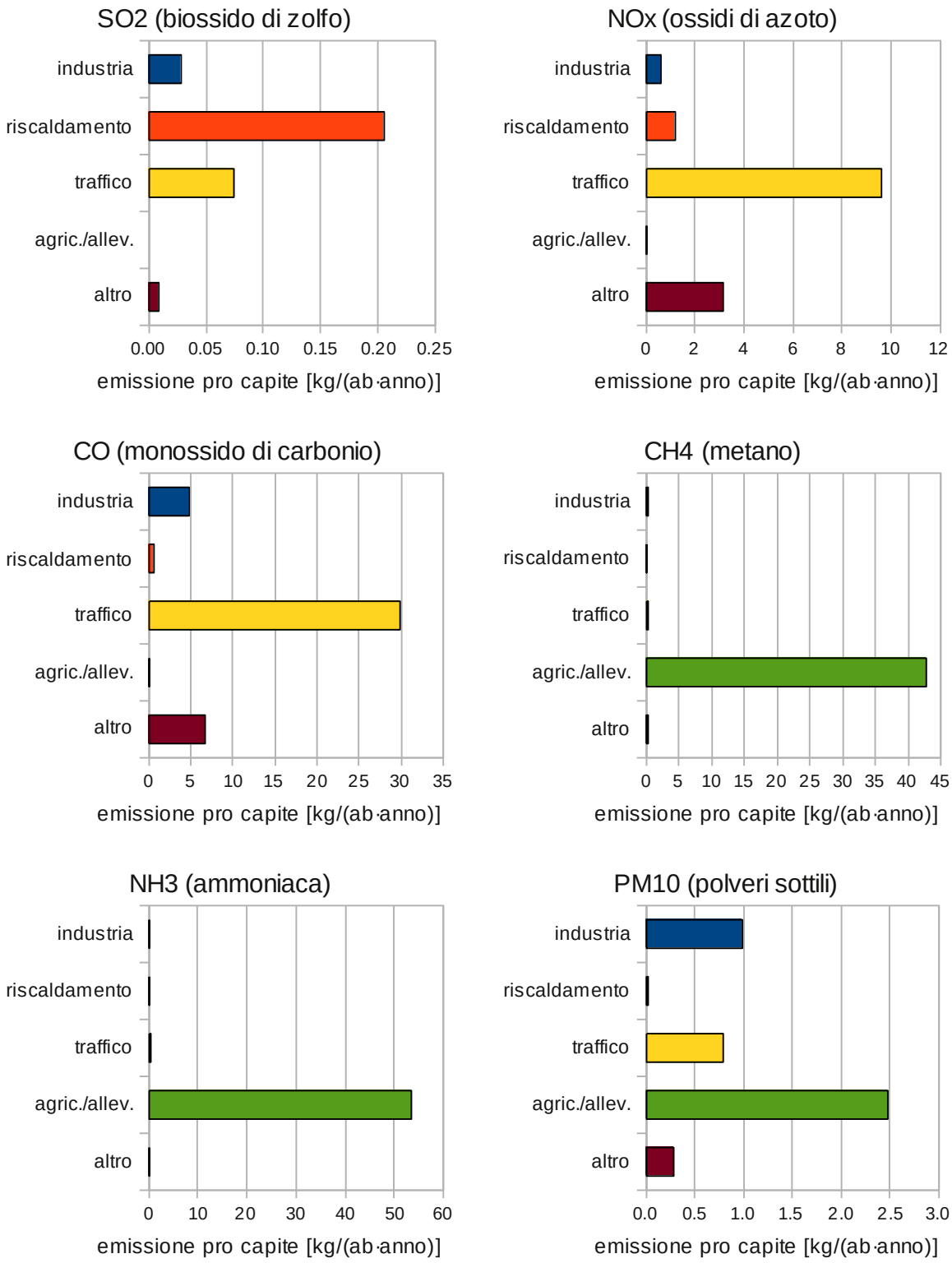
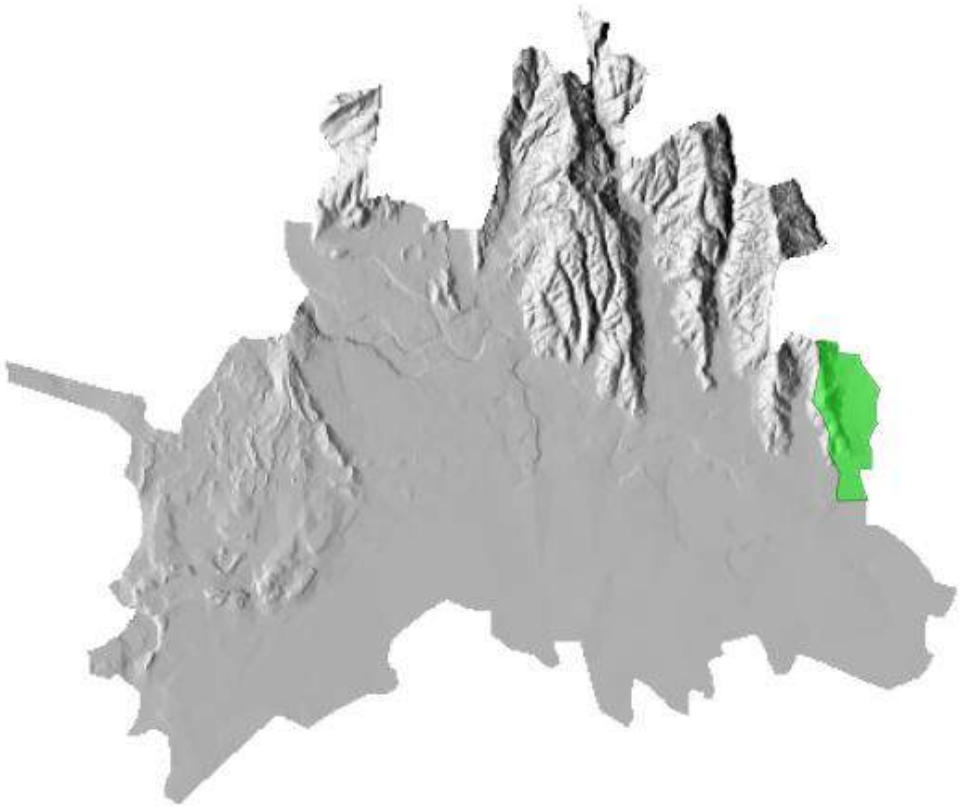


Figura 5-5: Emissioni pro capite per il Comune di Grezzana.

Tabella 5-10: Azioni possibili per il Comune di Grezzana.

AZIONE GENERALE	DESCRIZIONE OBIETTIVO	ACCESSIBILITÀ INFORMAZIONI	EFFICACIA
Trasporto urbano sostenibile: riduzione impatto mezzi privati	Passaggio da trasporto privato a trasporto pubblico	bassa	alta
	Adeguamento mezzi trasporto pubblico locale	alta	bassa
	Fluidificazione e regolazione della circolazione	media	bassa
	Definizione di corsie preferenziali	alta	bassa
	Rinnovo parco auto	media	bassa
	Aumento ZTL	alta	bassa
	Aumento aree pedonali	alta	bassa
	Aumento percorsi ciclo pedonali	alta	bassa
	Incentivazione ciclabilità	bassa	bassa
	Organizzazione di trasporti collettivi per i bambini che vanno a scuola	media	bassa
Riduzione dell'impatto dei mezzi commerciali	Governo accessi	alta	media
	Trasformazione o sostituzione mezzi commerciali	alta	alta
	Limitazione del transito di mezzi pesanti in area urbana	media	alta
Riduzione dell'impatto degli impianti civili	Trasformazione e sostituzione degli impianti	bassa	media
	Miglioramento del rendimento energetico	media	media
	Osservanza di norme di contenimento energetico	bassa	media
	Incentivazione uso di energie rinnovabili	media	media
Riduzione impatto delle attività produttive	Riconversione e trasformazione mezzi di trasporto	media	alta
	Piattaforme di interscambio merci	media	bassa
	Adozione BAT negli impianti produttivi	alta	alta
Applicazione misure programmate di limitazione traffico	Limitazione alla circolazione veicoli inquinanti	bassa	media
	Blocchi totali del traffico (es. Domeniche ecologiche)	bassa	bassa
Comunicazione e accordi	Comunicazione verso la cittadinanza, operatori economici, imprese	bassa	alta
	Stipula di accordi	media	alta

5.6 LAVAGNO

Comune di LAVAGNO			
Dati generali			
Abitanti	5964	Superficie [km^2]	14.63
Area climatologica	pianura	edificata	8.4%
Stazioni meteorologiche di riferimento	Villafranca di Verona Valeggio sul Mincio Verona via Dominutti	agricola	87.9%
Stazioni di qualità dell'aria di riferimento	San Martino Buon Albergo San Bonifacio Verona Corso Milano Verona Cason	boschiva	3.7%
		acque	0.0%
Localizzazione			
			
Fonti emissive analizzate *			
Numero di aziende	1	Lunghezza della rete stradale extraurbana [km]	93.18
Numero di allevamenti	6	Distanza globale percorsa annualmente [km]	$9.15 \cdot 10^8$

* sulla base dei dati pervenuti

Tabella 5-11: Emissioni totali annue, ripartizione percentuale tra i diversi settori e emissioni pro capite per il Comune di Lavagno.

Emissioni totali annue [t/a]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.41	1.22	2.71	0.00	0.03	4.37
Ossidi di azoto (NO_x)	4.37	7.02	357.59	0.01	7.87	376.86
Monossido di carb. (CO)	26.88	3.28	1155.18	0.32	26.98	1212.64
Metano (CH_4)	1.11	0.44	11.23	31.04	1.08	44.90
Ammoniaca (NH_3)	0.00	0.00	12.17	76.17	0.00	88.34
Polveri sottili (PM_{10})	3.05	0.08	28.97	4.32	0.91	37.33
Ripartizione percentuale delle emissioni						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	9.3%	28.0%	62.0%	0.0%	0.7%	100.0%
Ossidi di azoto (NO_x)	1.2%	1.9%	94.9%	0.0%	2.1%	100.0%
Monossido di carb. (CO)	2.2%	0.3%	95.3%	0.0%	2.2%	100.0%
Metano (CH_4)	2.5%	1.0%	25.0%	69.1%	2.4%	100.0%
Ammoniaca (NH_3)	0.0%	0.0%	13.8%	86.2%	0.0%	100.0%
Polveri sottili (PM_{10})	8.2%	0.2%	77.6%	11.6%	2.4%	100.0%
Emissioni annue pro capite [kg/(a · ab)]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.07	0.21	0.45	0.00	0.01	0.74
Ossidi di azoto (NO_x)	0.73	1.18	59.96	0.00	1.32	63.19
Monossido di carb. (CO)	4.51	0.55	193.69	0.05	4.52	203.32
Metano (CH_4)	0.19	0.07	1.88	5.20	0.18	7.52
Ammoniaca (NH_3)	0.00	0.00	2.04	12.77	0.00	14.81
Polveri sottili (PM_{10})	0.51	0.01	4.86	0.72	0.15	6.25

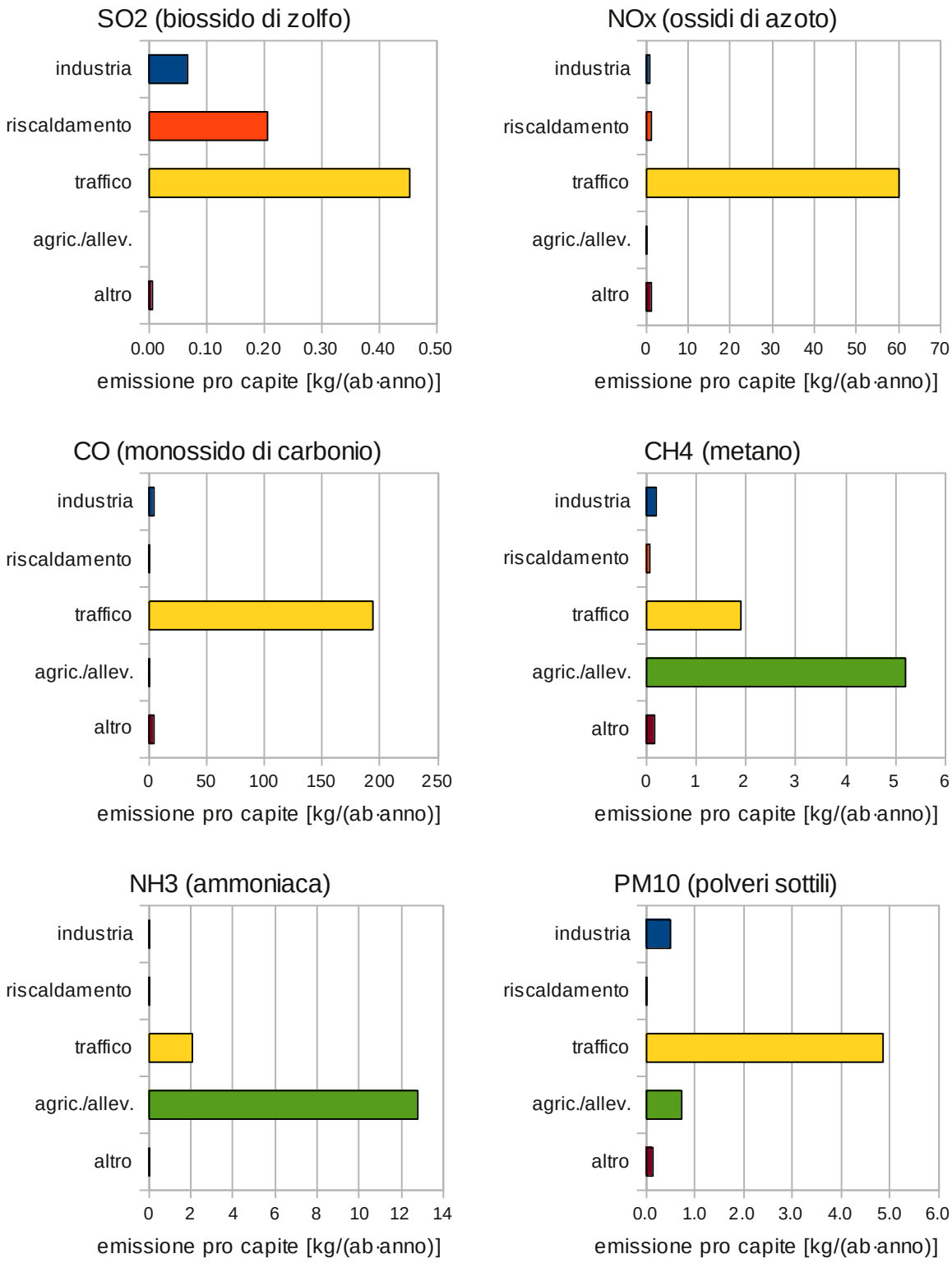
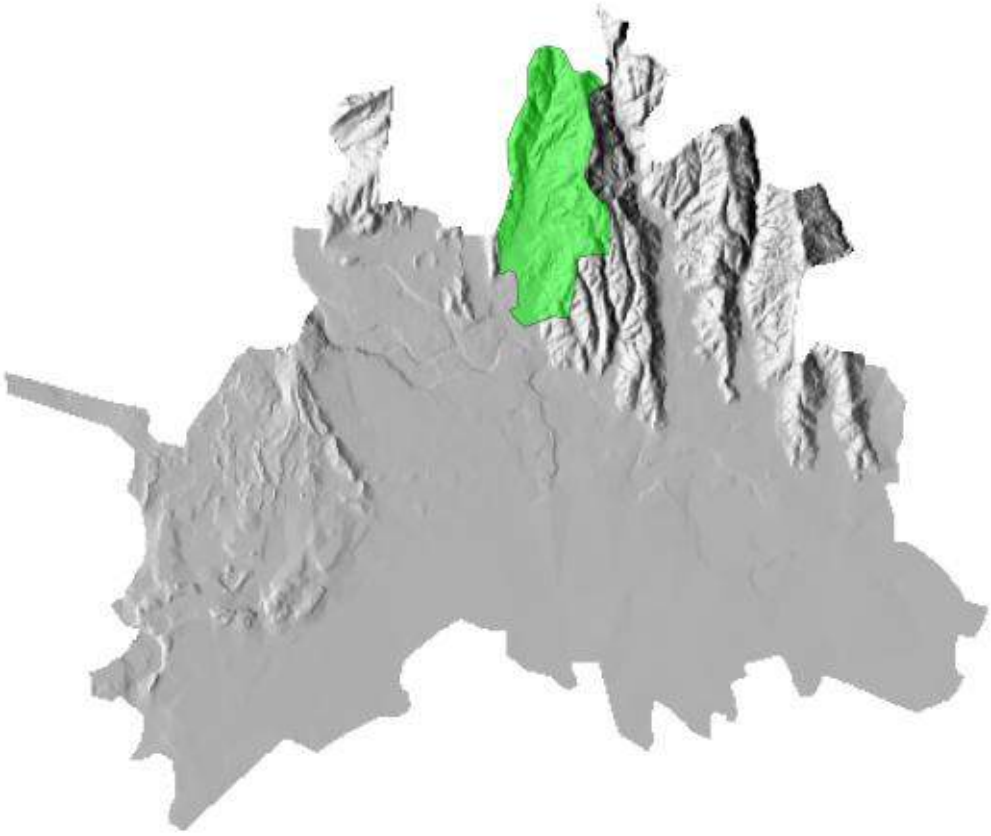


Figura 5-6: Emissioni pro capite per il Comune di Lavagno.

Tabella 5-12: Azioni possibili per il Comune di Lavagno.

AZIONE GENERALE	DESCRIZIONE OBIETTIVO	ACCESSIBILITÀ INFORMAZIONI	EFFICACIA
Trasporto urbano sostenibile: riduzione impatto mezzi privati	Passaggio da trasporto privato a trasporto pubblico	bassa	alta
	Adeguamento mezzi trasporto pubblico locale	alta	bassa
	Fluidificazione e regolazione della circolazione	media	media
	Definizione di corsie preferenziali	alta	bassa
	Rinnovo parco auto	media	bassa
	Aumento ZTL	alta	bassa
	Aumento aree pedonali	alta	bassa
	Aumento percorsi ciclo pedonali	alta	bassa
	Incentivazione ciclabilità	bassa	bassa
	Organizzazione di trasporti collettivi per i bambini che vanno a scuola	media	bassa
Riduzione dell'impatto dei mezzi commerciali	Governo accessi	alta	media
	Trasformazione o sostituzione mezzi commerciali	alta	media
	Limitazione del transito di mezzi pesanti in area urbana	media	alta
Riduzione dell'impatto degli impianti civili	Trasformazione e sostituzione degli impianti	bassa	media
	Miglioramento del rendimento energetico	media	media
	Osservanza di norme di contenimento energetico	bassa	media
	Incentivazione uso di energie rinnovabili	media	media
Riduzione impatto delle attività produttive	Riconversione e trasformazione mezzi di trasporto	media	bassa
	Piattaforme di interscambio merci	media	bassa
	Adozione BAT negli impianti produttivi	alta	alta
Applicazione misure programmate di limitazione traffico	Limitazione alla circolazione veicoli inquinanti	bassa	alta
	Blocchi totali del traffico (es. Domeniche ecologiche)	bassa	bassa
Comunicazione e accordi	Comunicazione verso la cittadinanza, operatori economici, imprese	bassa	alta
	Stipula di accordi	media	alta

5.7 NEGRAR

Comune di NEGRAR			
Dati generali			
Abitanti	16184	Superficie [km^2]	40.32
Area climatologica	collina	edificata	10.5%
Stazioni meteorologiche di riferimento	Marano di Valpolicella Grezzana	agricola	49.1%
Stazioni di qualità dell'aria di riferimento	Verona Corso Milano Verona Cason	boschiva	40.5%
		acque	0.0%
Localizzazione			
			
Fonti emissive analizzate *			
Numero di aziende	3	Lunghezza della rete stradale extraurbana [km]	89.00
Numero di allevamenti	31	Distanza globale percorsa annualmente [km]	$2.93 \cdot 10^8$

* sulla base dei dati pervenuti

Tabella 5-13: Emissioni totali annue, ripartizione percentuale tra i diversi settori e emissioni pro capite per il Comune di Negrar.

Emissioni totali annue [t/a]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.29	3.32	0.91	0.00	0.13	4.65
Ossidi di azoto (NO_x)	4.73	19.06	117.10	0.00	40.99	181.88
Monossido di carb. (CO)	39.90	8.90	363.78	0.04	76.58	489.20
Metano (CH_4)	3.20	1.21	3.72	64.73	3.28	76.14
Ammoniaca (NH_3)	0.00	0.00	3.83	93.30	0.01	97.14
Polveri sottili (PM_{10})	6.24	0.23	9.66	4.57	3.51	24.21
Ripartizione percentuale delle emissioni						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	6.3%	71.4%	19.5%	0.0%	2.8%	100.0%
Ossidi di azoto (NO_x)	2.6%	10.5%	64.4%	0.0%	22.5%	100.0%
Monossido di carb. (CO)	8.2%	1.8%	74.4%	0.0%	15.7%	100.0%
Metano (CH_4)	4.2%	1.6%	4.9%	85.0%	4.3%	100.0%
Ammoniaca (NH_3)	0.0%	0.0%	3.9%	96.0%	0.0%	100.0%
Polveri sottili (PM_{10})	25.8%	0.9%	39.9%	18.9%	14.5%	100.0%
Emissioni annue pro capite [kg/(a · ab)]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.02	0.21	0.06	0.00	0.01	0.30
Ossidi di azoto (NO_x)	0.29	1.18	7.24	0.00	2.53	11.24
Monossido di carb. (CO)	2.47	0.55	22.48	0.00	4.73	30.23
Metano (CH_4)	0.20	0.07	0.23	4.00	0.20	4.70
Ammoniaca (NH_3)	0.00	0.00	0.24	5.77	0.00	6.01
Polveri sottili (PM_{10})	0.39	0.01	0.60	0.28	0.22	1.50

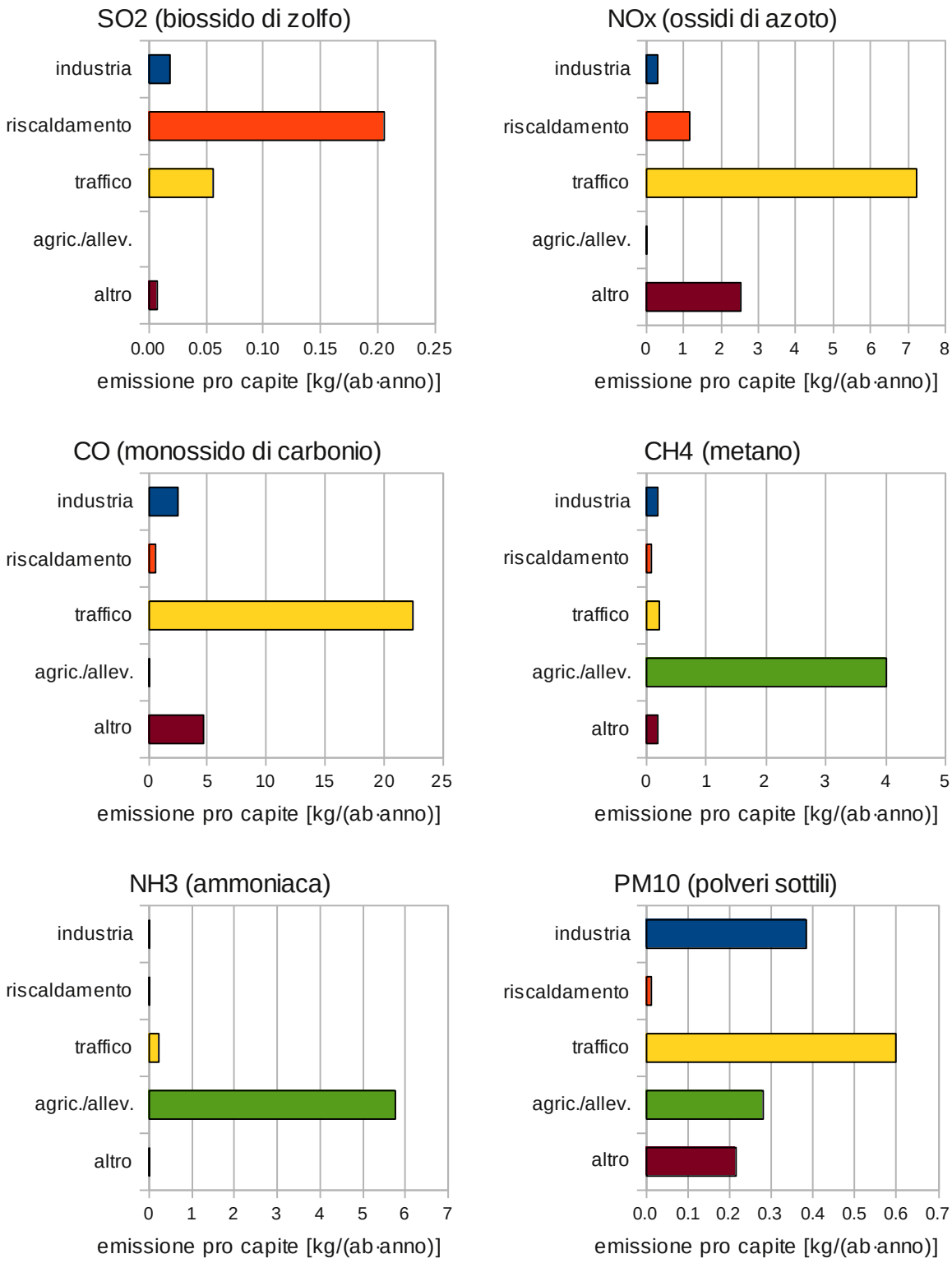
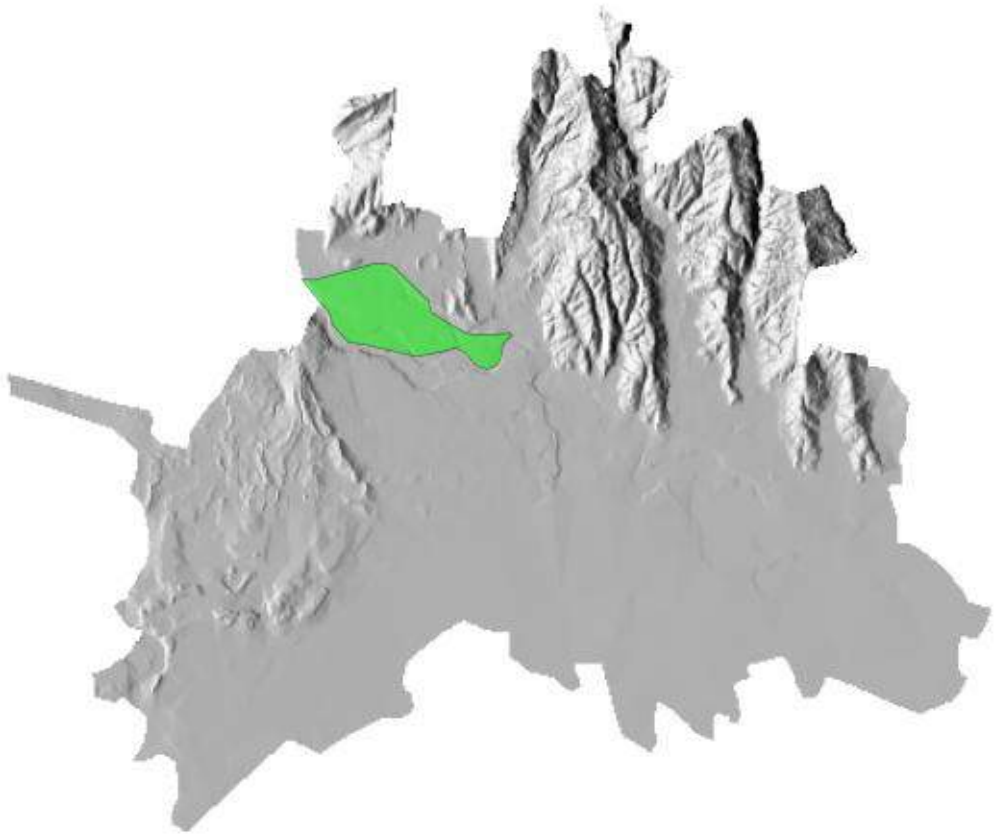


Figura 5-7: Emissioni pro capite per il Comune di Negrar.

Tabella 5-14: Azioni possibili per il Comune di Negrar.

AZIONE GENERALE	DESCRIZIONE OBIETTIVO	ACCESSIBILITÀ INFORMAZIONI	EFFICACIA
Trasporto urbano sostenibile: riduzione impatto mezzi privati	Passaggio da trasporto privato a trasporto pubblico	bassa	alta
	Adeguamento mezzi trasporto pubblico locale	alta	bassa
	Fluidificazione e regolazione della circolazione	media	media
	Definizione di corsie preferenziali	alta	media
	Rinnovo parco auto	media	bassa
	Aumento ZTL	alta	bassa
	Aumento aree pedonali	alta	bassa
	Aumento percorsi ciclo pedonali	alta	bassa
	Incentivazione ciclabilità	bassa	bassa
	Organizzazione di trasporti collettivi per i bambini che vanno a scuola	media	bassa
Riduzione dell'impatto dei mezzi commerciali	Governo accessi	alta	media
	Trasformazione o sostituzione mezzi commerciali	alta	media
	Limitazione del transito di mezzi pesanti in area urbana	media	alta
Riduzione dell'impatto degli impianti civili	Trasformazione e sostituzione degli impianti	bassa	media
	Miglioramento del rendimento energetico	media	media
	Osservanza di norme di contenimento energetico	bassa	media
	Incentivazione uso di energie rinnovabili	media	media
Riduzione impatto delle attività produttive	Riconversione e trasformazione mezzi di trasporto	media	bassa
	Piattaforme di interscambio merci	media	bassa
	Adozione BAT negli impianti produttivi	alta	media
Applicazione misure programmate di limitazione traffico	Limitazione alla circolazione veicoli inquinanti	bassa	media
	Blocchi totali del traffico (es. Domeniche ecologiche)	bassa	bassa
Comunicazione e accordi	Comunicazione verso la cittadinanza, operatori economici, imprese	bassa	alta
	Stipula di accordi	media	alta

5.8 PESCANTINA

Comune di PESCANTINA			
Dati generali			
Abitanti	12414	Superficie [km^2]	19.67
Area climatologica	collina	edificata	24.4%
Stazioni meteorologiche di riferimento	Castelnuovo del Garda	agricola	73.7%
Stazioni di qualità dell'aria di riferimento	Verona Corso Milano Verona Cason	boschiva	0.0%
		acque	1.9%
Localizzazione			
			
Fonti emissive analizzate *			
Numero di aziende	0	Lunghezza della rete stradale extraurbana [km]	90.34
Numero di allevamenti	30	Distanza globale percorsa annualmente [km]	$3.15 \cdot 10^8$

* sulla base dei dati pervenuti

Tabella 5-15: Emissioni totali annue, ripartizione percentuale tra i diversi settori e emissioni pro capite per il Comune di Pescantina.

Emissioni totali annue [t/a]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.63	2.55	0.98	0.00	0.12	4.28
Ossidi di azoto (NO_x)	7.17	14.62	126.1	0.01	37.88	185.78
Monossido di carb. (CO)	25.14	6.82	391.71	0.16	60.46	484.29
Metano (CH_4)	5.00	0.93	4.00	251.59	1800.00	2061.52
Ammoniaca (NH_3)	52.68	0.00	4.13	578.56	52.69	688.06
Polveri sottili (PM_{10})	3.00	0.17	10.40	27.96	1.00	42.53
Ripartizione percentuale delle emissioni						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	14.7%	59.7%	22.9%	0.0%	2.7%	100.0%
Ossidi di azoto (NO_x)	3.9%	7.9%	67.9%	0.0%	20.4%	100.0%
Monossido di carb. (CO)	5.2%	1.4%	80.9%	0.0%	12.5%	100.0%
Metano (CH_4)	0.2%	0.0%	0.2%	12.2%	87.3%	100.0%
Ammoniaca (NH_3)	7.7%	0.0%	0.6%	84.1%	7.7%	100.0%
Polveri sottili (PM_{10})	7.1%	0.4%	24.4%	65.7%	2.4%	100.0%
Emissioni annue pro capite [kg/(a · ab)]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.05	0.16	0.06	0.00	0.01	0.28
Ossidi di azoto (NO_x)	0.58	0.90	7.79	0.00	2.34	11.61
Monossido di carb. (CO)	2.02	0.42	24.20	0.01	3.74	30.39
Metano (CH_4)	0.40	0.06	0.25	15.55	111.22	127.48
Ammoniaca (NH_3)	4.24	0.00	0.26	35.75	3.26	43.51
Polveri sottili (PM_{10})	0.24	0.01	0.64	1.73	0.06	2.68

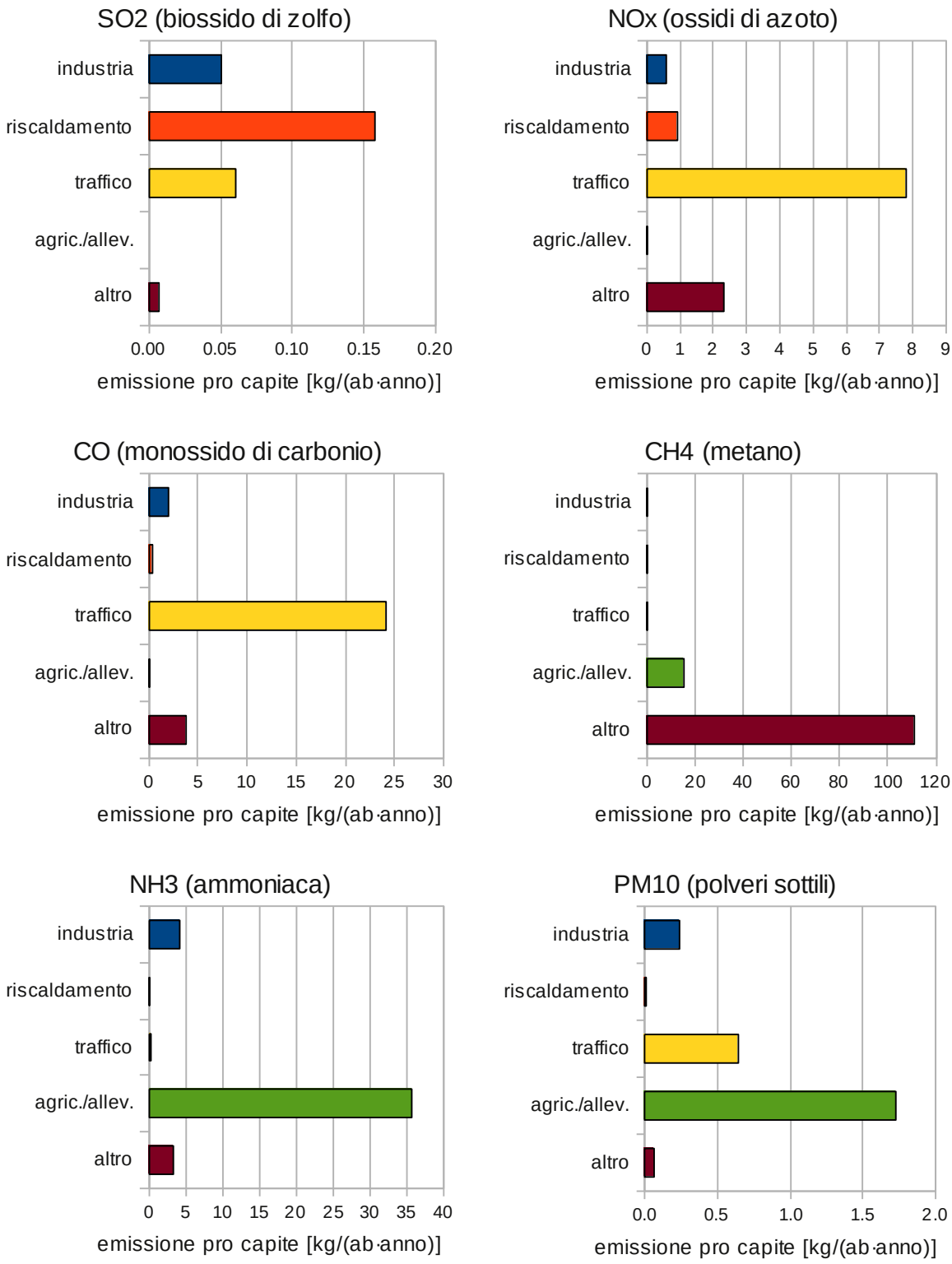


Figura 5-8: Emissioni pro capite per il Comune di Pescantina.

Tabella 5-16: Azioni possibili per il Comune di Pescantina.

AZIONE GENERALE	DESCRIZIONE OBIETTIVO	ACCESSIBILITÀ INFORMAZIONI	EFFICACIA
Trasporto urbano sostenibile: riduzione impatto mezzi privati	Passaggio da trasporto privato a trasporto pubblico	bassa	alta
	Adeguamento mezzi trasporto pubblico locale	alta	bassa
	Fluidificazione e regolazione della circolazione	media	bassa
	Definizione di corsie preferenziali	alta	bassa
	Rinnovo parco auto	media	bassa
	Aumento ZTL	alta	bassa
	Aumento aree pedonali	alta	bassa
	Aumento percorsi ciclo pedonali	alta	bassa
	Incentivazione ciclabilità	bassa	bassa
	Organizzazione di trasporti collettivi per i bambini che vanno a scuola	media	bassa
Riduzione dell'impatto dei mezzi commerciali	Governo accessi	alta	media
	Trasformazione o sostituzione mezzi commerciali	alta	media
	Limitazione del transito di mezzi pesanti in area urbana	media	alta
Riduzione dell'impatto degli impianti civili	Trasformazione e sostituzione degli impianti	bassa	media
	Miglioramento del rendimento energetico	media	media
	Osservanza di norme di contenimento energetico	bassa	media
	Incentivazione uso di energie rinnovabili	media	media
Riduzione impatto delle attività produttive	Riconversione e trasformazione mezzi di trasporto	media	bassa
	Piattaforme di interscambio merci	media	bassa
	Adozione BAT negli impianti produttivi	alta	alta
Applicazione misure programmate di limitazione traffico	Limitazione alla circolazione veicoli inquinanti	bassa	media
	Blocchi totali del traffico (es. Domeniche ecologiche)	bassa	bassa
Comunicazione e accordi	Comunicazione verso la cittadinanza, operatori economici, imprese	bassa	alta
	Stipula di accordi	media	alta

5.9 SAN GIOVANNI LUPATOTO

Comune di SAN GIOVANNI LUPATOTO			
Dati generali			
Abitanti	21298	Superficie [km^2]	19.03
Area climatologica	pianura	edificata	34.0%
Stazioni meteorologiche di riferimento	Villafranca di Verona Verona via Dominutti	agricola	63.4%
Stazioni di qualità dell'aria di riferimento	San Giovanni Luptatoto Ca' del Bue, Matozze	boschiva	0.0%
		acque	2.6%
Localizzazione			
Fonti emissive analizzate *			
Numero di aziende	22	Lunghezza della rete stradale extraurbana [km]	246.71
Numero di allevamenti	23	Distanza globale percorsa annualmente [km]	$1.36 \cdot 10^9$

* sulla base dei dati pervenuti

Tabella 5-17: Emissioni totali annue, ripartizione percentuale tra i diversi settori e emissioni pro capite per il Comune di San Giovanni Lupatoto.

Emissioni totali annue [t/a]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	3.80	4.37	4.13	0.00	0.19	12.49
Ossidi di azoto (NO_x)	37.50	25.08	538.80	0.02	59.64	661.04
Monossido di carb. (CO)	348.08	11.71	1704.28	0.61	78.70	2143.38
Metano (CH_4)	7.19	1.59	17.01	130.86	3.07	159.72
Ammoniaca (NH_3)	0.00	0.00	17.96	159.30	0.01	177.27
Polveri sottili (PM_{10})	108.20	0.30	44.08	6.02	4.21	162.81
Ripartizione percentuale delle emissioni						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	30.4%	35.0%	33.1%	0.0%	1.5%	100.0%
Ossidi di azoto (NO_x)	5.7%	3.8%	81.5%	0.0%	9.0%	100.0%
Monossido di carb. (CO)	16.2%	0.5%	79.5%	0.0%	3.7%	100.0%
Metano (CH_4)	4.5%	1.0%	10.7%	81.9%	1.9%	100.0%
Ammoniaca (NH_3)	0.0%	0.0%	10.1%	89.9%	0.0%	100.0%
Polveri sottili (PM_{10})	66.5%	0.2%	27.1%	3.7%	2.6%	100.0%
Emissioni annue pro capite [kg/(a · ab)]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.18	0.21	0.19	0.00	0.01	0.59
Ossidi di azoto (NO_x)	1.76	1.18	25.30	0.00	2.80	31.04
Monossido di carb. (CO)	16.34	0.55	80.02	0.03	3.70	100.64
Metano (CH_4)	0.34	0.07	0.80	6.14	0.14	7.49
Ammoniaca (NH_3)	0.00	0.00	0.84	7.48	0.00	8.32
Polveri sottili (PM_{10})	5.08	0.01	2.07	0.28	0.20	7.64

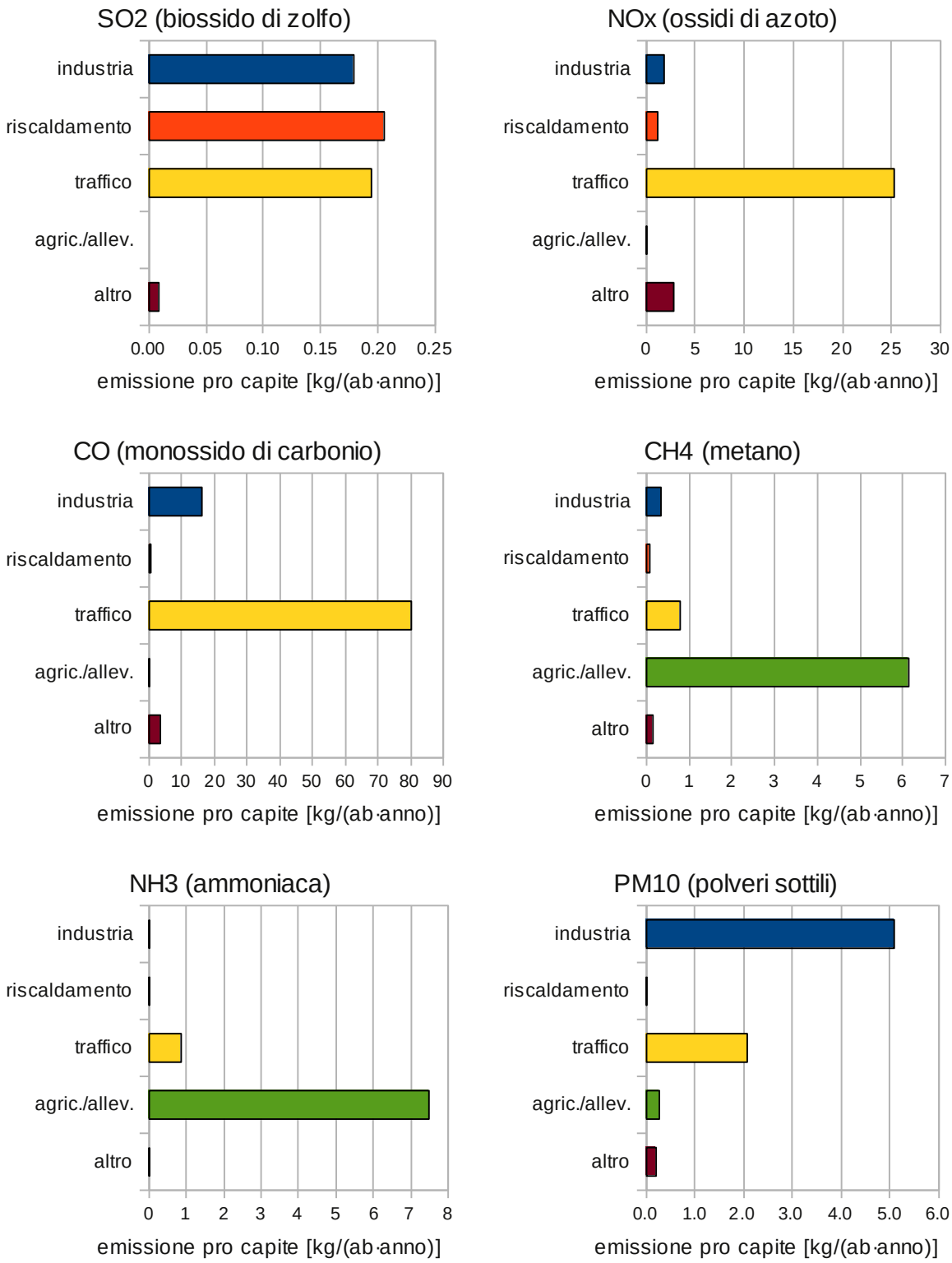
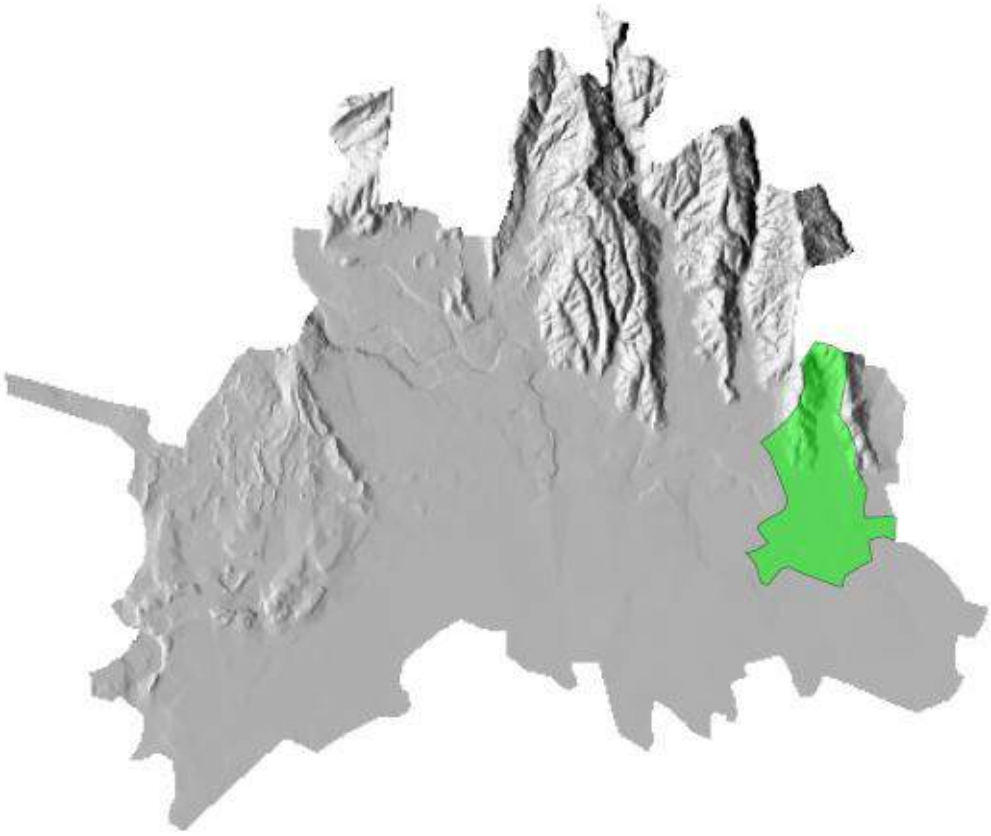


Figura 5-9: Emissioni pro capite per il Comune di San Giovanni Lupatoto.

Tabella 5-18: Azioni possibili per il Comune di San Giovanni Lupatoto.

AZIONE GENERALE	DESCRIZIONE OBIETTIVO	ACCESSIBILITÀ INFORMAZIONI	EFFICACIA
Trasporto urbano sostenibile: riduzione impatto mezzi privati	Passaggio da trasporto privato a trasporto pubblico	bassa	alta
	Adeguamento mezzi trasporto pubblico locale	alta	bassa
	Fluidificazione e regolazione della circolazione	media	media
	Definizione di corsie preferenziali	alta	media
	Rinnovo parco auto	media	bassa
	Aumento ZTL	alta	bassa
	Aumento aree pedonali	alta	bassa
	Aumento percorsi ciclo pedonali	alta	bassa
	Incentivazione ciclabilità	bassa	bassa
	Organizzazione di trasporti collettivi per i bambini che vanno a scuola	media	bassa
Riduzione dell'impatto dei mezzi commerciali	Governo accessi	alta	media
	Trasformazione o sostituzione mezzi commerciali	alta	media
	Limitazione del transito di mezzi pesanti in area urbana	media	alta
Riduzione dell'impatto degli impianti civili	Trasformazione e sostituzione degli impianti	bassa	media
	Miglioramento del rendimento energetico	media	media
	Osservanza di norme di contenimento energetico	bassa	media
	Incentivazione uso di energie rinnovabili	media	media
Riduzione impatto delle attività produttive	Riconversione e trasformazione mezzi di trasporto	media	bassa
	Piattaforme di interscambio merci	media	media
	Adozione BAT negli impianti produttivi	alta	alta
Applicazione misure programmate di limitazione traffico	Limitazione alla circolazione veicoli inquinanti	bassa	media
	Blocchi totali del traffico (es. Domeniche ecologiche)	bassa	bassa
Comunicazione e accordi	Comunicazione verso la cittadinanza, operatori economici, imprese	bassa	alta
	Stipula di accordi	media	alta

5.10 SAN MARTINO BUON ALBERGO

Comune di SAN MARTINO BUON ALBERGO			
Dati generali			
Abitanti	13095	Superficie [km^2]	34.55
Area climatologica	pianura	edificata	11.4%
Stazioni meteorologiche di riferimento	Villafranca di Verona Valeggio sul Mincio	agricola	79.6%
Stazioni di qualità dell'aria di riferimento	San Martino Buon Albergo Verona Corso Milano Verona Cason	boschiva	7.9%
		acque	1.1%
Localizzazione			
			
Fonti emissive analizzate *			
Numero di aziende	26	Lunghezza della rete stradale extraurbana [km]	258.48
Numero di allevamenti	71	Distanza globale percorsa annualmente [km]	$1.89 \cdot 10^9$

* sulla base dei dati pervenuti

Tabella 5-19: Emissioni totali annue, ripartizione percentuale tra i diversi settori e emissioni pro capite per il Comune di San Martino Buon Albergo.

Emissioni totali annue [t/a]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	11.74	2.69	5.60	0.00	0.09	20.12
Ossidi di azoto (NO_x)	107.92	15.42	736.29	0.03	29.06	888.72
Monossido di carb. (CO)	108.01	7.20	2366.77	0.74	59.65	2542.37
Metano (CH_4)	1001.12	0.98	23.15	384.67	66.85	1476.77
Ammoniaca (NH_3)	0.08	0.00	24.93	268.28	0.01	293.30
Polveri sottili (PM_{10})	10.18	0.18	59.79	6.56	2.49	79.20
Ripartizione percentuale delle emissioni						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	58.3%	13.4%	27.8%	0.0%	0.5%	100.0%
Ossidi di azoto (NO_x)	12.1%	1.7%	82.8%	0.0%	3.3%	100.0%
Monossido di carb. (CO)	4.2%	0.3%	93.1%	0.0%	2.3%	100.0%
Metano (CH_4)	67.8%	0.1%	1.6%	26.0%	4.5%	100.0%
Ammoniaca (NH_3)	0.0%	0.0%	8.5%	91.5%	0.0%	100.0%
Polveri sottili (PM_{10})	12.9%	0.2%	75.5%	8.3%	3.1%	100.0%
Emissioni annue pro capite [kg/(a · ab)]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.90	0.21	0.43	0.00	0.01	1.55
Ossidi di azoto (NO_x)	8.24	1.18	56.23	0.00	2.22	67.87
Monossido di carb. (CO)	8.25	0.55	180.74	0.06	4.56	194.16
Metano (CH_4)	76.45	0.07	1.77	29.38	5.10	112.77
Ammoniaca (NH_3)	0.01	0.00	1.90	20.49	0.00	22.40
Polveri sottili (PM_{10})	0.78	0.01	4.57	0.50	0.19	6.05

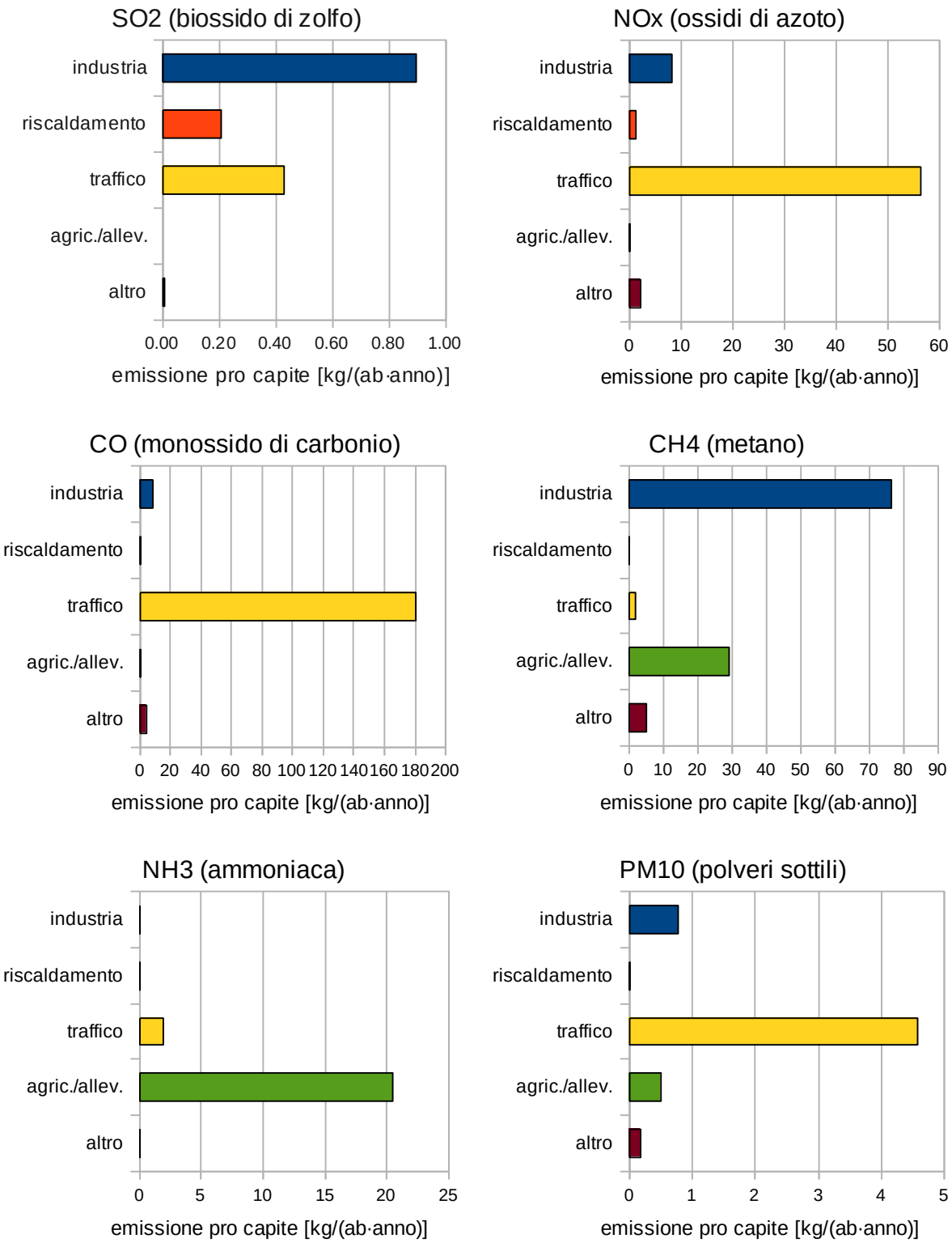
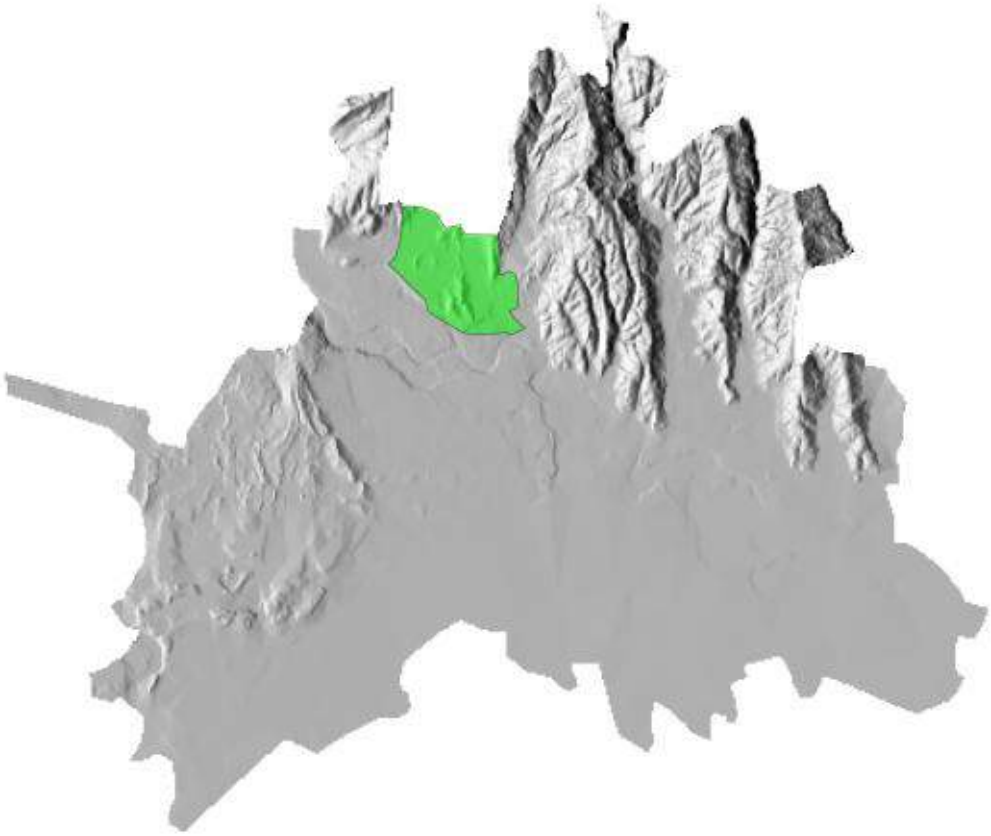


Figura 5-10: Emissioni pro capite per il Comune di San Martino Buon Albergo.

Tabella 5-20: Azioni possibili per il Comune di San Martino Buon Albergo.

AZIONE GENERALE	DESCRIZIONE OBIETTIVO	ACCESSIBILITÀ INFORMAZIONI	EFFICACIA
Trasporto urbano sostenibile: riduzione impatto mezzi privati	Passaggio da trasporto privato a trasporto pubblico	bassa	alta
	Adeguamento mezzi trasporto pubblico locale	alta	bassa
	Fluidificazione e regolazione della circolazione	media	media
	Definizione di corsie preferenziali	alta	media
	Rinnovo parco auto	media	bassa
	Aumento ZTL	alta	bassa
	Aumento aree pedonali	alta	bassa
	Aumento percorsi ciclo pedonali	alta	bassa
	Incentivazione ciclabilità	bassa	bassa
	Organizzazione di trasporti collettivi per i bambini che vanno a scuola	media	bassa
Riduzione dell'impatto dei mezzi commerciali	Governo accessi	alta	media
	Trasformazione o sostituzione mezzi commerciali	alta	media
	Limitazione del transito di mezzi pesanti in area urbana	media	alta
Riduzione dell'impatto degli impianti civili	Trasformazione e sostituzione degli impianti	bassa	media
	Miglioramento del rendimento energetico	media	media
	Osservanza di norme di contenimento energetico	bassa	media
	Incentivazione uso di energie rinnovabili	media	media
Riduzione impatto delle attività produttive	Riconversione e trasformazione mezzi di trasporto	media	bassa
	Piattaforme di interscambio merci	media	media
	Adozione BAT negli impianti produttivi	alta	alta
Applicazione misure programmate di limitazione traffico	Limitazione alla circolazione veicoli inquinanti	bassa	media
	Blocchi totali del traffico (es. Domeniche ecologiche)	bassa	bassa
Comunicazione e accordi	Comunicazione verso la cittadinanza, operatori economici, imprese	bassa	alta
	Stipula di accordi	media	alta

5.11 SAN PIETRO IN CARIANO

Comune di SAN PIETRO IN CARIANO			
Dati generali			
Abitanti	12484	Superficie [km^2]	20.24
Area climatologica	collina	edificata	23.1%
Stazioni meteorologiche di riferimento	Marano di Valpolicella San Pietro in Cariano	agricola	76.9%
Stazioni di qualità dell'aria di riferimento	Verona Corso Milano Verona Cason	boschiva	0.0%
		acque	0.1%
Localizzazione			
			
Fonti emissive analizzate *			
Numero di aziende	2	Lunghezza della rete stradale extraurbana [km]	61.13
Numero di allevamenti	0	Distanza globale percorsa annualmente [km]	$1.80 \cdot 10^8$

* sulla base dei dati pervenuti

Tabella 5-21: Emissioni totali annue, ripartizione percentuale tra i diversi settori e emissioni pro capite per il Comune di San Pietro in Cariano.

Emissioni totali annue [t/a]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.01	2.56	0.56	0.00	0.09	3.22
Ossidi di azoto (NO_x)	2.29	14.7	71.89	0.01	28.76	117.65
Monossido di carb. (CO)	24.93	6.86	223.33	0.17	54.97	310.26
Metano (CH_4)	18.41	0.93	2.28	0.00	18.50	40.12
Ammoniaca (NH_3)	17.52	0.00	2.35	2.93	0.01	22.81
Polveri sottili (PM_{10})	5.26	0.18	5.93	0.00	1.50	12.87
Ripartizione percentuale delle emissioni						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.3%	79.5%	17.3%	0.0%	2.8%	100.0%
Ossidi di azoto (NO_x)	1.9%	12.5%	61.1%	0.0%	24.4%	100.0%
Monossido di carb. (CO)	8.0%	2.2%	72.0%	0.1%	17.7%	100.0%
Metano (CH_4)	45.9%	2.3%	5.7%	0.0%	46.1%	100.0%
Ammoniaca (NH_3)	76.8%	0.0%	10.3%	12.8%	0.0%	100.0%
Polveri sottili (PM_{10})	40.9%	1.4%	46.1%	0.0%	11.7%	100.0%
Emissioni annue pro capite [kg/(a · ab)]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.00	0.21	0.04	0.00	0.01	0.26
Ossidi di azoto (NO_x)	0.18	1.18	5.76	0.00	2.30	9.42
Monossido di carb. (CO)	2.00	0.55	17.89	0.01	4.40	24.85
Metano (CH_4)	1.47	0.07	0.18	0.00	1.48	3.20
Ammoniaca (NH_3)	1.40	0.00	0.19	0.23	0.00	1.82
Polveri sottili (PM_{10})	0.42	0.01	0.47	0.00	0.12	1.02

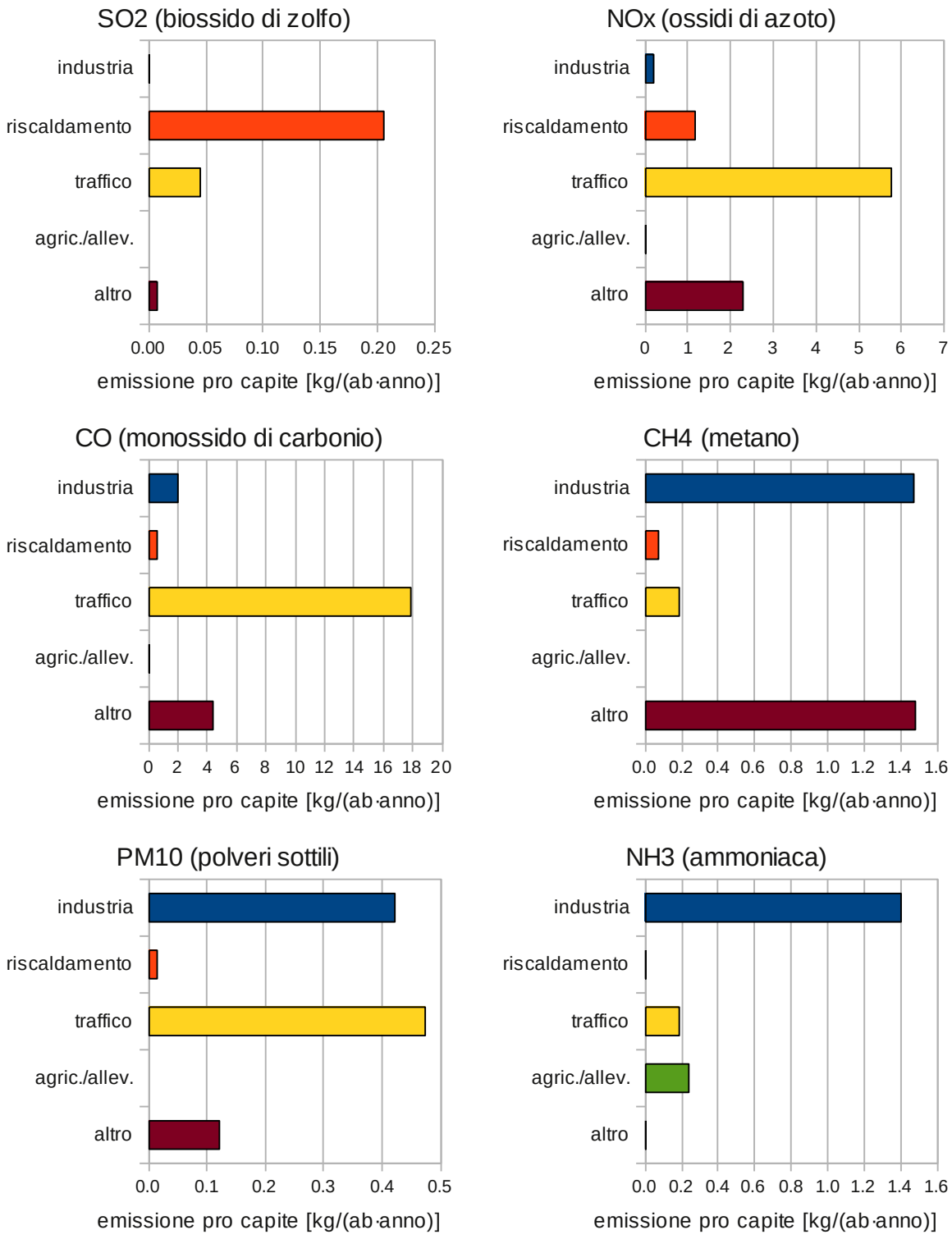
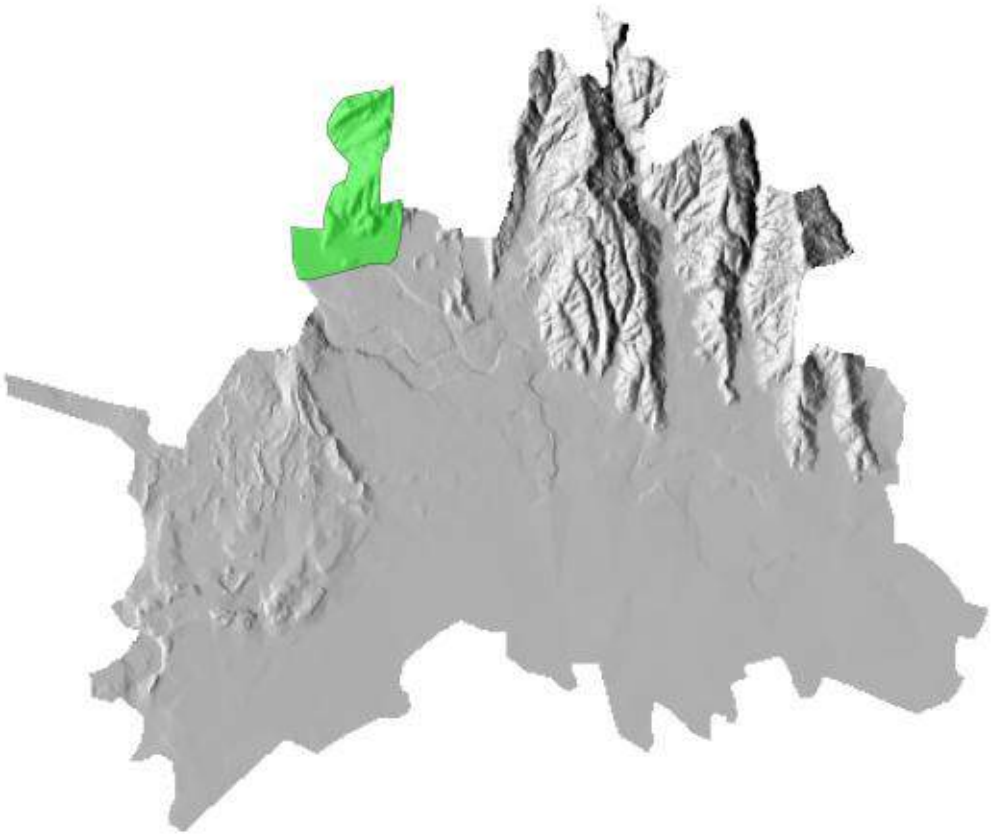


Figura 5-11: Emissioni pro capite per il Comune di San Pietro in Cariano.

Tabella 5-22: Azioni possibili per il Comune di San Pietro in Cariano.

AZIONE GENERALE	DESCRIZIONE OBIETTIVO	ACCESSIBILITÀ INFORMAZIONI	EFFICACIA
Trasporto urbano sostenibile: riduzione impatto mezzi privati	Passaggio da trasporto privato a trasporto pubblico	bassa	media
	Adeguamento mezzi trasporto pubblico locale	alta	bassa
	Fluidificazione e regolazione della circolazione	media	media
	Definizione di corsie preferenziali	alta	bassa
	Rinnovo parco auto	media	bassa
	Aumento ZTL	alta	bassa
	Aumento aree pedonali	alta	bassa
	Aumento percorsi ciclo pedonali	alta	bassa
	Incentivazione ciclabilità	bassa	bassa
	Organizzazione di trasporti collettivi per i bambini che vanno a scuola	media	bassa
Riduzione dell'impatto dei mezzi commerciali	Governo accessi	alta	media
	Trasformazione o sostituzione mezzi commerciali	alta	media
	Limitazione del transito di mezzi pesanti in area urbana	media	alta
Riduzione dell'impatto degli impianti civili	Trasformazione e sostituzione degli impianti	bassa	media
	Miglioramento del rendimento energetico	media	media
	Osservanza di norme di contenimento energetico	bassa	media
	Incentivazione uso di energie rinnovabili	media	media
Riduzione impatto delle attività produttive	Riconversione e trasformazione mezzi di trasporto	media	bassa
	Piattaforme di interscambio merci	media	bassa
	Adozione BAT negli impianti produttivi	alta	media
Applicazione misure programmate di limitazione traffico	Limitazione alla circolazione veicoli inquinanti	bassa	media
	Blocchi totali del traffico (es. Domeniche ecologiche)	bassa	bassa
Comunicazione e accordi	Comunicazione verso la cittadinanza, operatori economici, imprese	bassa	alta
	Stipula di accordi	media	alta

5.12 SANT'AMBROGIO DI VALPOLICELLA

Comune di SANT'AMBROGIO DI VALPOLICELLA			
Dati generali			
Abitanti	9681	Superficie [km^2]	23.44
Area climatologica	collina	edificata	18.3%
Stazioni meteorologiche di riferimento	Marano di Valpolicella San Pietro in Cariano	agricola	47.9%
Stazioni di qualità dell'aria di riferimento	Verona Corso Milano Verona Cason	boschiva	33.8%
		acque	0.0%
Localizzazione			
			
Fonti emissive analizzate *			
Numero di aziende	14	Lunghezza della rete stradale extraurbana [km]	74.73
Numero di allevamenti	7	Distanza globale percorsa annualmente [km]	$1.18 \cdot 10^8$

* sulla base dei dati pervenuti

Tabella 5-23 - Emissioni totali annue, ripartizione percentuale tra i diversi settori e emissioni pro capite per il Comune di Sant'Ambrogio di Valpolicella.

Emissioni totali annue [t/a]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.19	1.99	0.37	0.00	0.09	2.64
Ossidi di azoto (NO_x)	3.17	11.4	47.27	0.01	30.24	92.09
Monossido di carb. (CO)	11.94	5.32	146.85	0.15	41.60	205.86
Metano (CH_4)	5.96	0.72	1.50	160.33	2.26	170.77
Ammoniaca (NH_3)	0.00	0.00	1.55	90.39	0.01	91.95
Polveri sottili (PM_{10})	19.39	0.14	3.90	0.88	2.26	26.57
Ripartizione percentuale delle emissioni						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	7.2%	75.4%	13.9%	0.0%	3.5%	100.0%
Ossidi di azoto (NO_x)	3.4%	12.4%	51.3%	0.0%	32.8%	100.0%
Monossido di carb. (CO)	5.8%	2.6%	71.3%	0.1%	20.2%	100.0%
Metano (CH_4)	3.5%	0.4%	0.9%	93.9%	1.3%	100.0%
Ammoniaca (NH_3)	0.0%	0.0%	1.7%	98.3%	0.0%	100.0%
Polveri sottili (PM_{10})	73.0%	0.5%	14.7%	3.3%	8.5%	100.0%
Emissioni annue pro capite [kg/(a · ab)]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.02	0.21	0.04	0.00	0.01	0.28
Ossidi di azoto (NO_x)	0.33	1.18	4.88	0.00	3.12	9.51
Monossido di carb. (CO)	1.23	0.55	15.17	0.02	4.30	21.27
Metano (CH_4)	0.62	0.07	0.15	16.56	0.23	17.63
Ammoniaca (NH_3)	0.00	0.00	0.16	9.34	0.00	9.50
Polveri sottili (PM_{10})	2.00	0.01	0.40	0.09	0.23	2.73

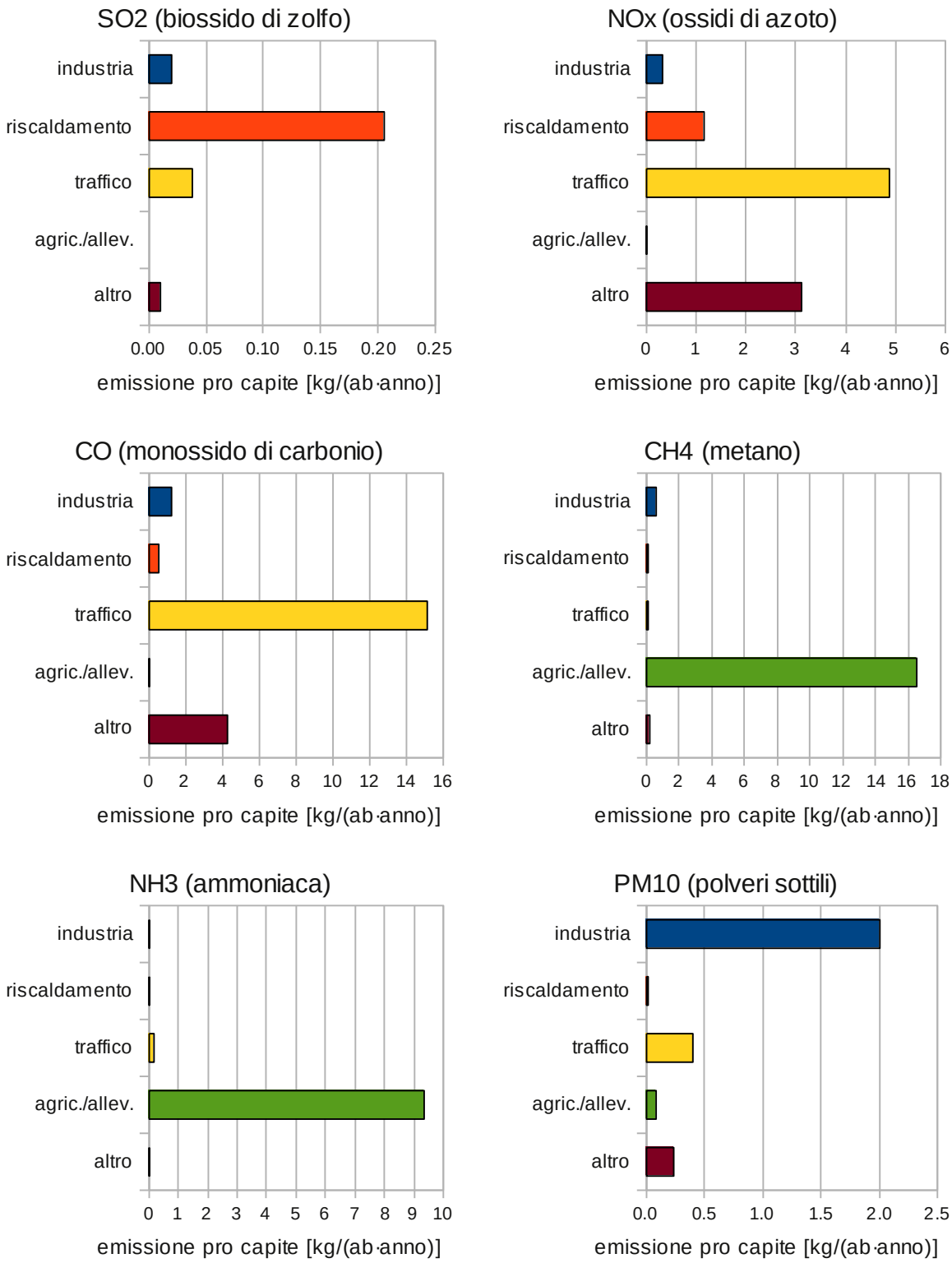
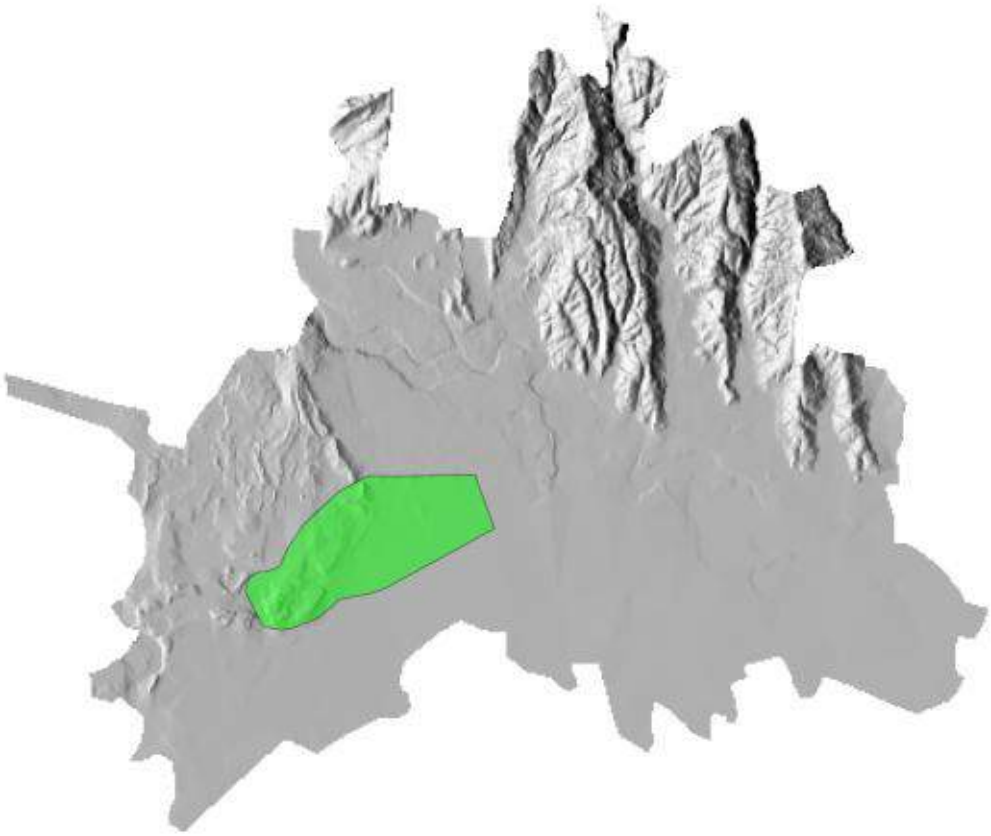


Figura 5-12: Emissioni pro capite per il Comune di Sant'Ambrogio di Valpolicella.

Tabella 5-24: Azioni possibili per il Comune di Sant'Ambrogio di Valpolicella.

AZIONE GENERALE	DESCRIZIONE OBIETTIVO	ACCESSIBILITÀ INFORMAZIONI	EFFICACIA
Trasporto urbano sostenibile: riduzione impatto mezzi privati	Passaggio da trasporto privato a trasporto pubblico	bassa	alta
	Adeguamento mezzi trasporto pubblico locale	alta	media
	Fluidificazione e regolazione della circolazione	media	media
	Definizione di corsie preferenziali	alta	bassa
	Rinnovo parco auto	media	bassa
	Aumento ZTL	alta	bassa
	Aumento aree pedonali	alta	bassa
	Aumento percorsi ciclo pedonali	alta	bassa
	Incentivazione ciclabilità	bassa	bassa
	Organizzazione di trasporti collettivi per i bambini che vanno a scuola	media	bassa
Riduzione dell'impatto dei mezzi commerciali	Governo accessi	alta	media
	Trasformazione o sostituzione mezzi commerciali	alta	media
	Limitazione del transito di mezzi pesanti in area urbana	media	alta
Riduzione dell'impatto degli impianti civili	Trasformazione e sostituzione degli impianti	bassa	media
	Miglioramento del rendimento energetico	media	media
	Osservanza di norme di contenimento energetico	bassa	media
	Incentivazione uso di energie rinnovabili	media	media
Riduzione impatto delle attività produttive	Riconversione e trasformazione mezzi di trasporto	media	media
	Piattaforme di interscambio merci	media	media
	Adozione BAT negli impianti produttivi	alta	alta
Applicazione misure programmate di limitazione traffico	Limitazione alla circolazione veicoli inquinanti	bassa	media
	Blocchi totali del traffico (es. Domeniche ecologiche)	bassa	bassa
Comunicazione e accordi	Comunicazione verso la cittadinanza, operatori economici, imprese	bassa	alta
	Stipula di accordi	media	alta

5.13 SOMMACAMPAGNA

Comune di SOMMACAMPAGNA			
Dati generali			
Abitanti	13001	Superficie [km^2]	40.69
Area climatologica	pianura	edificata	19.9%
Stazioni meteorologiche di riferimento	Castelnuovo del Garda Villafranca di Verona Valeggio sul Mincio	agricola	79.3%
Stazioni di qualità dell'aria di riferimento	Villafranca di Verona Verona Corso Milano Verona Cason	boschiva	0.8%
		acque	0.0%
Localizzazione			
			
Fonti emissive analizzate *			
Numero di aziende	3	Lunghezza della rete stradale extraurbana [km]	331.56
Numero di allevamenti	81	Distanza globale percorsa annualmente [km]	$1.18 \cdot 10^9$

* sulla base dei dati pervenuti

Tabella 5-25: Emissioni totali annue, ripartizione percentuale tra i diversi settori e emissioni pro capite per il Comune di Sommacampagna.

Emissioni totali annue [t/a]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	48.95	2.67	3.39	0.00	0.78	55.79
Ossidi di azoto (NO_x)	32.86	15.31	453.07	0.04	97.00	598.28
Monossido di carb. (CO)	139.47	7.15	1502.40	1.26	155.00	1805.28
Metano (CH_4)	474.00	0.97	14.12	989.74	7.52	1486.35
Ammoniaca (NH_3)	0.00	0.00	15.82	624.57	0.01	640.4
Polveri sottili (PM_{10})	31.93	0.18	36.26	8.42	4.09	80.88
Ripartizione percentuale delle emissioni						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	87.8%	4.8%	6.1%	0.0%	1.4%	100.0%
Ossidi di azoto (NO_x)	5.5%	2.6%	75.7%	0.0%	16.2%	100.0%
Monossido di carb. (CO)	7.7%	0.4%	83.2%	0.1%	8.6%	100.0%
Metano (CH_4)	31.9%	0.1%	0.9%	66.6%	0.5%	100.0%
Ammoniaca (NH_3)	0.0%	0.0%	2.5%	97.5%	0.0%	100.0%
Polveri sottili (PM_{10})	39.5%	0.2%	44.8%	10.4%	5.1%	100.0%
Emissioni annue pro capite [kg/(a · ab)]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	3.77	0.21	0.26	0.00	0.06	4.30
Ossidi di azoto (NO_x)	2.53	1.18	34.85	0.00	7.46	46.02
Monossido di carb. (CO)	10.73	0.55	115.56	0.10	11.92	138.86
Metano (CH_4)	36.46	0.07	1.09	76.13	0.58	114.33
Ammoniaca (NH_3)	0.00	0.00	1.22	48.04	0.00	49.26
Polveri sottili (PM_{10})	2.46	0.01	2.79	0.65	0.31	6.22

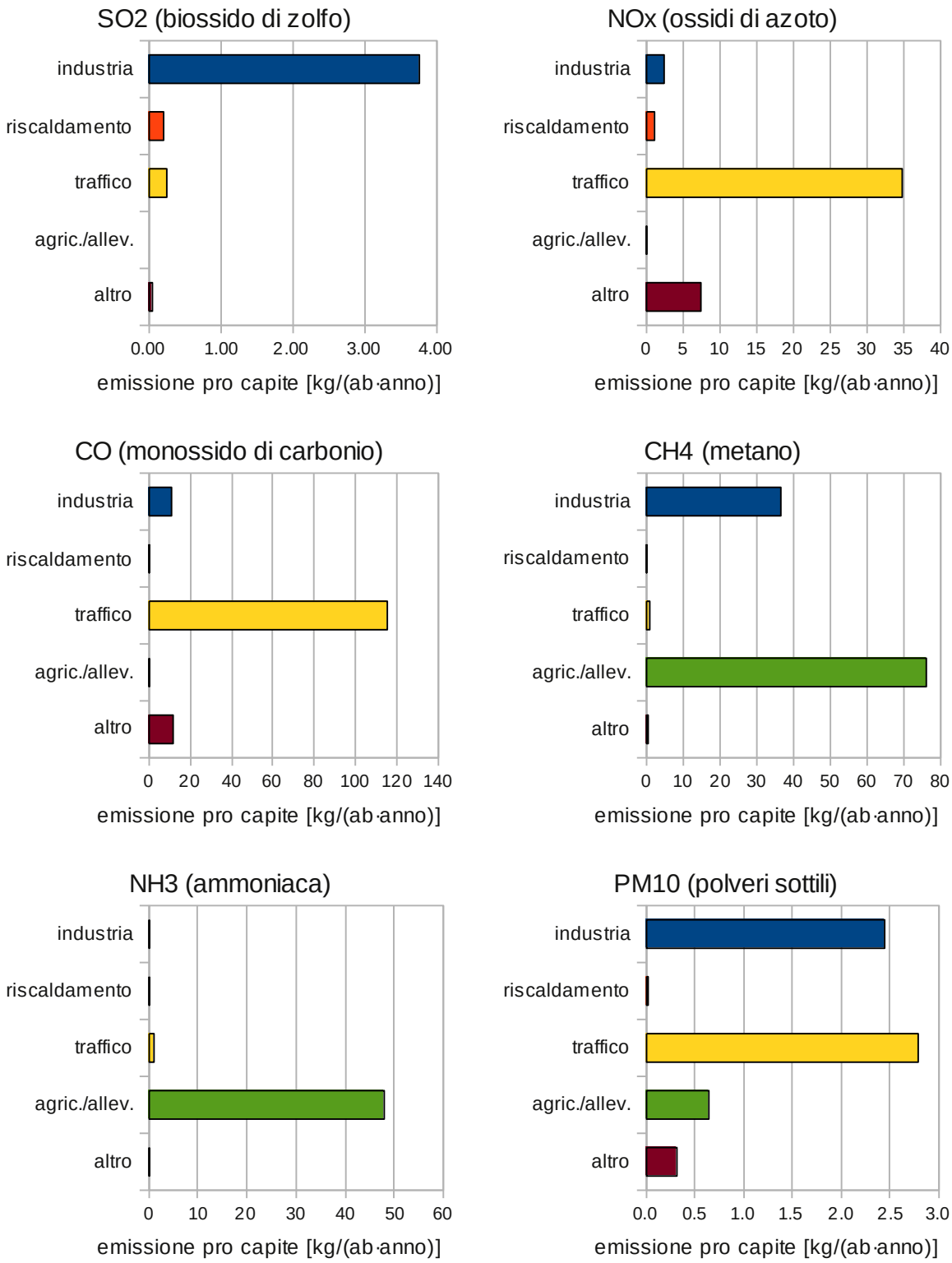
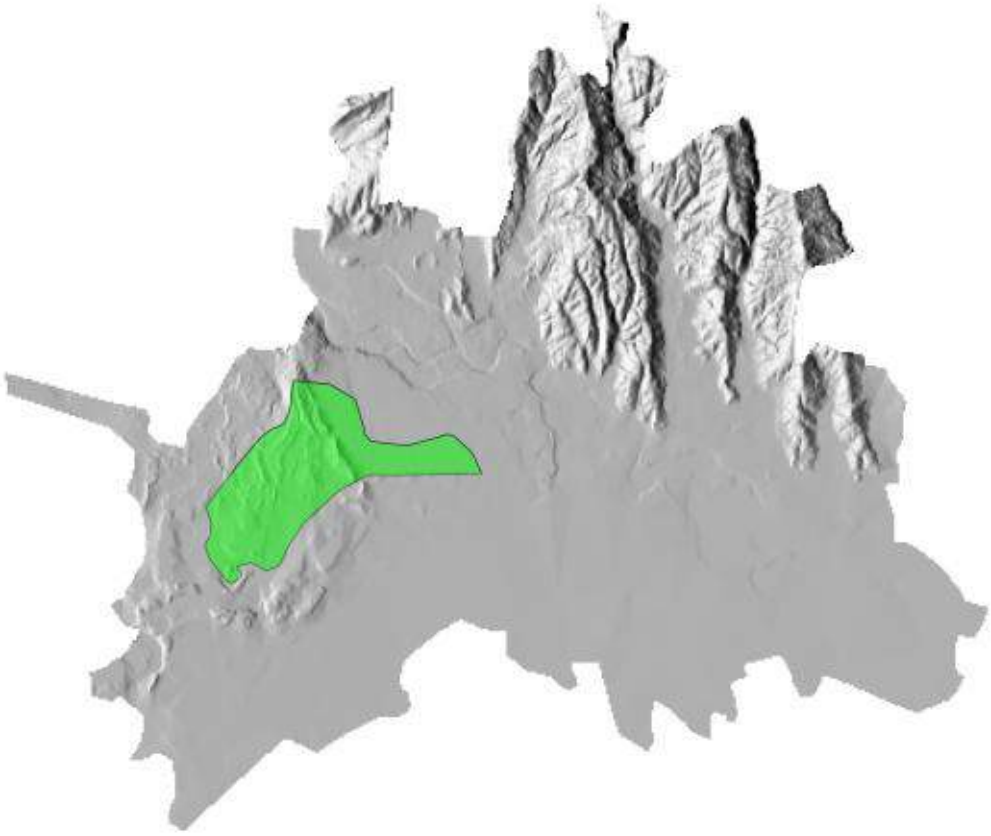


Figura 5-13: Emissioni pro capite per il Comune di Sommacampagna.

Tabella 5-26: Azioni possibili per il Comune di Sommacampagna.

AZIONE GENERALE	DESCRIZIONE OBIETTIVO	ACCESSIBILITÀ INFORMAZIONI	EFFICACIA
Trasporto urbano sostenibile: riduzione impatto mezzi privati	Passaggio da trasporto privato a trasporto pubblico	bassa	media
	Adeguamento mezzi trasporto pubblico locale	alta	bassa
	Fluidificazione e regolazione della circolazione	media	bassa
	Definizione di corsie preferenziali	alta	bassa
	Rinnovo parco auto	media	bassa
	Aumento ZTL	alta	bassa
	Aumento aree pedonali	alta	bassa
	Aumento percorsi ciclo pedonali	alta	bassa
	Incentivazione ciclabilità	bassa	bassa
	Organizzazione di trasporti collettivi per i bambini che vanno a scuola	media	bassa
Riduzione dell'impatto dei mezzi commerciali	Governo accessi	alta	media
	Trasformazione o sostituzione mezzi commerciali	alta	media
	Limitazione del transito di mezzi pesanti in area urbana	media	alta
Riduzione dell'impatto degli impianti civili	Trasformazione e sostituzione degli impianti	bassa	media
	Miglioramento del rendimento energetico	media	media
	Osservanza di norme di contenimento energetico	bassa	media
	Incentivazione uso di energie rinnovabili	media	media
Riduzione impatto delle attività produttive	Riconversione e trasformazione mezzi di trasporto	media	bassa
	Piattaforme di interscambio merci	media	bassa
	Adozione BAT negli impianti produttivi	alta	alta
Applicazione misure programmate di limitazione traffico	Limitazione alla circolazione veicoli inquinanti	bassa	media
	Blocchi totali del traffico (es. Domeniche ecologiche)	bassa	bassa
Comunicazione e accordi	Comunicazione verso la cittadinanza, operatori economici, imprese	bassa	alta
	Stipula di accordi	media	alta

5.14 SONA

Comune di SONA			
Dati generali			
Abitanti	14275	Superficie [km^2]	41.26
Area climatologica	collina	edificata	11.3%
Stazioni meteorologiche di riferimento	Castelnuovo del Garda Valeggio sul Mincio Verona via Dominutti	agricola	88.7%
Stazioni di qualità dell'aria di riferimento	Verona Corso Milano Verona Cason	boschiva	0.0%
		acque	0.0%
Localizzazione			
			
Fonti emissive analizzate *			
Numero di aziende	12	Lunghezza della rete stradale extraurbana [km]	165.91
Numero di allevamenti	84	Distanza globale percorsa annualmente [km]	$1.39 \cdot 10^9$

* sulla base dei dati pervenuti

Tabella 5-27: Emissioni totali annue, ripartizione percentuale tra i diversi settori e emissioni pro capite per il Comune di Sona.

Emissioni totali annue [t/a]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.47	2.93	4.00	0.00	0.11	7.51
Ossidi di azoto (NO_x)	43.8	16.81	534.32	0.04	52.5	647.47
Monossido di carb. (CO)	49.74	7.85	1768.86	1.03	144.00	1971.48
Metano (CH_4)	189.26	1.06	16.66	466.86	21.22	695.06
Ammoniaca (NH_3)	0.00	0.00	18.63	390.62	0.01	409.26
Polveri sottili (PM_{10})	20.80	0.20	42.80	9.09	3.61	76.50
Ripartizione percentuale delle emissioni						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	6.2%	39.0%	53.2%	0.0%	1.5%	100.0%
Ossidi di azoto (NO_x)	6.8%	2.6%	82.5%	0.0%	8.1%	100.0%
Monossido di carb. (CO)	2.5%	0.4%	89.7%	0.1%	7.3%	100.0%
Metano (CH_4)	27.2%	0.2%	2.4%	67.2%	3.1%	100.0%
Ammoniaca (NH_3)	0.0%	0.0%	4.6%	95.4%	0.0%	100.0%
Polveri sottili (PM_{10})	27.2%	0.3%	55.9%	11.9%	4.7%	100.0%
Emissioni annue pro capite [kg/(a · ab)]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.03	0.21	0.28	0.00	0.01	0.53
Ossidi di azoto (NO_x)	3.07	1.18	37.43	0.00	3.68	45.36
Monossido di carb. (CO)	3.48	0.55	123.91	0.07	10.09	138.1
Metano (CH_4)	13.26	0.07	1.17	32.70	1.49	48.69
Ammoniaca (NH_3)	0.00	0.00	1.30	27.36	0.00	28.66
Polveri sottili (PM_{10})	1.46	0.01	3.00	0.64	0.25	5.36

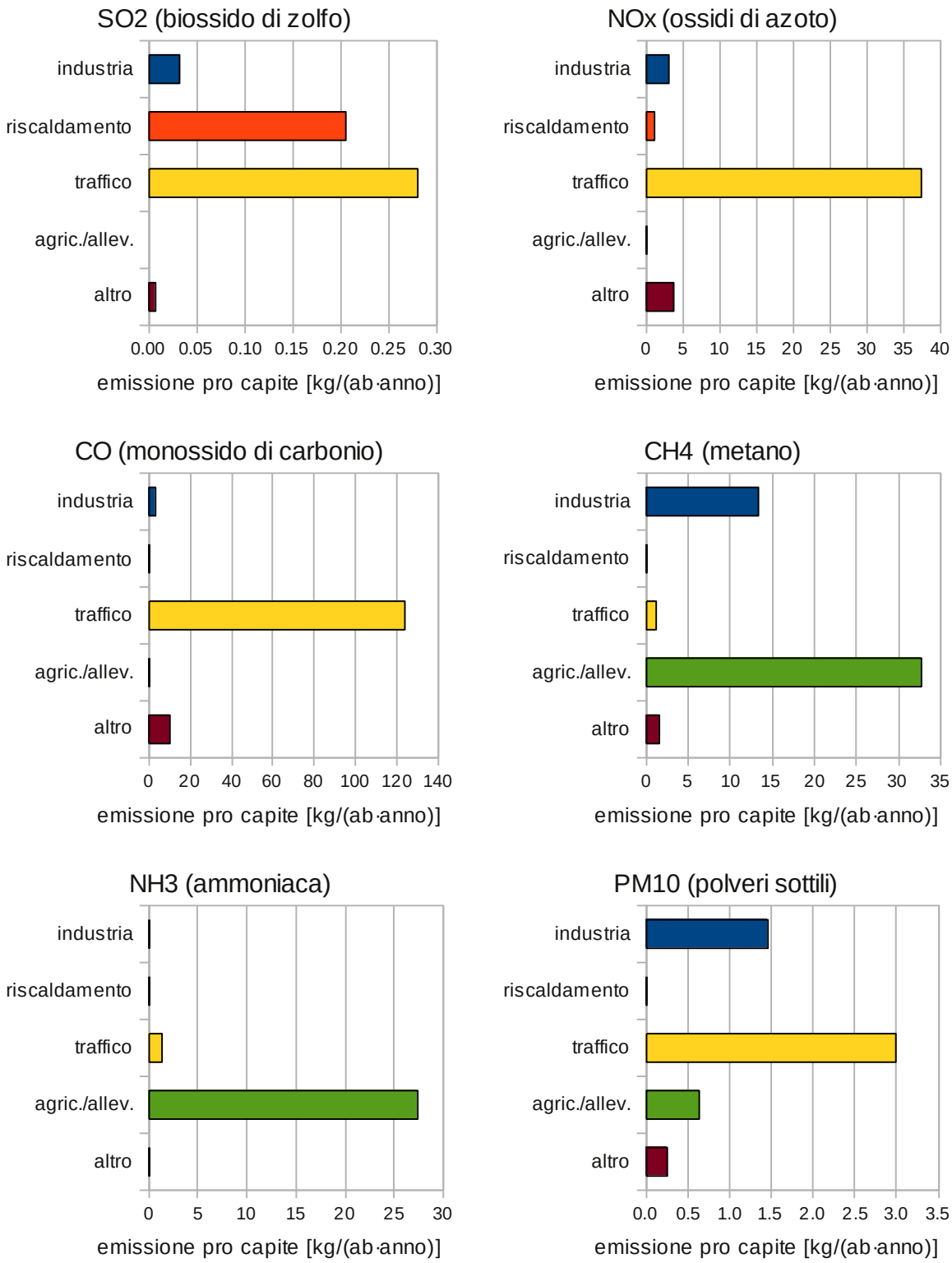
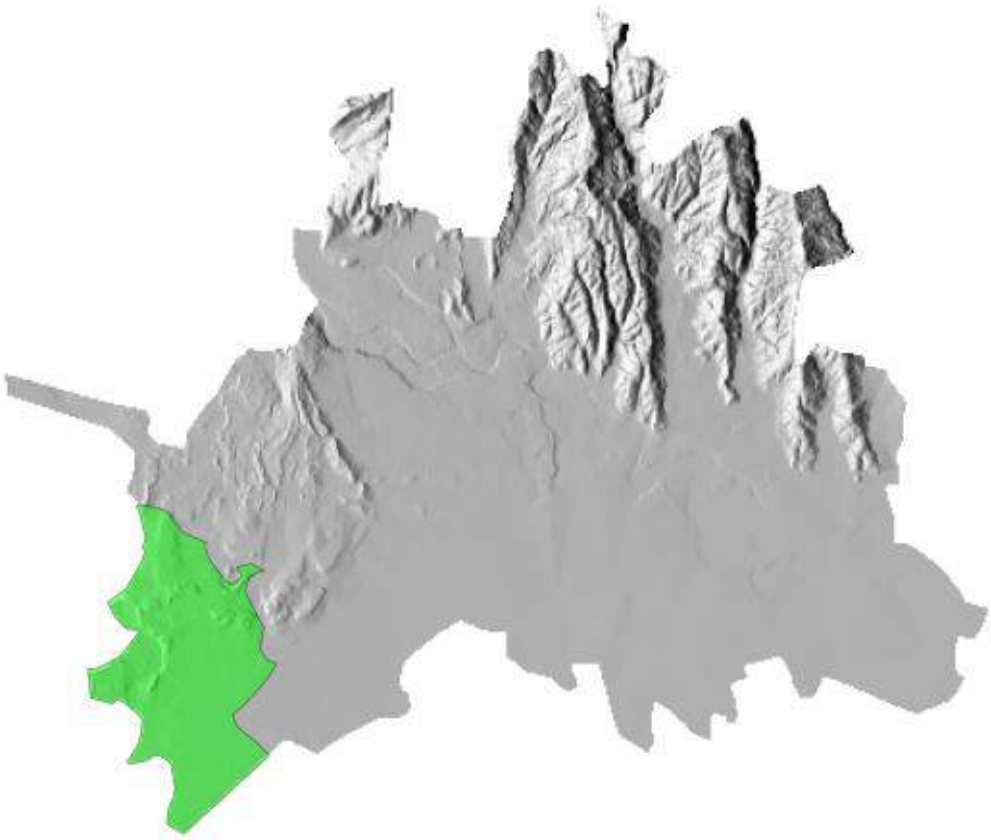


Figura 5-14: Emissioni pro capite per il Comune di Sona.

Tabella 5-28: Azioni possibili per il Comune di Sona.

AZIONE GENERALE	DESCRIZIONE OBIETTIVO	ACCESSIBILITÀ INFORMAZIONI	EFFICACIA
Trasporto urbano sostenibile: riduzione impatto mezzi privati	Passaggio da trasporto privato a trasporto pubblico	bassa	alta
	Adeguamento mezzi trasporto pubblico locale	alta	bassa
	Fluidificazione e regolazione della circolazione	media	media
	Definizione di corsie preferenziali	alta	bassa
	Rinnovo parco auto	media	bassa
	Aumento ZTL	alta	bassa
	Aumento aree pedonali	alta	bassa
	Aumento percorsi ciclo pedonali	alta	bassa
	Incentivazione ciclabilità	bassa	bassa
	Organizzazione di trasporti collettivi per i bambini che vanno a scuola	media	bassa
Riduzione dell'impatto dei mezzi commerciali	Governo accessi	alta	media
	Trasformazione o sostituzione mezzi commerciali	alta	media
	Limitazione del transito di mezzi pesanti in area urbana	media	alta
Riduzione dell'impatto degli impianti civili	Trasformazione e sostituzione degli impianti	bassa	media
	Miglioramento del rendimento energetico	media	media
	Osservanza di norme di contenimento energetico	bassa	media
	Incentivazione uso di energie rinnovabili	media	media
Riduzione impatto delle attività produttive	Riconversione e trasformazione mezzi di trasporto	media	bassa
	Piattaforme di interscambio merci	media	bassa
	Adozione BAT negli impianti produttivi	alta	alta
Applicazione misure programmate di limitazione traffico	Limitazione alla circolazione veicoli inquinanti	bassa	media
	Blocchi totali del traffico (es. Domeniche ecologiche)	bassa	bassa
Comunicazione e accordi	Comunicazione verso la cittadinanza, operatori economici, imprese	bassa	alta
	Stipula di accordi	media	alta

5.15 VALEGGIO SUL MINCIO

Comune di VALEGGIO SUL MINCIO			
Dati generali			
Abitanti	10941	Superficie [km^2]	63.60
Area climatologica	PIANURA	edificata	5.8%
Stazioni meteorologiche di riferimento	Valeggio sul Mincio	agricola	92.2%
Stazioni di qualità dell'aria di riferimento	Villafranca di verona Verona Corso Milano Verona Cason	boschiva	2.0%
		acque	0.0%
Localizzazione			
			
Fonti emissive analizzate *			
Numero di aziende	0	Lunghezza della rete stradale extraurbana [km]	79.42
Numero di allevamenti	148	Distanza globale percorsa annualmente [km]	$2.34 \cdot 10^8$

* sulla base dei dati pervenuti

Tabella 5-29: Emissioni totali annue, ripartizione percentuale tra i diversi settori e emissioni pro capite per il Comune di Valeggio sul Mincio.

Emissioni totali annue [t/a]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.02	2.25	0.72	0.00	0.11	3.10
Ossidi di azoto (NO_x)	5.95	12.89	93.48	0.08	37.91	150.31
Monossido di carb. (CO)	83.82	6.01	290.39	2.35	115.15	497.72
Metano (CH_4)	128.78	0.82	2.97	1692.43	128.81	1953.81
Ammoniaca (NH_3)	0.00	0.00	3.06	1038.34	0.01	1041.41
Polveri sottili (PM_{10})	5.78	0.15	7.71	16.16	4.55	34.35
Ripartizione percentuale delle emissioni						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.6%	72.6%	23.4%	0.0%	3.4%	100.0%
Ossidi di azoto (NO_x)	4.0%	8.6%	62.2%	0.1%	25.2%	100.0%
Monossido di carb. (CO)	16.8%	1.2%	58.3%	0.5%	23.1%	100.0%
Metano (CH_4)	6.6%	0.0%	0.2%	86.6%	6.6%	100.0%
Ammoniaca (NH_3)	0.0%	0.0%	0.3%	99.7%	0.0%	100.0%
Polveri sottili (PM_{10})	16.8%	0.4%	22.4%	47.0%	13.3%	100.0%
Emissioni annue pro capite [kg/(a · ab)]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.00	0.21	0.07	0.00	0.01	0.29
Ossidi di azoto (NO_x)	0.54	1.18	8.54	0.01	3.46	13.73
Monossido di carb. (CO)	7.66	0.55	26.54	0.21	10.52	45.48
Metano (CH_4)	11.77	0.07	0.27	154.69	11.77	178.57
Ammoniaca (NH_3)	0.00	0.00	0.28	94.90	0.00	95.18
Polveri sottili (PM_{10})	0.53	0.01	0.70	1.48	0.42	3.14

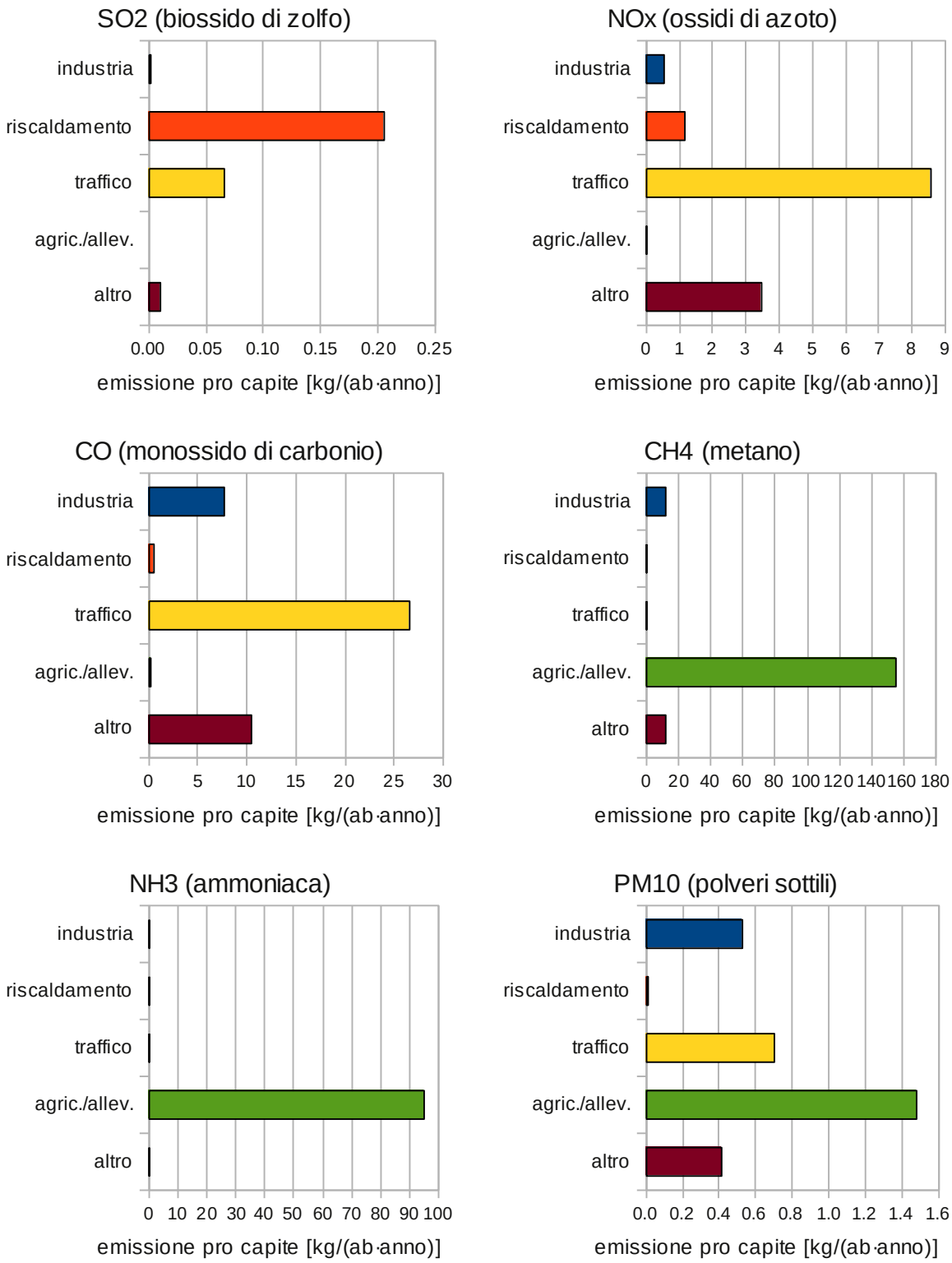
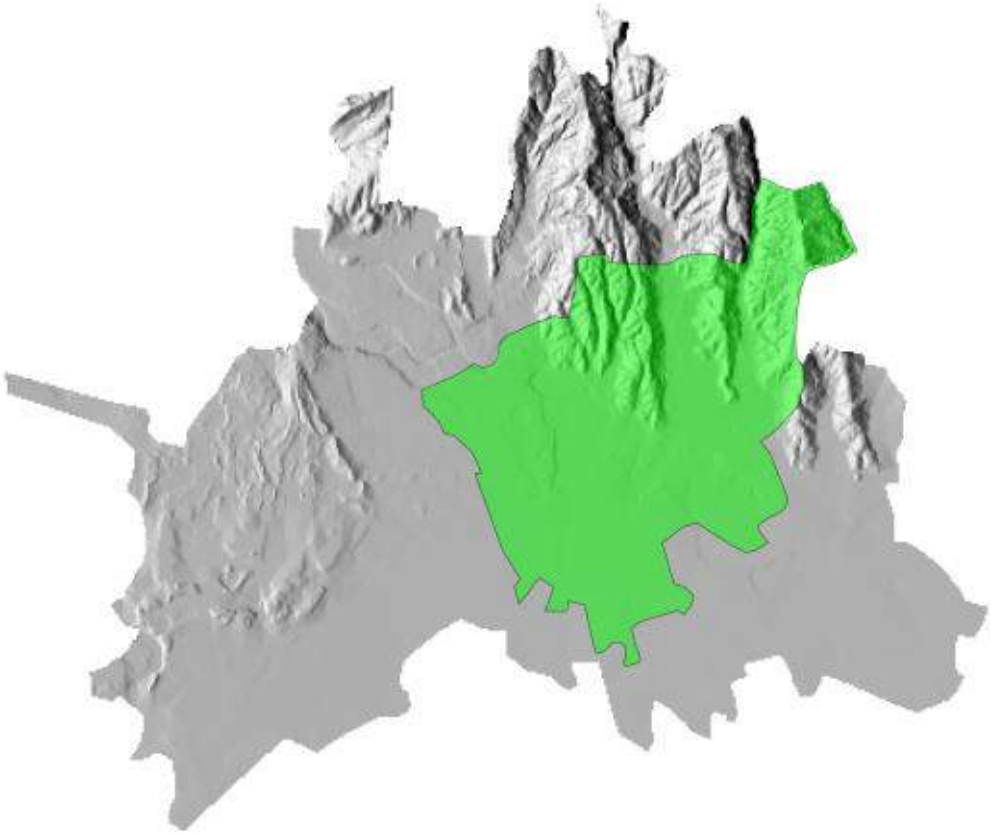


Figura 5-15: Emissioni pro capite per il Comune di Valeggio sul Mincio.

Tabella 5-30: Azioni possibili per il Comune di Valeggio sul Mincio.

AZIONE GENERALE	DESCRIZIONE OBIETTIVO	ACCESSIBILITÀ INFORMAZIONI	EFFICACIA
Trasporto urbano sostenibile: riduzione impatto mezzi privati	Passaggio da trasporto privato a trasporto pubblico	bassa	media
	Adeguamento mezzi trasporto pubblico locale	alta	bassa
	Fluidificazione e regolazione della circolazione	media	bassa
	Definizione di corsie preferenziali	alta	bassa
	Rinnovo parco auto	media	bassa
	Aumento ZTL	alta	bassa
	Aumento aree pedonali	alta	bassa
	Aumento percorsi ciclo pedonali	alta	bassa
	Incentivazione ciclabilità	bassa	bassa
	Organizzazione di trasporti collettivi per i bambini che vanno a scuola	media	media
Riduzione dell'impatto dei mezzi commerciali	Governo accessi	alta	media
	Trasformazione o sostituzione mezzi commerciali	alta	media
	Limitazione del transito di mezzi pesanti in area urbana	media	alta
Riduzione dell'impatto degli impianti civili	Trasformazione e sostituzione degli impianti	bassa	media
	Miglioramento del rendimento energetico	media	media
	Osservanza di norme di contenimento energetico	bassa	media
	Incentivazione uso di energie rinnovabili	media	media
Riduzione impatto delle attività produttive	Riconversione e trasformazione mezzi di trasporto	media	bassa
	Piattaforme di interscambio merci	media	media
	Adozione BAT negli impianti produttivi	alta	alta
Applicazione misure programmate di limitazione traffico	Limitazione alla circolazione veicoli inquinanti	bassa	media
	Blocchi totali del traffico (es. Domeniche ecologiche)	bassa	bassa
Comunicazione e accordi	Comunicazione verso la cittadinanza, operatori economici, imprese	bassa	alta
	Stipula di accordi	media	alta

5.16 VERONA

Comune di VERONA			
Dati generali			
Abitanti	253208	Superficie [km^2]	198.46
Area climatologica	pianura	edificata	25.0%
Stazioni meteorologiche di riferimento	Verona via Dominutti Villafranca di Verona	agricola	59.8%
Stazioni di qualità dell'aria di riferimento	Verona Corso Milano Verona Cason	boschiva	13.5%
		acque	1.7%
Localizzazione			
			
Fonti emissive analizzate *			
Numero di aziende	63	Lunghezza della rete stradale extraurbana [km]	1676.78
Numero di allevamenti	150	Distanza globale percorsa annualmente [km]	$4.09 \cdot 10^9$

* sulla base dei dati pervenuti

Tabella 5-31: Emissioni totali annue, ripartizione percentuale tra i diversi settori e emissioni pro capite per il Comune di Verona.

Emissioni totali annue [t/a]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	162.32	51.99	21.72	0.00	26.50	262.53
Ossidi di azoto (NO_x)	993.44	298.2	2833.27	0.11	165	4290.02
Monossido di carb. (CO)	814.43	139.20	8973.31	3.09	817.00	10747.03
Metano (CH_4)	1032.30	18.88	89.44	577.76	854.91	2573.29
Ammoniaca (NH_3)	14.19	0.00	94.54	500.47	0.09	609.29
Polveri sottili (PM_{10})	224.00	3.57	231.64	13.15	33.06	505.42
Ripartizione percentuale delle emissioni						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	61.8%	19.8%	8.3%	0.0%	10.1%	100.0%
Ossidi di azoto (NO_x)	23.2%	7.0%	66.0%	0.0%	3.8%	100.0%
Monossido di carb. (CO)	7.6%	1.3%	83.5%	0.0%	7.6%	100.0%
Metano (CH_4)	40.1%	0.7%	3.5%	22.5%	33.2%	100.0%
Ammoniaca (NH_3)	2.3%	0.0%	15.5%	82.1%	0.0%	100.0%
Polveri sottili (PM_{10})	44.3%	0.7%	45.8%	2.6%	6.5%	100.0%
Emissioni annue pro capite [kg/(a · ab)]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.64	0.21	0.09	0.00	0.10	1.04
Ossidi di azoto (NO_x)	3.92	1.18	11.19	0.00	0.65	16.94
Monossido di carb. (CO)	3.22	0.55	35.44	0.01	3.23	42.45
Metano (CH_4)	4.08	0.07	0.35	2.28	3.38	10.16
Ammoniaca (NH_3)	0.06	0.00	0.37	1.98	0.00	2.41
Polveri sottili (PM_{10})	0.88	0.01	0.91	0.05	0.13	1.98

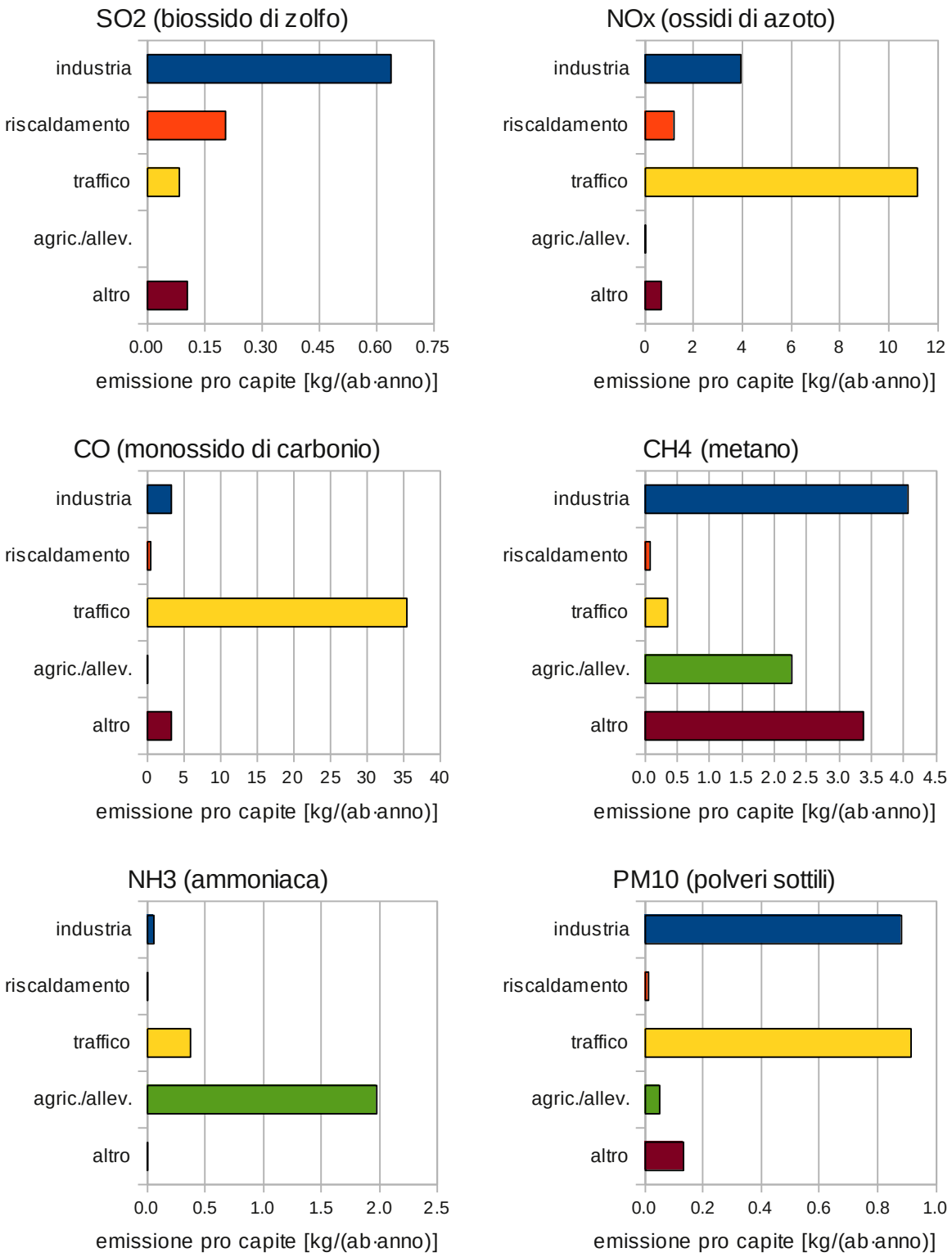
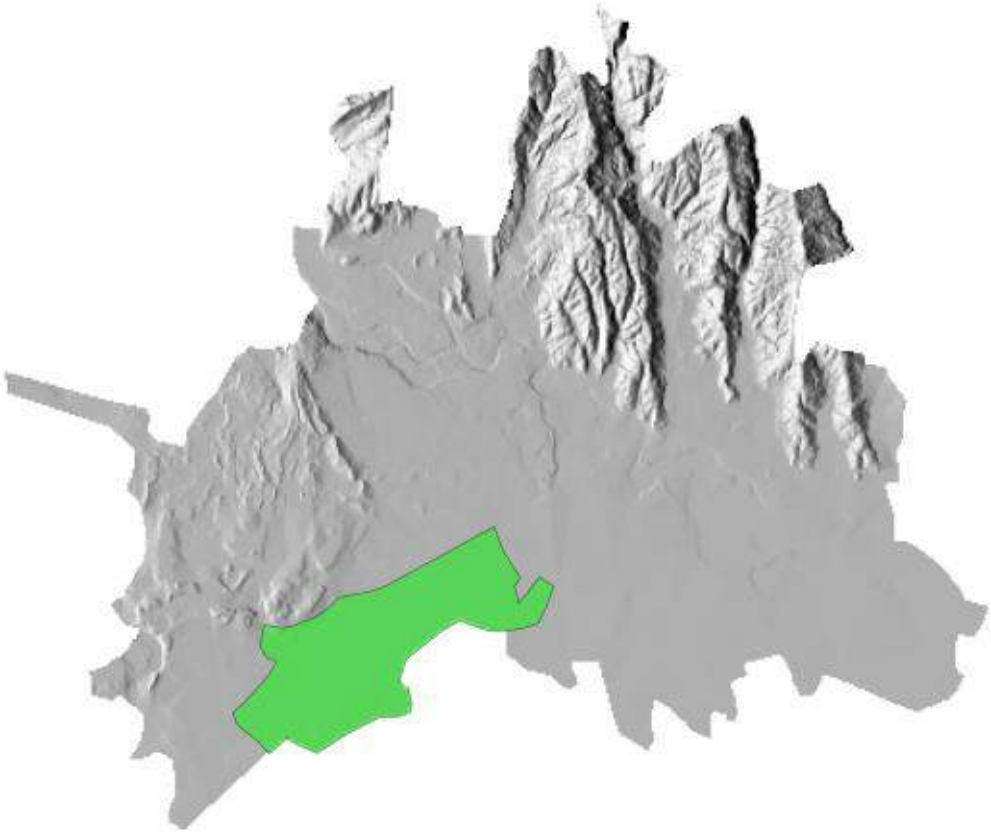


Figura 5-16: Emissioni pro capite per il Comune di Verona.

Tabella 5-32: Azioni possibili per il Comune di Verona.

AZIONE GENERALE	DESCRIZIONE OBIETTIVO	ACCESSIBILITÀ INFORMAZIONI	EFFICACIA
Trasporto urbano sostenibile: riduzione impatto mezzi privati	Passaggio da trasporto privato a trasporto pubblico	bassa	alta
	Adeguamento mezzi trasporto pubblico locale	alta	alta
	Fluidificazione e regolazione della circolazione	alta	media
	Definizione di corsie preferenziali	alta	alta
	Rinnovo parco auto	media	media
	Aumento ZTL	alta	media
	Aumento aree pedonali	alta	alta
	Aumento percorsi ciclo pedonali	alta	alta
	Incentivazione ciclabilità	bassa	alta
	Organizzazione di trasporti collettivi per i bambini che vanno a scuola	media	media
Riduzione dell'impatto dei mezzi commerciali	Governo accessi	alta	alta
	Trasformazione o sostituzione mezzi commerciali	alta	media
	Limitazione del transito di mezzi pesanti in area urbana	media	alta
Riduzione dell'impatto degli impianti civili	Trasformazione e sostituzione degli impianti	bassa	media
	Miglioramento del rendimento energetico	media	media
	Osservanza di norme di contenimento energetico	bassa	media
	Incentivazione uso di energie rinnovabili	media	media
Riduzione impatto delle attività produttive	Riconversione e trasformazione mezzi di trasporto	media	bassa
	Piattaforme di interscambio merci	media	alta
	Adozione BAT negli impianti produttivi	alta	alta
Applicazione misure programmate di limitazione traffico	Limitazione alla circolazione veicoli inquinanti	alta	media
	Blocchi totali del traffico (es. Domeniche ecologiche)	alta	bassa
Comunicazione e accordi	Comunicazione verso la cittadinanza, operatori economici, imprese	bassa	alta
	Stipula di accordi	media	alta

5.17 VILLAFRANCA DI VERONA

Comune di VILLAFRANCA DI VERONA			
Dati generali			
Abitanti	29353	Superficie [km^2]	57.14
Area climatologica	pianura	edificata	18.7%
Stazioni meteorologiche di riferimento	Villafranca di Verona	agricola	81.3%
Stazioni di qualità dell'aria di riferimento	Villafranca di Verona Verona Corso Milano Verona Cason	boschiva	0.0%
		acque	0.0%
Localizzazione			
			
Fonti emissive analizzate *			
Numero di aziende	4	Lunghezza della rete stradale extraurbana [km]	225.87
Numero di allevamenti	175	Distanza globale percorsa annualmente [km]	$8.51 \cdot 10^8$

* sulla base dei dati pervenuti

Tabella 5-33: Emissioni totali annue, ripartizione percentuale tra i diversi settori e emissioni pro capite per il Comune di Villafranca di Verona.

Emissioni totali annue [t/a]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	42.49	6.03	2.53	0.00	3.36	54.41
Ossidi di azoto (NO_x)	77.09	34.57	332.71	0.05	35.00	479.42
Monossido di carb. (CO)	99.73	16.14	1073.65	1.51	257.84	1448.87
Metano (CH_4)	30.86	2.19	10.45	1755.34	33.80	1832.64
Ammoniaca (NH_3)	0.00	0.00	11.31	876.92	0.01	888.24
Polveri sottili (PM_{10})	10.42	0.41	26.97	3.88	9.27	50.95
Ripartizione percentuale delle emissioni						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	78.1%	11.1%	4.6%	0.0%	6.2%	100.0%
Ossidi di azoto (NO_x)	16.1%	7.2%	69.4%	0.0%	7.3%	100.0%
Monossido di carb. (CO)	6.9%	1.1%	74.1%	0.1%	17.8%	100.0%
Metano (CH_4)	1.7%	0.1%	0.6%	95.8%	1.8%	100.0%
Ammoniaca (NH_3)	0.0%	0.0%	1.3%	98.7%	0.0%	100.0%
Polveri sottili (PM_{10})	20.5%	0.8%	52.9%	7.6%	18.2%	100.0%
Emissioni annue pro capite [kg/(a · ab)]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	1.45	0.21	0.09	0.00	0.11	1.86
Ossidi di azoto (NO_x)	2.63	1.18	11.33	0.00	1.19	16.33
Monossido di carb. (CO)	3.40	0.55	36.58	0.05	8.78	49.36
Metano (CH_4)	1.05	0.07	0.36	59.80	1.15	62.43
Ammoniaca (NH_3)	0.00	0.00	0.39	29.88	0.00	30.27
Polveri sottili (PM_{10})	0.36	0.01	0.92	0.13	0.32	1.74

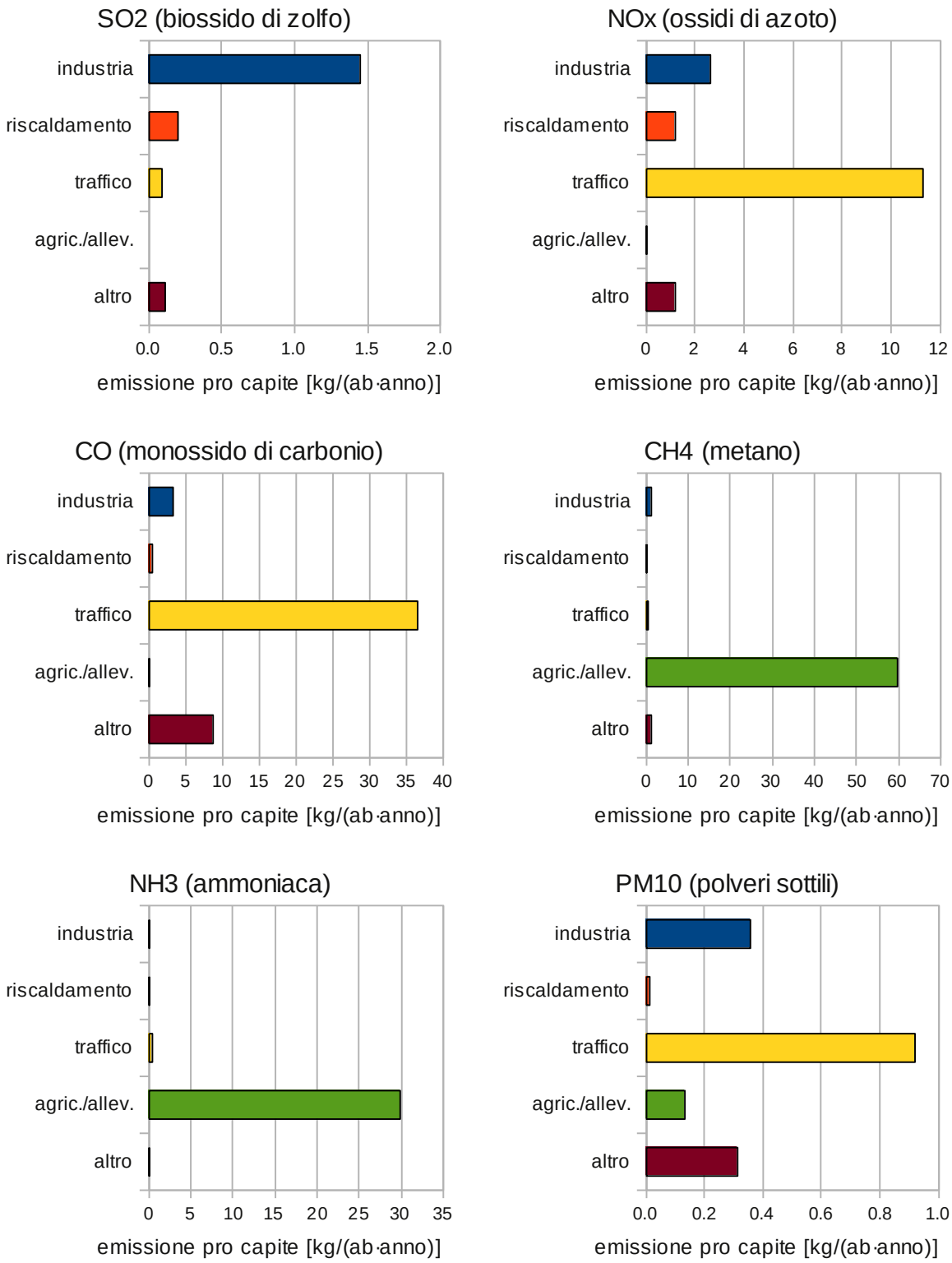
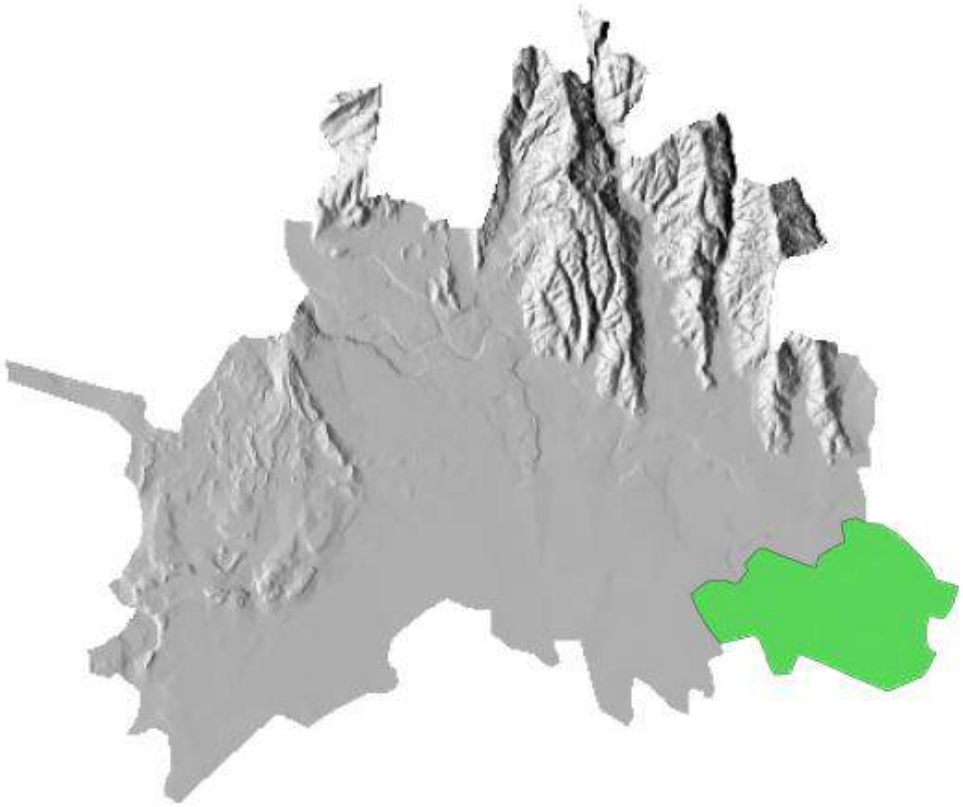


Figura 5-17: Emissioni pro capite per il Comune di Villafranca di Verona.

Tabella 5-34: Azioni possibili per il Comune di Villafranca di Verona.

AZIONE GENERALE	DESCRIZIONE OBIETTIVO	ACCESSIBILITÀ INFORMAZIONI	EFFICACIA
Trasporto urbano sostenibile: riduzione impatto mezzi privati	Passaggio da trasporto privato a trasporto pubblico	bassa	alta
	Adeguamento mezzi trasporto pubblico locale	alta	bassa
	Fluidificazione e regolazione della circolazione	media	media
	Definizione di corsie preferenziali	alta	bassa
	Rinnovo parco auto	media	bassa
	Aumento ZTL	alta	bassa
	Aumento aree pedonali	alta	bassa
	Aumento percorsi ciclo pedonali	alta	bassa
	Incentivazione ciclabilità	bassa	bassa
	Organizzazione di trasporti collettivi per i bambini che vanno a scuola	media	bassa
Riduzione dell'impatto dei mezzi commerciali	Governo accessi	alta	media
	Trasformazione o sostituzione mezzi commerciali	alta	media
	Limitazione del transito di mezzi pesanti in area urbana	media	alta
Riduzione dell'impatto degli impianti civili	Trasformazione e sostituzione degli impianti	bassa	media
	Miglioramento del rendimento energetico	media	media
	Osservanza di norme di contenimento energetico	bassa	media
	Incentivazione uso di energie rinnovabili	media	media
Riduzione impatto delle attività produttive	Riconversione e trasformazione mezzi di trasporto	media	bassa
	Piattaforme di interscambio merci	media	bassa
	Adozione BAT negli impianti produttivi	alta	alta
Applicazione misure programmate di limitazione traffico	Limitazione alla circolazione veicoli inquinanti	bassa	media
	Blocchi totali del traffico (es. Domeniche ecologiche)	bassa	bassa
Comunicazione e accordi	Comunicazione verso la cittadinanza, operatori economici, imprese	bassa	alta
	Stipula di accordi	media	alta

5.18 ZEVIO

Comune di ZEVIO			
Dati generali			
Abitanti	12035	Superficie [km^2]	54.83
Area climatologica	pianura	edificata	8.0%
Stazioni meteorologiche di riferimento	Villafranca di Verona	agricola	89.7%
Stazioni di qualità dell'aria di riferimento	Villafranca di Verona San Giovanni Lupatoto Verona Corso Milano Verona Cason	boschiva	0.0%
		acque	2.3%
Localizzazione			
			
Fonti emissive analizzate *			
Numero di aziende	3	Lunghezza della rete stradale extraurbana [km]	202.64
Numero di allevamenti	129	Distanza globale percorsa annualmente [km]	$4.99 \cdot 10^8$

* sulla base dei dati pervenuti

Tabella 5-35: Emissioni totali annue, ripartizione percentuale tra i diversi settori e emissioni pro capite per il Comune di Zevio.

Emissioni totali annue [t/a]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.99	2.47	1.55	0.00	0.17	5.18
Ossidi di azoto (NO_x)	11.74	14.17	199.55	0.07	64.46	289.99
Monossido di carb. (CO)	91.12	6.62	619.90	2.14	125.33	845.11
Metano (CH_4)	5.71	0.90	6.33	1234.80	5.34	1253.08
Ammoniaca (NH_3)	31.54	0.00	6.53	820.91	0.01	858.99
Polveri sottili (PM_{10})	27.24	0.17	16.45	11.17	6.08	61.11
Ripartizione percentuale delle emissioni						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	19.1%	47.8%	29.9%	0.0%	3.2%	100.0%
Ossidi di azoto (NO_x)	4.0%	4.9%	68.8%	0.0%	22.2%	100.0%
Monossido di carb. (CO)	10.8%	0.8%	73.4%	0.3%	14.8%	100.0%
Metano (CH_4)	0.5%	0.1%	0.5%	98.5%	0.4%	100.0%
Ammoniaca (NH_3)	3.7%	0.0%	0.8%	95.6%	0.0%	100.0%
Polveri sottili (PM_{10})	44.6%	0.3%	26.9%	18.3%	10.0%	100.0%
Emissioni annue pro capite [kg/(a · ab)]						
	Industria	Riscaldamento	Traffico	Agricoltura /allevamenti	Altro	Totale
Ossidi di zolfo (SO_x)	0.08	0.21	0.13	0.00	0.01	0.43
Ossidi di azoto (NO_x)	0.98	1.18	16.58	0.01	5.36	24.11
Monossido di carb. (CO)	7.57	0.55	51.51	0.18	10.41	70.22
Metano (CH_4)	0.47	0.07	0.53	102.60	0.44	104.11
Ammoniaca (NH_3)	2.62	0.00	0.54	68.21	0.00	71.37
Polveri sottili (PM_{10})	2.26	0.01	1.37	0.93	0.51	5.08

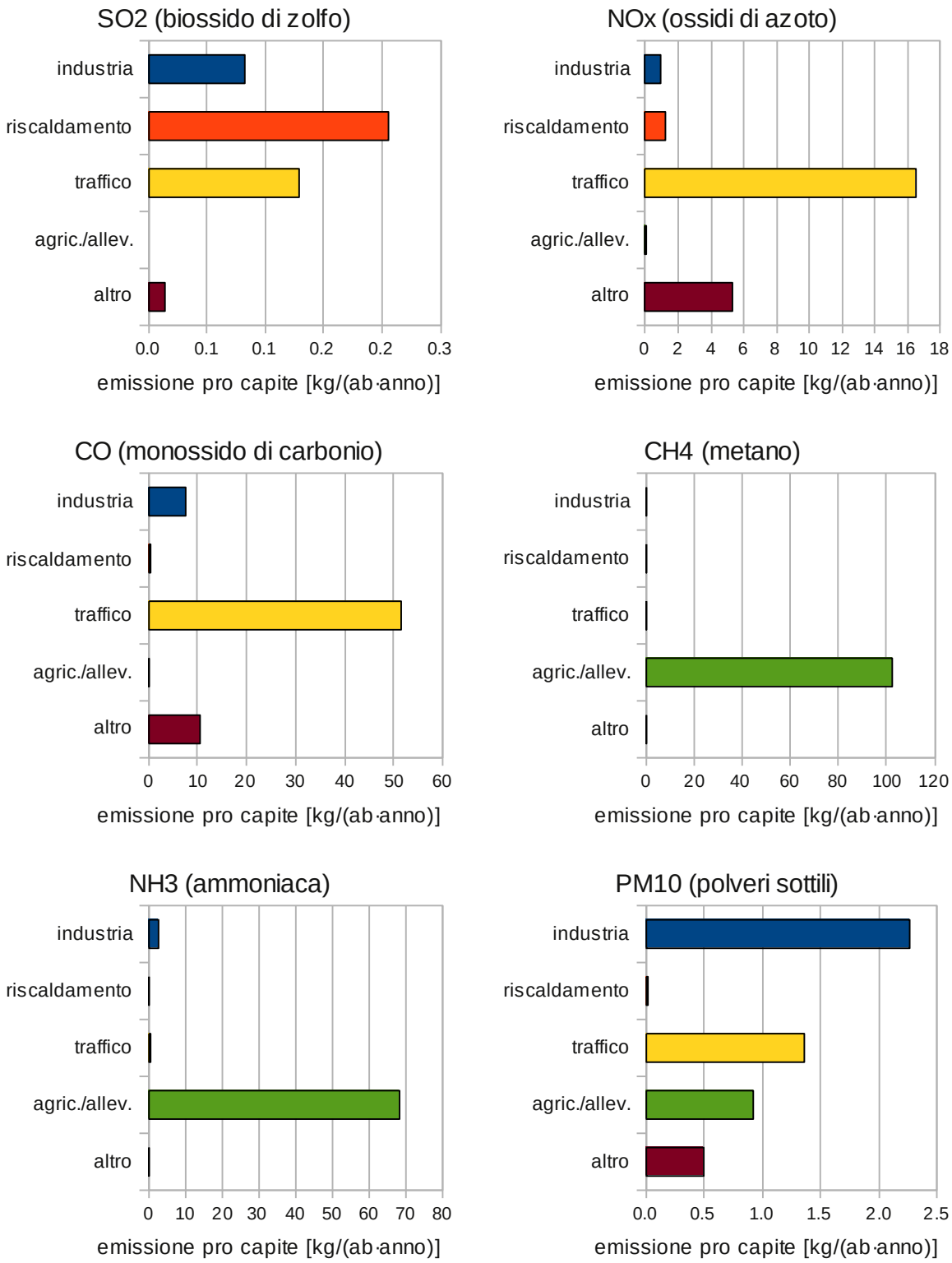


Figura 5-18: Emissioni pro capite per il Comune di Zevio.

Tabella 5-36: Azioni possibili per il Comune di Zevio.

AZIONE GENERALE	DESCRIZIONE OBIETTIVO	ACCESSIBILITÀ INFORMAZIONI	EFFICACIA
Trasporto urbano sostenibile: riduzione impatto mezzi privati	Passaggio da trasporto privato a trasporto pubblico	bassa	alta
	Adeguamento mezzi trasporto pubblico locale	alta	bassa
	Fluidificazione e regolazione della circolazione	media	media
	Definizione di corsie preferenziali	alta	bassa
	Rinnovo parco auto	media	bassa
	Aumento ZTL	alta	bassa
	Aumento aree pedonali	alta	bassa
	Aumento percorsi ciclo pedonali	alta	bassa
	Incentivazione ciclabilità	bassa	bassa
	Organizzazione di trasporti collettivi per i bambini che vanno a scuola	media	bassa
Riduzione dell'impatto dei mezzi commerciali	Governo accessi	alta	media
	Trasformazione o sostituzione mezzi commerciali	alta	media
	Limitazione del transito di mezzi pesanti in area urbana	media	alta
Riduzione dell'impatto degli impianti civili	Trasformazione e sostituzione degli impianti	bassa	media
	Miglioramento del rendimento energetico	media	media
	Osservanza di norme di contenimento energetico	bassa	media
	Incentivazione uso di energie rinnovabili	media	media
Riduzione impatto delle attività produttive	Riconversione e trasformazione mezzi di trasporto	media	bassa
	Piattaforme di interscambio merci	media	bassa
	Adozione BAT negli impianti produttivi	alta	alta
Applicazione misure programmate di limitazione traffico	Limitazione alla circolazione veicoli inquinanti	bassa	media
	Blocchi totali del traffico (es. Domeniche ecologiche)	bassa	bassa
Comunicazione e accordi	Comunicazione verso la cittadinanza, operatori economici, imprese	bassa	alta
	Stipula di accordi	media	alta

Capitolo 6

Conclusioni

6 CONCLUSIONI

Appare utile, data l'estensione e la complessità delle analisi presentate in questo PQA, sintetizzarne, qui, alcuni aspetti salienti e fornire alcune linee di indirizzo per lo sviluppo di azioni volte ad una migliore tutela della qualità dell'aria. Fermo restando che **questo quadro sintetico non sostituisce la lettura del documento nella sua forma integrale**, soprattutto da parte di chi ha più dirette responsabilità nel dare seguito all'attuazione del Piano attraverso l'adozione degli interventi connessi.

Valutazione d'insieme

Le numerose analisi svolte per la elaborazione del PQA ed esposte in dettaglio nel presente documento costituiscono una base conoscitiva estremamente ampia e variegata sia dei diversi fattori che determinano la qualità dell'aria, sia della determinazione quantitativa di come questi si presentano in concreto nell'area di indagine. **Per la prima volta si ritrovano, raccolte in un solo documento, tutte queste informazioni ed elaborazioni**. Queste consentono di fornire un primo quadro complessivo ed integrato dello stato del territorio e delle sue tendenze in ordine alla tutela e al risanamento della qualità dell'aria. Tale quadro costituisce perciò una base conoscitiva imprescindibile per consentire alle Amministrazioni competenti di valutare e successivamente adottare, a ragion veduta, i provvedimenti più appropriati ed efficaci specificamente calibrati per le aree di competenza. Fornisce anche alcune indicazioni per l'approfondimento di aspetti specifici particolari, che non si sono potuti sviluppare nel presente Piano, o perché riferibili solo ad alcuni ambiti – meteorologico, emissivo, infrastrutturale, organizzativo, ecc. – che richiedono un'analisi di dettaglio, o perché si tratta di casi di interesse specificamente solo per alcune realtà comunali e non per tutti gli aderenti all'Accordo, o infine perché allo stato presente non sono ancora disponibili tutte le informazioni e gli strumenti necessari (come ad es. l'inventario regionale delle emissioni, al momento ancora in corso di elaborazione da parte di ARPAV).

Organizzazione del quadro conoscitivo

Condizione imprescindibile per una valutazione oggettiva, razionale e quantitativa di tutti i fattori rilevanti per la qualità dell'aria è la **disponibilità di dati attendibili e adeguati rispetto agli obiettivi.** Talvolta non ci si rende conto del valore potenziale di molti dati raccolti nell'ambito di attività di servizio dalle amministrazioni o da altri soggetti, sia in via continuativa (stazioni di rilevamento, strumenti fissi, ecc.), sia in occasione di specifiche iniziative temporanee (campagne di misura mirate, svolte per attività di servizio o preliminari alla redazione di studi e/o progetti, ecc.). Tale valore può venire trasformato da potenziale in attuale solo attraverso un processo appunto di valorizzazione, cioè rendendo il **dato attendibile** (attraverso una validazione), **fruibile** (inserendolo in opportune banche dati

informatizzate, con un formato chiaramente definito) e **disponibile** (consentendone un facile accesso agli addetti ai lavori).

In particolare nelle basi di dati di cui sopra andranno progressivamente riversati molti dati attualmente detenuti su supporto cartaceo (ad es. quelli acquisiti in sede di procedura di autorizzazione alle emissioni in atmosfera per alcune tipologie di impianti). Solo in tal modo le azioni che verranno intraprese sulla base delle valutazioni fondate su questi dati avranno una ragionevole probabilità di determinare un beneficio reale e quantificabile anche in termini economici.

Alcune fra le maggiori criticità incontrate nello sviluppo del presente piano sono ascrivibili alla **inattesa difficoltà di reperimento dei dati necessari**. Una prima criticità è stata determinata dal quadro poco definito di quali dati fossero in possesso di quali enti. Tale criticità è dipesa dalla varietà degli enti responsabili dei dati e dalle diverse finalità con cui questi dati vengono raccolti e archiviati, dalle diverse modalità con cui gli stessi vengono gestiti dalle diverse amministrazioni (ad es. i dati di traffico comunali) e da una ancora limitata consuetudine da parte delle amministrazioni ad organizzare in archivi e/o basi di dati i risultati relativi agli esiti delle loro attività o iniziative (ad es. campagne di misura, limitazioni al traffico, controlli, promozione di buone pratiche, applicazione di sanzioni), in maniera tale che siano prontamente fruibili da terzi, e a renderne conto (ad es. attraverso la pubblicazione sistematica di relazioni tecniche a conclusione di tali attività). Una seconda criticità è costituita dalla **eterogeneità**, cioè dal fatto che alcuni di questi dati provengono per esempio da misure e rilevamenti (ad esempio dati meteorologici, di qualità dell'aria, di traffico), altri da censimenti (ad esempio popolazione, parco veicoli, ecc.), altri da modelli (modelli meteorologici e di dispersione, modelli di traffico, ecc.), altri da proiezioni (flussi di traffico, parco macchine, evoluzione tecnologica, ecc.), altri da autorizzazioni (autorizzazioni alle emissioni, allo sfruttamento di cave, ecc.). Tutto questo si riflette in una diversità di formati, supporti, risoluzioni spaziali e temporali, che rende molto complessa ed onerosa la loro validazione ed elaborazione, ai fini di una valorizzazione degli stessi. **È importante perciò che gli organi tecnici delle le pubbliche amministrazioni intraprendano buone pratiche in ordine alla trasparenza, organizzazione, accessibilità e diffusione di tali informazioni.**

La fase di raccolta dati ha impegnato i vari soggetti coinvolti nel PQA, ma soprattutto l'Università di Trento e i suoi diretti collaboratori, in un oneroso processo di raccolta e validazione dei dati. Ciò ha richiesto uno sforzo aggiuntivo inizialmente non pianificato, oltreché inadeguato: il **ruolo dell'Università** è semmai quello di analizzare ed elaborare i dati, non già quello di esplorare, reperire e organizzare dati in possesso di pubbliche amministrazioni e altri soggetti pubblici e privati. In ogni caso questo notevole investimento di tempo e risorse andrebbe capitalizzato mediante la organizzazione, sulla base di questa esperienza, di opportuni accordi e strumenti per una gestione più efficace dei dati esistenti. In tal senso, un passo importante verso una gestione efficace della qualità del'aria è la costituzione di un sistema integrato delle basi di dati esistenti (ad es. SIRAV), organizzato per

consentire l'accesso e la fruibilità, da parte degli addetti ai lavori, di tutte le informazioni e, soprattutto, dei dati quantitativi aggiornati necessari alle valutazioni. Tale risultato si può conseguire individuando **un soggetto di coordinamento tra enti che gestisca una regia efficace e tempestiva** del popolamento e dell'aggiornamento di questa base di dati. Tempi, modi, costi, organizzazione e gestione di un tale sistema andranno naturalmente accuratamente valutati dagli interessati, auspicabilmente in un'ottica provinciale o regionale, fermo restando l'obiettivo di predisporre in via continuativa una base di dati ricca, costantemente aggiornata, operativa e fruibile a supporto delle valutazioni e delle azioni che presentano un potenziale impatto sulla qualità dell'aria.

Valutazioni di metodo

Il procedimento seguito nello sviluppo del PQA (**collaborazione fra pubbliche amministrazioni** ai sensi dell'art 15 legge 241/90) costituisce un approccio innovativo al problema, che va nella giusta direzione di coinvolgere tutte le amministrazioni che possono metter a disposizione competenze nelle diverse valutazioni di un problema complesso, come quello della qualità dell'aria e del suo impatto sulla salute, che travalica l'ambito comunale e le competenze normalmente disponibili all'interno di una singola amministrazione.

In particolare le competenze tecnico-scientifiche possono essere messe a disposizione non solo dalle Università (si raccomanda in proposito di valorizzare le competenze utili per quest'ambito e offerte sul territorio dall'**Università di Verona**, segnatamente nei settori della medicina, della fisica della materia, della gestione informatica di basi di dati e dell'analisi statistica), ma anche dai centri di ricerca.

Al tempo stesso tuttavia va tenuto presente che la complessità del problema richiede comunque il concorso di **specifiche competenze e professionalità anche in fase di attuazione delle azioni**, cioè nel recepimento del PQA da parte dei Comuni attraverso la determinazione del **Piano degli Interventi** e nella loro successiva attuazione.

La forma della collaborazione tra enti ha consentito infatti di valorizzare risorse interne delle amministrazioni, motivare sinergie positive, integrare gestione del territorio, tutela della salute e applicazione dei risultati più avanzati della ricerca scientifica-tecnologica.

Tuttavia nella realizzazione del presente lavoro sono anche emerse alcune **criticità amministrative e organizzative** (già documentate nella Relazione Finale sulle attività consegnata in data 29 marzo 2010 a norma dell'art. 4 della Convenzione) di cui sarà bene tenere conto in vista di una eventuale riproposizione di tale forma di collaborazione in future attività. In particolare, questa forma di collaborazione presuppone un apporto collaborativo e corresponsabile di tutti gli attori – enti e loro personale coinvolto – superando la logica tipica degli incarichi conferiti da una pubblica amministrazione ad un esecutore esterno (professionista, consulente, ecc.). L'idea è che l'esito della collaborazione dipende dalla equilibrata partecipazione di tutti i soggetti coinvolti. Anche per questo, la gestione della collaborazione tra enti - accomunati dallo *status* di pubblica amministrazione, ma spesso

molto diversi per natura, scopi, composizione e competenze degli organici - richiede una capacità non comune di gestione non solo amministrativa, ma anche e soprattutto organizzativa, dei procedimenti (convocazione degli incontri, gestione del loro svolgimento, verbalizzazione degli atti, attuazione delle deliberazioni, verifica dello stato di avanzamento dei lavori, risoluzione delle criticità, capacità di mediazione, spirito d'iniziativa, gestione efficace delle comunicazioni attraverso un sistema informativo di condivisione delle informazioni, ecc.) e una struttura di supporto adeguata. Oltre che dal possesso di questi requisiti, il soggetto in capo al coordinamento deve disporre delle adeguate attribuzioni di competenze assicurate dalla normativa. Si ricorda a tal proposito che la normativa della Regione Veneto, in materia di tutela della qualità dell'aria[1], attribuisce un ruolo di coordinamento alle Province.

È indispensabile che **le azioni che saranno messe in atto dai Comuni in attuazione del presente Piano siano organizzate con criteri di progettualità**, individuando chiaramente gli obiettivi, e, in relazione a questi, l'organizzazione logica dei vari passaggi, la definizione dei vari soggetti coinvolti (e in particolare dei responsabili delle azioni) e dei rispettivi ruoli, una valutazione quantitativa preliminare dei benefici attesi, una valutazione realistica dei tempi di attuazione, la definizione di indicatori chiari per la verifica quantitativa dell'esito dell'azione, nonché la quantificazione dei costi in relazione alla quantificazione dei benefici, sia attesi che verificati ex-post. Ad esempio, gli eventuali provvedimenti emergenziali di limitazione della circolazione dovranno esser accompagnati da una valutazione preliminare della riduzione dei veicoli che si prevede di ottenere sulle, diverse vie di transito, valutate per le diverse fasi di attuazione del provvedimento (ciclo diurno, settimanale), e a proiezioni sulla riduzione attesa delle emissioni, ottenute anche sulla base di simulazioni modellistiche. Contestualmente occorrerà metter in atto idonee misure (valorizzando prioritariamente i sistemi già esistenti) per conseguire un monitoraggio quantitativo attendibile delle variazioni ottenute nei flussi di traffico grazie all'adozione dei provvedimenti attuati. Solo da un'analisi comparativa tra questi dati di traffico e le concentrazioni registrare dai sistemi di rilevamento della qualità dell'aria si potranno avere gli elementi indispensabili per **diagnosticare nessi causali** tra emissioni, condizioni meteorologiche e concentrazioni degli inquinanti.

Coordinamento con altri strumenti di pianificazione e regolamentazione

Non si sarà mai ribadito a sufficienza che **le politiche di gestione della qualità dell'aria non si attuano mediante singoli interventi isolati e non coordinati**, tanto meno se questi sono adottati in via eccezionale soltanto in situazioni di emergenza. Al contrario, tali politiche si attuano tenendo sempre presenti criteri e misure di riduzione delle emissioni all'interno degli

[1] Piano Regionale di Tutela e di Risanamento dell'Atmosfera approvato con delibera del Consiglio Regionale del Veneto n.57 dell'11 Novembre 2004 e pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione del Veneto n. 130 del 21 Dicembre 2004.

atti di pianificazione, regolamentazione e autorizzazione. Nei Piani Urbanistici, nei Piani del Traffico, nei Piani di Assetto del Territorio, nei Piani Energetici, nei Regolamenti Edilizi, ecc., occorrerà recepire indicazioni e buone pratiche che emergono dal presente documento e dalla legislazione in materia di tutela della qualità dell'aria. **In tutti questi provvedimenti si raccomanda di quantificare il beneficio atteso in termini di riduzione delle emissioni e delle concentrazioni attese derivante dall'attuazione degli obiettivi di pianificazione.**

È chiaro tuttavia che l'armonizzazione fra strumenti di pianificazione richiede - non solo in fase di attuazione, ma anche e soprattutto in fase di elaborazione ed approvazione di tali strumenti - uno **stretto coordinamento tra i diversi uffici comunali** che ne sono responsabili. Peraltro il coordinamento richiede la conoscenza: per fare un esempio, è indispensabile che il settore ambiente sia al corrente delle attività del settore traffico (provvedimenti adottati o in fase di adozione, strumenti attivati, ecc.) che possono avere rilevanza sulla qualità dell'aria e sulle politiche per una sua gestione. Questo coordinamento non è in generale scontato, e anzi appare tanto più difficile nei comuni di più grandi dimensioni. Occorre pertanto lavorare, soprattutto a livello dei vertici, per renderlo operativo. Un efficace coordinamento richiede anche una **base di partenza comune** in termini di linguaggio, una condivisione di obiettivi e di visione, l'implementazione di modelli organizzativi (dalla comunicazione delle informazioni, allo scambio di dati, alla verifica dello stato di avanzamento dei lavori, alla risoluzione dei problemi, alla adozione di opportune varianti in corso d'opera quando necessario).

Si raccomanda che le procedure di autorizzazioni di opere che necessitano di Valutazione di Impatto Ambientale e/o di Autorizzazione Integrata Ambientale tengano conto anche dei risultati del presente PQA.

Alcune importanti indicazioni dal punto di vista della prevenzione ambientale potrebbero essere inserite in strumenti normativi (es. regolamento edilizio) o come criteri guida nella redazione di strumenti di pianificazione. In tal senso sarà possibile prescrivere criteri per la costruzione di abitazioni in funzione della distanza dalle strade più critiche e misure finalizzate alla riduzione del carico inquinante nelle strade urbane. Ad esempio, strutture sociali "sensibili" quali gli asili, devono disporre di criteri per l'individuazione (in caso di criticità locali) di fasce di rispetto tali da garantire la salute degli utenti. L'individuazione della localizzazione ottimale rientra in un percorso essenzialmente programmatorio, data la difficoltà di identificare nel dettaglio le singole aree con caratteristiche di buona qualità in cui collocare dette strutture.

Particolare attenzione riveste il sistema dei trasporti, soprattutto quello dei trasporti urbani, che con le sue emissioni è in grado di influenzare le condizioni di salute della popolazione attraverso molti fattori di rischio di tipo diretto (inquinamento atmosferico, incidenti stradali, rumore) e indiretto (fruizione del territorio, possibilità di avere uno stile di vita attivo nella

vita quotidiana). Per questo motivo è necessaria una stretta collaborazione ed integrazione nei processi decisionali che riguardano tale sistema.

Criticità rispetto ai diversi inquinanti

L'attenzione dei *media* e della popolazione è spesso richiamata sugli episodi di superamento dei limiti di legge per le concentrazioni del **particolato atmosferico (PM_{10})**. Tale attenzione è in effetti giustificata dai valori elevati riscontrati anche in sede della presente analisi. Tuttavia l'enfasi sul particolato non deve far dimenticare le criticità relative ad altre specie che sono state evidenziate, in particolare gli **ossidi di azoto (NO_x)**, soprattutto in corrispondenza di aree prossime a sedi stradali con elevati flussi di traffico e maggiormente in quelle caratterizzate da situazioni che inibiscono la dispersione atmosferica (ad esempio strade a *canyon urbano*). La distribuzione spaziale di tali inquinanti è tipicamente molto eterogenea, presentando concentrazioni elevate in prossimità delle sorgenti emissive (carreggiate) e concentrazioni anche molto più basse altrove (si veda il caso di studio della SS11 a Vago di Lavagno al paragrafo 2.1.6.2). Tale distribuzione eterogenea rende molto difficile un monitoraggio accurato delle concentrazioni mediante approcci convenzionali. A tal proposito, si attendono i risultati del progetto europeo ESCAPE in corso di svolgimento (al quale partecipa anche l'Università di Verona), e in particolare i risultati delle campagne di misura svolte nell'ambito di tale progetto mediante la collocazione di campionatori passivi di ossidi di azoto in circa 40 punti di campionamento a Verona. Sempre in merito alle concentrazioni di ossidi di azoto in atmosfera, un altro caso di studio (paragrafo 2.1.6.1) ha evidenziato come ci possano essere contributi non trascurabili anche in corrispondenza di impianti produttivi, per i quali, opportuni approfondimenti – anche se di per sé non previsti dalla normativa sulla qualità dell'aria – possono peraltro evidenziare potenziali criticità (anche per altri inquinanti), che è bene quantificare in sede di tutela della salute pubblica. Una ulteriore criticità determinata da elevate concentrazioni di ossidi di azoto è determinata dalla loro attitudine a formare particolato secondario, che si forma in atmosfera per conversione in fase solida di tali gas. Come evidenziato dal grafico di Figura 2-141 la componente di particolato secondario può essere dominante all'interno del PM_{10}. Pertanto, **le azioni e le politiche di riduzione delle emissioni di NO_x contribuiscono anche alla riduzione del PM_{10}**.

Criticità rispetto alle emissioni

Un progresso sostanziale nelle politiche di gestione della qualità dell'aria si potrà compiere quando sarà fruibile **l'inventario delle emissioni** attualmente in corso di elaborazione presso l'Osservatorio Aria di ARPAV. Questo importante strumento consentirà di disporre di una visione complessiva, organica e distribuita delle emissioni. Consentirà altresì di effettuare simulazioni modellistiche dei processi di dispersione in grado di includere tutte le sorgenti rilevanti presenti sul territorio con le rispettive quantificazioni delle emissioni, per arrivare a

valutare le **concentrazioni di inquinanti nei vari punti del territorio**. Questo passaggio è fondamentale: l'obiettivo primario per il risanamento della qualità dell'aria è la **riduzione delle concentrazioni** degli inquinanti. Ma questo obiettivo si può ottenere in modo efficace solo intervenendo primariamente e in maniera mirata su quelle sorgenti che risultano più direttamente determinanti nel condizionare la qualità dell'aria nelle aree obiettivo (o perché più intense, o perché più vicine, o perché le emissioni non sono convogliate in camini o altri dispositivi che ne favoriscano un'efficace diluizione e/o abbattimento, o per altre ragioni ancora). **Saranno solo le simulazioni modellistiche basare su un inventario delle emissioni che consentiranno di diagnosticare il nesso causale fra emissioni e concentrazioni.** Inoltre la valutazione delle concentrazioni costituisce la condizione preliminare indispensabile anche per qualsiasi valutazione puntale (cioè a scala di singoli aggregati di abitazioni) e complessiva (cioè estesa a tutti gli ambiti territoriali e comunali) dell'**esposizione della popolazione residente** agli inquinanti atmosferici e conseguentemente del rischio per la salute.

Lo studio pilota delle concentrazioni di inquinanti determinati dalle emissioni da un insediamento industriale collocato in ambito urbano (paragrafo 2.1.6.1), ha evidenziato anche l'**importanza di valutare con attenzione il ruolo dell'altezza dei punti di rilascio** (camini) ai fini di uno smorzamento dei massimi impatti sul territorio.

Si segnala inoltre la criticità costituita dalle emissioni da traffico stradale (urbano, extraurbano, autostradale). Si sottolinea che, anche laddove nel quadro complessivo delle emissioni a scala comunale queste emissioni in molti casi possano apparire non particolarmente più rilevanti di altre, tuttavia in termini di impatto sulla distribuzione delle concentrazioni in prossimità della popolazione esposta, e quindi sul loro effetto per la salute, possono essere preponderanti, atteso che una buona parte della popolazione trascorre molto tempo in luoghi esposti a rilevanti emissioni locali da traffico (abitazioni, luoghi di lavoro, scuole, marciapiedi, parchi, piste ciclabili, ecc. prospicienti strade trafficate). **Per le situazioni che ad una prima ricognizione di massima si presentano più a rischio, è prioritaria l'effettuazione di accertamenti più approfonditi a scala locale caso per caso, supportate sia da misure (opportunamente finalizzate e panificate) e da simulazioni modellistiche (con strumenti adeguati e opportunamente calibrati).**

Criticità rispetto alla climatologia

Dal momento che **le condizioni meteo-climatologiche svolgono un ruolo cruciale nel determinare condizioni sfavorevoli ad una buona qualità dell'aria** (come ampiamente descritto nel paragrafo 2.1.2) è importante valorizzare le risorse esistenti (umane, strumentali, modellistiche) per il monitoraggio e la previsione delle situazioni meteorologiche, nonché prevedere sviluppi di tali risorse.

In particolare, l'analisi delle stazioni di misura ha evidenziato la **carenza di stazioni meteorologiche conformi alle normative tecniche nella città di Verona**[2]. Data l'ampiezza e l'eterogeneità dell'area urbana e la complessità delle problematiche connesse alla qualità dell'aria in quest'area, si raccomanda di approfondire, anche di concerto con il Centro Meteorologico ARPAV di Teolo, tale questione ai fini di valutare il numero e l'ubicazione di opportune stazioni rappresentative.

Le moderne tecnologie di rappresentazione in tempo reale dei dati raccolti dalle stazioni e di previsione meteorologica con anticipo di più giorni sulla base di modelli, consentono oggigiorno di prevedere in tempo utile le situazioni critiche per la qualità dell'aria. Unitamente a strumenti modellistici della dispersione degli inquinanti, opportunamente supportati dalla disponibilità di un adeguato inventario delle emissioni, tali informazioni possono essere inserite all'interno di una catena operativa per l'allertamento delle Amministrazioni ai fini dell'adozione, in tempo utile, di eventuali provvedimenti (allerte alla popolazione, limitazioni del traffico, chiusura delle scuole, ecc.). Tali risorse, in parte già implementate presso i servizi tecnici (ad esempio Centro Meteorologico di Teolo) devono tuttavia essere valorizzate mediante la **definizione di vere e proprie procedure codificate e costantemente aggiornate**. Per codificare in maniera più mirata ed efficace le situazioni, ci si potrà avvalere di opportuni "indici di criticità" introdotti nel paragrafo 2.1.2.10. A tale fine le Amministrazioni dovranno valutare se e in qual modo stabilire collaborazioni con tale Centro Meteorologico, per la fornitura di prodotti e servizi.

Approfondimenti su tematiche sollevate dal Dipartimento di Prevenzione dell'ULSS 20

Il presente elaborato contribuisce a migliorare il quadro conoscitivo anche con riferimento a specifiche tematiche già affrontate sul territorio, per esempio circa alcune proposte indicate dal Dipartimento di Prevenzione dell'ULSS 20 nel 2007 (ULSS 20, 2007):

- In merito al risparmio energetico si sono fornite indicazioni di bilancio ambientale in merito a nuovi standard edilizi finalizzati al contenimento energetico e quindi alla riduzione del consumo di combustibili fossili. I singoli Comuni possono utilizzare tali elaborazioni per quantificare gli effetti di azioni di questa tipologia sul proprio territorio. Ulteriori elementi sono attesi dalla imminente pubblicazione del Piano Energetico Provinciale e dei Piani Energetici di alcuni Comuni.
- È stato verificato che lo sfruttamento di fonti geotermiche, può essere attuato, ma richiede ulteriori approfondimenti conoscitivi rispetto a quanto attualmente noto (paragrafo 4.3.6). Anche in questo caso i benefici di questo tipo di azioni sono finalizzati alla riduzione del fabbisogno energetico di combustibili fossili della città.

[2] L'unica stazione meteorologica ufficiale è quella installata sopra l'edificio della sede del Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona, della quale si sono già evidenziati le criticità nel paragrafo 2.1.2.

- La metanizzazione degli automezzi per il trasporto pubblico è stata analizzata in un contesto più ampio di scenari volti a quantificare gli effetti dell'evoluzione del parco veicoli. È stato inoltre evidenziato il ruolo potenzialmente non trascurabile delle emissioni di ossidi di azoto, anche in caso di veicoli a metano, in corrispondenza di canyon urbani. Ogni provvedimento in tal senso va comunque inquadrato in una più ampia strategia volta a favorire mezzi di trasporto a basse emissioni, in particolare a trazione elettrica.
- Per quanto riguarda l'allontanamento dai centri abitati di alcuni grandi attrattori di traffico si sono forniti elementi utili in vista di una successiva valutazione di dettaglio, nelle sedi appropriate (Piani di Assetto del Territorio, Piani del Commercio, Valutazioni di Impatto Ambientale, ecc.), dei benefici derivanti da una possibile rilocalizzazione di tali attrattori, ovvero di una profonda revisione della loro accessibilità (modifiche alla viabilità, incentivazione dell'uso del mezzo pubblico e/o di mobilità alternativa). Per quanto riguarda le scuole, si è mostrato che più che grandi attrattori di traffico, il loro ruolo risulta non trascurabile per brevi periodi della giornata e quindi le criticità indotte devono essere risolte individuando puntualmente soluzioni che però non sono di entità paragonabile a quelle dei grandi attrattori. È peraltro emerso il problema della vicinanza di alcune scuole a importanti arterie stradali, che, in particolare, nel caso di effetto canyon possono esporre gli scolari ad elevate concentrazioni di alcuni inquinanti (in particolare ossidi di azoto). Sono stati inoltre forniti elementi quantitativi per valutare, anche preventivamente, il ruolo dei centri commerciali.
- Per quanto riguarda la realizzazione di un grande parco urbano alberato, la sua collocazione non riguarda un documento come il presente; tuttavia sono state fornite indicazioni in merito al peso che il settore del "verde" può avere in ambito urbano in termini di rimozione di inquinanti.
- Per quanto riguarda la proposta di sperimentazione in un quartiere periferico di riorganizzazione della mobilità per favorire l'individuazione di punti di aggregazione e lo sviluppo di una mobilità alternativa agli automezzi, da realizzare assieme alla popolazione interessata, sono stati forniti elementi in vari punti del documento, utili a supportare una quantificazione in tal senso.
- L'uso delle biciclette come mezzo di locomozione preferenziale è stato analizzato anche dal punto di vista della sua potenziale criticità: è stato evidenziato come sia importante evitare la realizzazione di piste ciclabili a fianco di arterie caratterizzate da elevati flussi di veicoli.
- L'importanza del potenziamento del sistema di trasporto pubblico ha trovato la sua dimostrazione nel ruolo che può avere la linea 21 per decongestionare l'attuale criticità trasportistica dell'asse Negrar – Verona e in corrispondenza dell'attrattore di traffico Verona Uno sul tratto da Palazzina a San Giovanni Lupatoto.

Valutazione dell'esposizione della popolazione e del rischio per la salute

Più in generale, in vista di una applicazione dei risultati del PQA per una migliore valutazione del rischio per la salute della popolazione, si ritiene necessario perseguire dal punto di vista sanitario due obiettivi conoscitivi importanti per guidare le azioni future:

1. conoscere il **livello medio di esposizione della popolazione** dell'area;
2. **individuare le aree più critiche** dal punto di vista dell'inquinamento (ove ci siano fonti emissive particolari o le condizioni locali siano particolarmente favorevoli al ristagno e all'accumulo degli inquinanti), tenendo presente che queste componenti "hot spot" possono essere maggiormente sensibili a interventi di limitazione delle emissioni.

Benché il primo dato sia emerso con sufficiente forza nel corso di questi ultimi anni, tanto da rendere possibile la messa in campo di uno specifico studio tecnico-scientifico a supporto di un successivo Piano di Azione e Risanamento della Qualità dell'Aria, il secondo problema richiede una specifica analisi in ragione del contesto, le cui valutazioni tecnico-scientifiche possono/devono andare oltre a quanto convenzionalmente richiesto dalla normativa.

Sulla base di queste considerazioni le linee di intervento devono essere finalizzate al raggiungimento di un duplice obiettivo:

- **l'adozione di piani organici di intervento per ridurre l'esposizione generalizzata della popolazione agli inquinanti atmosferici;**
- **la riduzione dell'esposizione per la popolazione a maggior rischio.**

Per conseguire efficacemente tali obiettivi occorre significativamente migliorare il quadro conoscitivo attuale.

Valutazione costi-benefici

Si potrebbe pensare che l'utilità delle azioni sia proporzionale alla loro complessità. Esistono al contrario azioni, relativamente semplici, che possono dare un contributo importante non solo alla qualità dell'aria, ma anche al tempo stesso ad una migliore qualità della vita attraverso una mobilità più efficiente, una maggiore sicurezza (in particolare stradale), una gestione ottimale del tempo, un contenimento delle emissioni di gas serra. Si citano alcuni esempi al riguardo:

- Attuare politiche di riduzione delle emissioni, anche semplicemente facendo osservare i limiti di velocità già previsti dal codice della circolazione stradale per i centri abitati, o istituendo e facendo osservare appositi limiti di velocità, o ben calibrate limitazioni al transito nelle aree più trafficate nelle quali la popolazione sia particolarmente esposta; la valutazione dei fattori di emissione da traffico mostra infatti come la minimizzazione delle emissioni si ottenga raggiungendo velocità medie di transito valutabili sulla base del parco veicoli. In particolare vanno evitate sia le situazioni di intasamento del traffico, sia il mancato rispetto dei limiti di velocità già esistenti.

- Incentivare un sostanziale trasferimento di utenti di veicoli privati verso mezzi di trasporto pubblico, eventualmente favorendo l'acquisto di abbonamenti molto convenienti, in special modo per le grandi comunità (ad es. studenti universitari, studenti delle scuole medie e superiori, dipendenti pubbliche amministrazioni, dipendenti grandi aziende anche attraverso convenzioni tra le aziende di trasporto e le grandi collettività)

Sviluppi futuri possono includere la organizzazione di concorsi a premi per elaborati da parte delle scuole o di singoli studenti, o per tesi di laurea e di dottorato, o borse di studio vincolate su tematiche legate alla tutela della qualità dell'aria.

ALLEGATI

Allegato 1

Accordo tra pubbliche amministrazioni[a] per le attività relative alla redazione del Piano di Azione e Risanamento della Qualità dell'Aria

[a] Ai sensi dell'art. 15 della Legge n. 241 del 1990.

Allegato 1) alla deliberazione del Consiglio provinciale 58/2008 del 01/10/2008

che si compone di n. 17 pagine.

Il Presidente Il Segretario generale

ACCORDO TRA PUBBLICHE AMMINISTRAZIONI AI SENSI DELL'ART. 15 DELLA LEGGE 241/1990
PER LE ATTIVITÀ RELATIVE ALLA REDAZIONE DEL PIANO DI AZIONE e RISANAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

TRA

1. il Comune di Verona, P. IVA e cod. fisc. 0021515 0 236, rappresentato dal Dirigente del Centro di Responsabilità Ambiente Ing. Andrea Bombieri, nato a Verona il 08/09/1972, il quale interviene in nome e per conto del suddetto Comune, ai sensi dell'art. 80 dello Statuto Comunale e dell'art. 24 del Regolamento per la disciplina dei contratti, in esecuzione della determinazione n. 256 del 15/07/2008
2. il Comune di Bussolengo, P. IVA e cod. fisc. 0026825 023 0, rappresentato dal Dirigente Area Servizi Tecnici Arch. Leonardo Biasi, nato a Povegliano Veronese il 24/01/1960, il quale interviene in nome e per conto del suddetto Comune, ai sensi dell'art. 40 e 41 dello Statuto Comunale e dell'art.3 del Regolamento del Personale Dirigente, in esecuzione del Decreto di nomina sindacale prot. n. 39187 del 21/10/2008
3. il Comune di Buttapietra, P. IVA 0136144 023 1 e cod. fisc. 8002518 023 5, rappresentato dal Dirigente del Centro di Responsabilità Ambiente Arch. Elisabetta Colato , nata a Villafranca di Verona il 23/08/1970, la quale interviene in nome e per conto del suddetto Comune, ai sensi dell'art. 45 dello Statuto Comunale e dell'art.23 del Regolamento per la disciplina dei contratti, in esecuzione del Decreto Sindacale di nomina n. 1 del 02/01/2006 e successivo Decreto Sindacale di nomina n. 9 del 01/06/2006
4. il Comune di Castel d'Azzano, P. IVA e cod. fisc. 0065983 023 6, rappresentato dal Dirigente Geom. Graziano Fusini, nato a Castel d'Azzano il 15/08/1961, il quale interviene in nome e per conto del suddetto Comune, ai sensi della nomina del Sindaco prot. n. 20224 del 12/12/2007 e con Deliberazione di Giunta Comunale n. 188 del 02/12/2008
5. il Comune di Castelnuovo del Garda, P. IVA e cod. fisc. 0066727 023 5, rappresentato dal Responsabile dell'Area Tecnica LL.PP. ed Ecologia Ing. Giovanni Spimpolo, nato a Verona il 26/03/1971, il quale interviene in nome e per conto del suddetto Comune, in esecuzione del Decreto di conferimento di posizione organizzativa n. 33/2007 del 31/12/2007 emesso dal Sindaco pro-tempore Ing. Maurizio Bernardi
6. il Comune di Grezzana, P. IVA e cod. fisc. 0040526 023 3, rappresentato dal Responsabile dell'Area Patrimonio e LL.PP. (<1000.000€) Arch. Rita Strapparava, nata a Verona il 29/11/1962, la quale interviene in nome e per conto del suddetto Comune, ai sensi dell'art. 24 comma 3 lettera d) del Regolamento sull'ordinamento degli Uffici e dei Servizi, in esecuzione del Decreto Sindacale di nomina del 18/05/2007
7. il Comune di Lavagno, P. IVA e cod. fisc. 0026772 023 3, rappresentato dal Responsabile del Settore Tecnico Geom. Michele Rossi, nato a San Bonifacio il 10/02/1961, il quale interviene in nome e per conto del suddetto Comune, ai sensi dell'art. 49 dello Statuto Comunale e dell'art. 21 del regolamento Comunale degli Uffici e dei Servizi, in esecuzione del Decreto Sindacale prot. n. 11264 del 19/10/2004 avente per oggetto il conferimento incarico di titolare di posizione organizzativa n. 6
8. il Comune di Negrar, P. IVA e cod. fisc. 0025108 023 0, rappresentato dal Dirigente del Settore Gestione del Territorio Arch. Annalisa Lo Presti, nata a Verona il 26/10/1962, la quale interviene in

nome e per conto del suddetto Comune, ai sensi del Decreto Sindacale di nomina n. 172 del 01/04/2008

9. il Comune di Pescantina, P. IVAe cod. fisc. 0066177 023 0, rappresentato dal Responsabile Area Ambiente e Territorio Dott. Claudio Bordoni, nato a Bussolengo il 10/08/1962, il quale interviene in nome e per conto del suddetto Comune, in esecuzione al Decreto Sindacale del 01/04/2008
10. il Comune di Sant'Ambrogio di Valpolicella, P. IVA e cod. fisc. 0024277 0 238, rappresentato dal Responsabile del Settore Tecnico Lavori Pubblici Ing. Stefano De Beni, nato a Verona il 04/06/1971, il quale interviene in nome e per conto del suddetto Comune, in esecuzione al Decreto Sindacale di nomina del Settore Tecnico n. 305/int prot. Del 06/07/2007
11. il Comune di San Giovanni Lupatoto, P. IVA e cod. fisc. 00360850235, rappresentato dal DIRIGENTE UFFICIO GESTIONE DEL TERRITORIO, ECOLOGIA E ED. PRIV. ARCH. F. FEDERICI nata a TERRARA il 19.01.1962, la quale interviene in nome e per conto del suddetto Comune, ai sensi DEL DECRETO SINDACALE PROT. N. 258 DEL 22/02/2008, IN ESECUZIONE DEL PROVVEDIMENTO DI GIUNTA COMUNALE N. 235 DEL 27/08/2008
12. il Comune di San Martino Buon Albergo, P. IVA e cod. fisc. 0033379 023 6, rappresentato dal Responsabile del Settore Ambiente, Agenda 21, Interventi esterni, Protezione Civile Dott. Placido Camponogara, nato a Verona il 23/05/1967, il quale interviene in nome e per conto del suddetto Comune, ai sensi dell'art. 32 dello Statuto Comunale e dell'art. 7del Regolamento per la disciplina dei contratti, in forza del Decreto Sindacale di nomina prot. n. 29025 del 31/12/2007 e in esecuzione della delibera n. 153 del 11/07/2008
13. il Comune di San Pietro in Cariano, P. IVA e cod. fisc. 0026152 023 3, rappresentato dal Responsabile dell'Ufficio Ecologia ed Ambiente Dott.ssa Maddalena Maistri, nata a Negrar il 06/01/1969, la quale interviene in nome e per conto del suddetto Comune, in esecuzione del Decreto Sindacale prot. n. 4153 del 29/02/2008
14. il Comune di Sommacampagna, P. IVA e cod. fisc. 0025981 023 2, rappresentato dal Responsabile del Servizio Ecologia ed Ambiente Geom. Lorenzo Gaspari, nato a Mozzecane il 08/10/1955, il quale interviene in nome e per conto del suddetto Comune, ai sensi dell'art. 107 del Decreto Legislativo 267/2000 , in esecuzione della Disposizione Sindacale n. 13374 del 04/07/2002
15. il Comune di Sona, P. IVA e cod. fisc. 0050076 023 6 rappresentato dal Responsabile del Settore Lavori Pubblici-Urbanistica Arch. Massimo Vincenzi, nato a Nogara il 20/05/1955, il quale interviene in nome e per conto del suddetto Comune, ai sensi dell'art. 48, comma 2 lettera d) dello Statuto ed ai sensi del Decreto del Sindaco di nomina dei Responsabili di Settore prot. n. 0022292 del 31/10/2008 e del Decreto di nomina delle aree di posizione organizzativa-attribuzione incarichi prot. n. 0022293 del 31/10/2008

Servizio Tutela
zzazione Ambientale
RESPONSABILE
Giorgio Stanzial

17. il Comune di Valeggio sul Mincio, P. IVA e cod. fisc.0034663 023 9, rappresentato dal Dirigente del Centro di Responsabilità Ambiente Geom. Lauro Sacchetto, nato a Valeggio sul Mincio il 19/01/1960, il quale interviene in nome e per conto del suddetto Comune, ai sensi dell'art. 33 dello Statuto Comunale, in esecuzione della determinazione sindacale n. 12 del 09/05/2008
17. il Comune di Villafranca di Verona, P. IVA e cod. fisc. 0023207 023 5, rappresentato dal Responsabile dell'ufficio Ecologia Geom. Giuseppe Galeazzi nato a Buccheri il 19/03/1949, il quale interviene in nome e per conto del suddetto Comune, ai sensi dell'art. 81 dello Statuto Comunale e del Regolamento per la disciplina dei contratti, in esecuzione della deliberazione di Giunta Comunale n. 124 del 16/10/2008
18. il Comune di Zevio, P. IVA e cod. fisc. 0066075 023 3, rappresentato dal Funzionario Dirigente U.O. Lavori Pubblici Ecologia Dott. Arch. Pierina Beltrame, nata a Colognala ai Colli il 07/10/1965, la quale interviene in nome e per conto del suddetto Comune, in esecuzione del Decreto Sindacale n. 29 del 24/12/2007
19. la Provincia di Verona P. IVA 0065481 023 3, rappresentata dal Dirigente del Settore Ambiente Ing. Carlo Poli, nato a Belluno il 13/03/1967, il quale interviene in nome e per conto della Provincia di Verona, avente sede legale in via delle Franceschine, 10 Verona ai sensi dell'art. 75 dello Statuto della Provincia di Verona

20. il Prof. Ing. Aronne Armanini, che interviene in qualità di Direttore del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli studi di Trento (di seguito "DICA"), con sede legale in Trento, Via Mesiano n. 77, Codice Fiscale e Partita IVA n. 00340520220.

21. ARPAV Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto P. IVA 0338270 028 8 e cod. fisc. 9211143 028 3, rappresentata dal Direttore del Dipartimento Provinciale di Verona Ing. Giancarlo Cunego, nato a Grezzana il 08/04/1959, il quale agisce in nome e per conto di ARPAV, avente sede legale in Padova, via Matteotti n.27 Codice Fiscale 9211143 028 3, P.I. 0338270 028 8, in esecuzione della Deliberazione del Direttore generale ARPAV n. 1025 del 27/12/07

22. Azienda ULSS 20 P. IVA e cod. fisc. 0257309 023 6, con sede legale in Verona Via Valverde n. 42, rappresentato dal Dirigente Medico del Dipartimento di Igiene e Salute Pubblica Dott.ssa Lucia De Noni, nata a Revine-Lago (TV) il 26/26/1951

PREMESSO che

1. il decreto del Ministero dell'Ambiente 2 aprile 2002 n. 60 di recepimento delle direttive europee fissa nuovi valori limite di qualita' dell'aria ambiente per alcuni inquinanti. In particolare il valore limite sulle 24 ore per la protezione della salute umana per le polveri sottili PM10 (particelle di dimensioni inferiori a 10 millesimi di millimetro) non deve essere superiore a 50 µg/m3. Tale valore non deve essere superato piu' di 35 volte nell'arco dell'anno civile;
2. l'art. 39 del DM 60/2002 stabilisce, tra l'altro, che i Sindaci dei Comuni appartenenti agli agglomerati ed alle zone in cui sussiste il superamento ovvero il rischio di superamento dei valori limite o delle soglie di allarme (zona A), devono adottare, sulla base dei piani e programmi di cui agli artt. 7, 8 del D.Lgs. 351/99, le misure di limitazione della circolazione previste dall'art. 7 del D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 (Nuovo Codice della Strada), ed ogni altro provvedimento necessario per ridurre i livelli di inquinamento atmosferico;
3. In attuazione degli articoli 8 e 9 del D.Lgs 4 agosto 1999, n. 351 e degli articoli 22 e 23 della Legge Regionale 16 aprile 1985, n. 33, la Regione Veneto con delibera del Consiglio regionale n.57 del 11 novembre 2004 ha approvato il "Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera (P.R.T.R.A.)";
4. dopo l'approvazione del P.R.T.R.A. si è entrati nella fase della sua attuazione e, in considerazione dell'elevato numero di superamenti del valore limite del livello di concentrazione del PM10 rispetto a quanto concesso dal D.M. 60/2002, la Regione ha predisposto uno strumento tecnico denominato "Piano Progressivo di Rientro relativo alle polveri PM10" approvato con deliberazione della Giunta regionale n. 1408 del 16.05.06. Tale Piano permette di valutare l'efficacia delle azioni per il risanamento e/o il mantenimento della qualità dell'aria dagli effetti del PM10, adottate o che si prevedono di adottare, unitamente alla stima dei loro costi.
5. Il P.R.T.R.A classifica le zone del territorio regionale nelle quali i livelli di uno o piu' inquinanti comportano il rischio di superamento del valore limite e delle soglie di allarme, individua le Autorita' competenti alla gestione delle situazioni di rischio e definisce le misure da attuare affinché sia ridotto il rischio di superamento dei valori degli inquinanti, con particolare riferimento alle polveri sottili (PM10), agli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e al biossido di azoto (NO_2);
6. il Comune di Verona risulta inserito in zona A (zone critiche) per i parametri relativi al PM10 (c.d. polveri sottili), IPA (idrocarburi policiclici aromatici) e NO_2 (biossido d'azoto) e in zona B (zone nelle quali si devono applicare i piani di risanamento) per benzene e ozono;
7. il Comune di Verona, con D.G. n. 420 del 16 novembre 2005, ha approvato il Piano di Azione per la Qualità dell'Aria;
8. il Piano regionale prevede, al capitolo 6, l'aggiornamento periodico della lista dei Comuni inseriti in zona A in funzione dei risultati delle misure di concentrazione di inquinanti in atmosfera;

PROVINCIA DI VERONA Settore Ambiente

Servizio Tutela e Valorizzazione Ambientale
RESPONSABILE
Dott. Giorgio Stanial

migliorare le tecniche di analisi e valutazione dell'impatto ambientale, di studiare l'efficacia delle azioni di risanamento intraprese;

4. L'Università degli Studi di Trento è un ente pubblico che ha tra i suoi fini istituzionali lo studio e la ricerca in alcuni ambiti tra cui quello ambientale. Nel territorio del Comune e della Provincia di Verona non esistono strutture universitarie dotate di competenze integrate di Ingegneria Ambientale. Il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Trento è all'avanguardia per quanto riguarda le competenze sviluppate nel settore dell'inquinamento atmosferico. Ha recentemente sviluppato un metodo per la stima del rischio per la salute da emissione di inquinanti in atmosfera, realizzato importanti studi di impatto ambientale da termovalorizzazione di rifiuti, validato l'inventario delle emissioni per la Provincia di Trento, collaborato al progetto europeo ALPNAP (progetto finanziato dall'Unione Europea nell'ambito del programma INTERREG IIIB Alpine Space, per il monitoraggio e minimizzazione dell'inquinamento acustico ed atmosferico causato dal traffico veicolare lungo le principali vie di comunicazione alpine, tra cui l'Autostrada del Brennero. Inoltre ha sviluppato il Piano di Tutela della Qualità dell'Aria della Provincia di Trento, studiato le problematiche relative al PM_{10} nella zona industriale di Bolzano Sud, approfondito la presenza di microinquinanti nell'aria del territorio del Comune di Trento (in relazione anche alla presenza di un asse autostradale), oltre all'impatto locale da utilizzo di combustibili in caldaie domestiche nella Provincia di Trento. Infine ha precedentemente svolto per incarico del Comune di Verona, CDR Ambiente uno studio contenente valutazioni preliminari alla redazione del PQA come riportato nella relazione finale consegnata in data 28 febbraio 2007. Pertanto il presente accordo con il Comune di Verona, Comuni della cintura urbana, Amministrazione provinciale, ARPAV, ULSS per la realizzazione del Piano di Azione e Risanamento Della Qualità dell'aria consentirà all'Università di Trento di acquisire dati che permetteranno di implementare la ricerca su fonti e fattori di inquinamento in particolari contesti geomorfologici e di implementare le banche dati già a disposizione per completare la ricerca ed avvalorare tesi su scenari specifici;
5. è pertanto opportuno sotto il profilo tecnico e organizzativo attuare un coordinamento tra i soggetti coinvolti stipulando un accordo tra i Comuni dell'area metropolitana, l'Amministrazione provinciale, anche tramite il Tavolo Tecnico Zonale (T.T.Z.), ULSS 20, rappresentata dal Dipartimento di Prevenzione, in quanto rappresentante dei Dipartimenti di Prevenzione delle ASL della Provincia nel comitato provinciale di coordinamento di cui all'articolo 18 della L.R. 18 ottobre 1996, n. 32, ARPAV di Verona e l'Università di Trento, per disciplinare lo svolgimento in collaborazione delle attività di interesse comune, finalizzate all'aggiornamento e alla redazione del Piano di Azione e Risanamento della qualità dell'aria coordinato, coerente e condiviso tra tali enti;
6. tale coordinamento mira, attraverso le sinergie messe in atto, ad ottimizzare le attività di ogni singolo Ente e risponde ai principi di equità, efficacia, efficienza, economicità e trasparenza ai quali è preordinata l'azione amministrativa nel suo complesso. Tale modalità di lavoro inoltre, rappresenta un indubbio valore aggiunto rispetto all'ipotesi di Piani aria scollegati, predisposti dai Comuni che non potrebbero tenere conto delle implicazioni di un contesto complesso, che solo un coordinamento può considerare.

CONSIDERATO ALTRESÌ CHE

- il risanamento e la tutela della qualità dell'aria costituiscono un obiettivo irrinunciabile e inderogabile valutate le importanti implicazioni sulla salute dei cittadini e sull'ambiente;
- numerosi studi scientifici hanno evidenziato gli effetti nocivi sulla salute degli inquinanti atmosferici;
- in particolare, come emerge dalla recente letteratura in proposito[1], il particolato atmosferico e' ritenuto un inquinante sempre più associato con eventi sanitari avversi anche di tipo extrarespiratorio;

Servizio Tutela e Valorizzazione Ambientale
IL RESPONSABILE
dott. Giorgio Stanziali

[1] CfR Studio APAT "Inquinamento atmosferico, trasporto urbano e salute. I nuovi risultati" presentato a Roma il 15 giugno 2006 nell'ambito della giornata APAT-OMS.

- le linee guida sulla qualità dell'aria pubblicate dall'Organizzazione Mondiale della Sanità nel 2006, WHO AQGs[2], evidenziano, rispetto al PM10, relazioni tra concentrazione di inquinante e conseguenze sulla salute;
- lo studio MISA 2, presentato a Verona nel febbraio 2005[3], effettuato anche sulla città di Verona, ha evidenziato un aumento della mortalità giornaliera per tutte le cause (e per le cardiorespiratorie), collegato ad incrementi delle concentrazioni degli inquinanti atmosferici studiati (in particolare NO_2, CO, PM10). Risultati analoghi sono stati osservati anche per la ricoverabilità per malattie cardiache e respiratorie. Le stime dei decessi annui nel Comune di Verona attribuibili all'inquinamento atmosferico rispetto a varie ipotesi sono comprese tra 10 (valore basso) e 90 (valore alto), che corrispondono ad un numero variabile da 1 a 7 decessi in più ogni 30 giorni;
- il monitoraggio della qualità dell'aria condotto da ARPAV sul territorio provinciale evidenzia come il parametro PM10 sia uno dei piu' critici, soprattutto in corrispondenza della stagione invernale, in cui condizioni di ristagno atmosferico fanno aumentare le concentrazioni di tale inquinante;
- elaborando i dati rilevati dalle stazioni di misura della qualità dell'aria gestite da ARPAV sul territorio veronese si riscontra che le medie annuali dal 2004 sono sempre state sopra o vicine ai 50 □g/m³;
- in particolare nel 2004 la media è stata di 53 □g/m³, nel 2005 di 59 □g/m³, mentre nel 2006 la media si è attestata sui 55 □g/m³ e nel 2007 sui 49 □g/m³;
- per quanto riguarda il numero di superamenti del valore limite giornaliero di 50 □g/m³ per il PM10, il dato è altrettanto allarmante attestandosi sui 222 superamenti nel 2005, 205 superamenti nel 2006 e 149 superamenti nel 2007 a fronte dei 35 consentiti dalla normativa;
- il Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera, nel prendere atto che la diffusione delle emissioni inquinanti spesso prescinde dall'ambito territoriale strettamente urbano, investendo intere aree caratterizzate da condizioni meteorologiche particolari (tipico e' il caso della Pianura Padana), conferma che sono necessari provvedimenti coordinati e omogenei per tipologia, intensità, tempo e spazio di applicazione per consentire di ripristinare condizioni accettabili di qualità dell'aria in tempi adeguati;
- le strategie di intervento sull'ambiente urbano vanno pertanto integrate con tutte le altre azioni che riguardano, più in generale, l'intero territorio provinciale oltre che regionale. Questa strategia si inserisce inoltre, con coerenza, nella linea indicata dalla Commissione Europea in tema di ambiente urbano sintetizzata nella Comunicazione "Verso una strategia tematica sull'ambiente urbano"[4];

ATTESO CHE

- lo spirito con il quale dovrebbe essere redatto il Piano di Azione e Risanamento è quello di una condivisione di conoscenze, esperienze e risorse in termini di personale ed economiche;
- l'art. 15 della legge 7 agosto 1990 n. 241 prevede specificatamente che le amministrazioni pubbliche possono sempre concludere tra loro accordi per disciplinare lo svolgimento in collaborazione di attività di interesse comune;
- l'attivazione di accordi volontari è stata ritenuta uno strumento appropriato dal Consiglio dei Ministri della Commissione europea nella seduta del 11 maggio 1998 e ribadito nell'ambito del Patto Generale per l'Energia e l'Ambiente del novembre 1998, come strumento di politica ambientale anche al fine di promuovere politiche di concertazione tra i vari soggetti coinvolti;
- è nell'interesse generale che gli strumenti di valutazione, gestione e aiuto alle decisioni siano condivisi affinché i diversi attori in campo possano utilizzare al meglio le proprie potenzialità;

Servizio Tutela
rizzazione Ambientale
RESPONSABILE
Dott. Giorgio Stenzial

SI CONVIENE QUANTO SEGUE:

ART. 1
FINALITÀ, OGGETTO E MODALITÀ ATTUATIVE DELL'ACCORDO

---

2 Tali linee guida descrivono le relazioni fra inquinamento dell'aria e conseguenze sulla salute.

3 Si tratta di una metanalisi italiana degli studi sugli effetti sanitari a breve termine dell'inquinamento atmosferico nel periodo 1996-2002, pianificato in 15 città italiane, compresa Verona. Le città studiate sono tra i principali centri urbani del paese, per un totale di 9 milioni e centomila abitanti.

4 CfR. Comunicazione della Comunità al Consiglio, al Parlamento europeo, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni del 11.2.2004 consultato sul sito internet www.provincia.vr.it il 24 giugno 2007

Finalità del presente accordo è attuare un coordinamento, sotto il profilo tecnico e organizzativo, tra i Comuni dell'area metropolitana di Verona, l'Amministrazione provinciale, anche tramite il Tavolo Tecnico Zonale (T.T.Z.), ULSS 20, rappresentata dal Dipartimento di Prevenzione, in quanto rappresentante dei Dipartimenti di Prevenzione delle ASL della Provincia nel comitato provinciale di coordinamento di cui all'articolo 18 della L.R. 18 ottobre 1996, n. 32, ARPAV Dipartimento di Verona e l'Università degli Studi di Trento, Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale per disciplinare lo svolgimento in collaborazione delle attività di interesse comune finalizzate alla redazione del Piano di Azione e Risanamento della qualità dell'aria, dei Comuni sopra citati al fine di assicurare un'azione coordinata, coerente e condivisa, e pertanto maggiormente efficace, tra tali enti.

Il presente Accordo ha per oggetto le attività di collaborazione tecnico-scientifiche e amministrativa relative alle problematiche connesse alla tematica dell'inquinamento atmosferico con l'obiettivo di definire obiettivi e azioni per conseguire il miglioramento della qualità dell'aria nel Comune capoluogo e nei Comuni dell'area metropolitana e pervenire alla stesura di un Piano di Azione e Risanamento della Qualità dell'Aria condiviso fra tali enti locali.

La struttura dei Piano di Azione e Risanamento della qualità dell'aria sarà, indicativamente, così costituita:

1) parte introduttiva comune a tutti redatta anche sulla base del Rapporto Annuale Sullo Stato dell'Ambiente;
2) parte principale contenente
- le azioni coordinate strutturali da attuare nel quinquennio 2009 – 2014, con indicazioni sulle modalità di valutazioni intermedie sull'efficacia delle stesse e
- le misure a breve termine per la gestione degli episodi acuti di inquinamento
3) parte finale con le azioni specifiche di ogni Comune.

Le modalità di attuazione delle attività sono descritte nell' Allegato A) che costituisce parte integrante della presente Convenzione.

PROVINCIA DI VERONA Settore Ambiente

Servizio Tutela
Ambientale
RESPONSABILE
dott. Giorgio Stanzial

ART. 2
OBBLIGHI DELLE PARTI

Gli enti firmatari del presente accordo, anche attraverso gli organismi di seguito indicati, si obbligano alle azioni/attività di seguito riportate.

Il **Comitato Tecnico,** è formato da due unità di personale designate da ARPAV, due designate da DICA, un rappresentante del Dipartimento di Prevenzione dell'ULSS 20, tre componenti designati di concerto dai Comuni ed è presieduto da un dirigente di ARPAV. A carattere consultivo potrà partecipare un rappresentante della Provincia di Verona. Il Comitato Tecnico ha il compito di elaborare la parte tecnico-scientifica del piano di risanamento i cui contenuti sono delineati nell'Allegato A), e di seguito sinteticamente riportati:

1. provvede a identificare le fonti principali che provocano il superamento dei valori limite di qualità dell'aria e ne valuta il contributo. Individua, se necessario, le azioni conoscitive da attuare per il completamento del piano;
2. valuta l'efficacia delle misure a breve termine per la gestione degli episodi acuti di inquinamento e individua sulla base dei risultati ottenuti, per ciascuna delle possibili situazioni di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme, azioni specifiche che devono essere attuate per la riduzione delle emissioni dovute al traffico, agli impianti di riscaldamento e agli impianti produttivi;
3. propone e definisce una check-list di indicatori da popolare al fine di valutare l'efficacia delle azioni già intraprese;
4. propone ai Comuni aderenti, nell'ambito del TTZ o del gruppo di lavoro "macro area 2", l'eventuale coinvolgimento di altri enti universitari su tematiche specifiche;
5. provvede a valutare l'efficacia delle azioni svolte;

6. provvede alla valutazione, tramite modelli, della riduzione in termini di emissioni di PM10 e Ossidi di Azoto per ogni indicatore popolato;
7. elabora scenari di riduzione delle emissioni per le azioni già attuate e per quelle attuabili. Tali elaborazioni dovranno tenere conto della programmazione territoriale dei singoli Comuni della esistenza o meno di altro tipo di pianificazione (piano energetico, piani territoriali, piani urbani del traffico, etc..). Nella definizione della strategia di riduzione degli inquinanti si terrà conto del possibile impatto sulle emissioni di CO_2 con riferimento all'efficienza globale dei processi antropici. L'elaborazione di tali scenari sarà commisurata alla tipologia dell'azione, ai dati disponibili, alla collaborazione dei diversi soggetti coinvolti nel fornire la base dati necessaria;
8. collabora con i Comuni nella selezione delle azioni da attuare, valuta la redditività di tali azioni e contribuisce al confronto tra le diverse opzioni disponibili, al fine di selezionare le misure o la combinazione di misure più adatte a realizzare i miglioramenti di qualità dell'aria richiesti;
9. contribuisce alla valutazione della realizzabilità di ciascuna azione;
10. contribuisce alla definizione delle priorità da dare alle opzioni identificate;
11. aggiorna tutti i Comuni firmatari dell'accordo in merito allo stato di avanzamento delle attività del gruppo tecnico e alle eventuali problematiche riscontrate, e trasmette, entro 6 mesi dalla stipulazione del presente Accordo una relazione intermedia sulle attività svolte, eventuali criticità e stato di avanzamento del processo;
12. dirime le questioni procedurali e amministrative che dovessero presentarsi nelle svolgimento del presente Accordo,
13. fornisce nei termini previsti ai sensi dell'allegato A) e C) –Cronoprogramma -, il Piano di Azione e Risanamento della Qualità dell'Aria condiviso fra tali Enti locali e una relazione conclusiva attestante l'avvenuto svolgimento di tutte le attività previste dal presente Accordo.

Il Piano di Azione e Risanamento della Qualità dell'Aria, che dovrà successivamente essere approvato dai singoli organi Comunali competenti, sarà così costituita:

1. parte introduttiva comune a tutti comprendente anche lo scenario di tipo sanitario collegato alle situazioni di inquinamento atmosferico;
2. parte principale contenente
3. le azioni coordinate strutturali da attuare nel quinquennio 2009 – 2014, con indicazioni sulle modalità di valutazioni intermedie sull'efficacia delle stesse e
4. le misure a breve termine per la gestione degli episodi acuti di inquinamento;
5. parte finale con le azioni specifiche di ogni Comune.

Al fine di implementare il progetto, ARPAV svolgerà il ruolo di coordinatore ed in particolare curerà i rapporti con gli altri Enti e/o portatori di interesse coinvolgendoli, se necessario, nel processo di programmazione e nell'iter di svolgimento, e le attività descritte nell'Allegato A).

ARPAV metterà a disposizione, inoltre, presso la sede del Dipartimento di Verona, gli strumenti logistici e tecnici (idonei locali dedicati dotati delle necessarie infrastrutture: almeno due postazioni di lavoro, armadio/scaffale, linea telefonica esterna e connessione internet veloce) necessari ai collaboratori del gruppo tecnico per svolgere la loro attività.

La Provincia di Verona, anche attraverso il coordinamento tecnico del T.T.Z, svolge il ruolo assegnatole ai sensi del P.R.T.R.A. e, inoltre, fornisce linee guida nell'ambito della predisposizione dei Piani di Azione e di Risanamento della Qualità dell'Aria. La Provincia di Verona si impegna inoltre a fornire la massima collaborazione per il buon esito del presente Accordo, mettendo a disposizione i dati in possesso dei diversi Settori della propria struttura. La Provincia di Verona inoltre, supporta il presente Accordo attraverso un contributo economico ad ARPAV (Già impegnato con Determinazione n. 7283/07 del 20/12/2007) e uno direttamente ai comuni (come specificato nell'allegato B).

La Provincia, già durante i lavori, può impartire direttive o indicazioni tecniche, o produrre osservazioni sui vari stadi dei lavori.

La Provincia, in un'ottica di accompagnamento, partecipa ai tavoli tecnici, ma con riserva di pieno esercizio della propria discrezionalità nel momento della successiva approvazione, soprattutto nel momento in cui i Comuni approvassero piani non conformi o la stesura avvenisse non osservando le direttive e le osservazioni

PROVINCIA DI VERONA Settore Ambiente

Servizi Tutela Ambientale
RESPONSABILE
dott. Giorg Stanzial

della Provincia.

Ciascun Comune

- si impegna ad individuare all'interno un referente con il compito di fornire al Comitato tecnico tutto il supporto necessario per reperire i dati stabiliti e coordina, nell'ambito del proprio Ente, le attività inerenti il presente accordo. Eventuali variazioni nel nominativo del referente tecnico dovranno essere comunicate tempestivamente al Comitato tecnico.
- collabora alla definizione degli indicatori da popolare al fine di valutare l'efficacia delle azioni già intraprese;
- a tal fine comunica ad ARPAV le azioni già intraprese e i dati necessari per il popolamento degli indicatori secondo il modello informatico fornito da ARPAV. I dati dovranno essere forniti nei tempi previsti ai sensi dell'allegato C) (Cronoprogramma) del presente Accordo al fine di garantire il rispetto dei tempi previsti per la stesura del Piano;
- contribuisce alla selezione delle misure da attuare e alla definizione della scala temporale di realizzazione in base alla loro efficacia, alla loro realizzabilità e alle risorse economiche disponibili;
- attiva iniziative di informazione nei confronti della popolazione;
- corrisponde all'Università degli Studi di Trento, sulla base di quanto stabilito dal presente Accordo, le somme individuate nell'allegato B) che si intendono IVA inclusa, con le modalità e i tempi all'art.4).

Sotto il profilo dell'impegno finanziario non risulta pertanto sussistere un'obbligazione solidale dei Comuni.

Il Comune di Verona, inoltre, si impegna a dare il massimo rilievo al presente Accordo attraverso la convocazione di apposite Conferenze Stampa, l'emanazione di Comunicati stampa e la pubblicazione di tutte le informazioni relative al presente Accordo sul sito internet del Comune dopo avere concordato contenuti e modalità con il Comitato Tecnico. Ciò non preclude che ulteriori attività informative siano svolte dagli altri Comuni, fatte salve le medesime condizioni.

ULSS 20 di Verona, rappresentata dal Dipartimento di Prevenzione, in accordo con i Dipartimenti di Prevenzione delle altre ASL della provincia, fornisce gli elementi scientifici di riferimento propedeutici alla elaborazione del Piano ed il proprio contributo alla stesura conclusiva del Piano da parte del Comitato Tecnico, per i profili di propria competenza e contribuisce al processo valutativo integrato in particolare per quanto attiene il profilo sociale e sanitario. In particolare provvede:

- alle stime di rischio relativo o di eccesso di rischio, ricavate da studi appropriati della funzione esposizione-risposta; tale funzione descrive la stima di effetto come incremento relativo della frequenza dell'esito avverso (es. percentuale di morti in eccesso per malattie dell'apparato respiratorio) per un determinato incremento del valore dell'indicatore di inquinamento considerato (es. per ogni 10 µg/m3 di PM10); naturalmente questo richiede la conoscenza del livello di concentrazione degli inquinanti di interesse a cui è esposta la popolazione in esame o la relativa stima;
- alle valutazioni epidemiologiche sulla base del flusso corrente dei dati sanitari disponibili, ove indicato. Non si ritiene a priori appropriato l'avvio di indagini epidemiologiche ad hoc al fine di quantificare l'effetto sanitario se non in casi specifici che devono essere attentamente valutati.

ART. 3
CONTRIBUTO

La Provincia di Verona, oltre a quanto già impegnato per ARPAV con Determinazione n. 7283/07 del 20/12/2007, corrisponderà ai Comuni la somma indicata nell'allegato B).

I Comuni firmatari corrisponderanno all'Università di Trento, sulla base di quanto stabilito dal presente Accordo, le somme a proprio carico individuate nell'allegato B) che si intendono quale contributo omnicomprensivo IVA inclusa per le spese sostenute, con le modalità e i tempi indicati nell'allegato B) medesimo.

ART. 4

PAGAMENTO

L'importo a carico dei Comuni verrà liquidato da ciascun Comune firmatario all'Università di Trento, secondo le quote riportate nell'allegato B), come segue:

- il 30 % entro 30 giorni dalla sottoscrizione del presente Accordo, dietro presentazione di idonea documentazione fiscale;
- il 30 % entro 30 giorni dalla trasmissione della relazione intermedia sulle attività svolte; dietro presentazione di idonea documentazione fiscale
- il 40% entro 7 giorni dalla validazione, da parte degli uffici comunali, del Piano di Azione e Risanamento della Qualità dell'Aria condiviso e della relazione conclusiva attestante l'avvenuto svolgimento di tutte le attività previste dal presente Accordo, dietro presentazione di idonea documentazione fiscale. Alla validazione, salvo motivata richiesta di integrazione, si dovrà provvedere entro 30 giorni dalla consegna degli elaborati.

ART. 5
DURATA

Gli impegni assunti dalle parti del presente Accordo dovranno condurre, attraverso la realizzazione delle attività secondo le fasi indicate nell'allegato A) alla predisposizione del Piano di Azione e Risanamento della Qualità dell'Aria condiviso fra Comune di Verona e i Comuni dell'area metropolitana. Le fasi si concluderanno secondo la tempistica individuata nell'allegato C) Cronoprogramma (ovvero entro 14 mesi dalla stipula della presente Convenzione da parte di tutti i contraenti).
Tutte le parti si impegnano a rispettare i tempi di realizzazione intermedi specificati nel cronoprogramma allegato, al fine di garantire il rispetto delle scadenze concordate.

ART. 6
RECESSO

Le parti si impegnano all'adempimento degli obblighi assunti per tutta la durata del presente Accordo.
In caso di recesso dei Comuni gli stessi dovranno corrispondere in ogni caso l'intera quota del contributo posto a loro carico (all.B), che verrà trattenuta, nell'ipotesi che il Comune abbia già provveduto al versamento, o dovrà essere versata, alla scadenza prevista, per la parte rimanente nel caso il versamento già effettuato non copra l'intero importo.

ART. 7
SANZIONI

Solo ai fini sanzionatori e connessi all'inadempimento si istituisce un Comitato Amministrativo composto da un Rappresentante designato dell'Università degli Studi di Trento, un Rappresentante designato da ARPAV, e da tre rappresentanti designati rispettivamente dai Comuni di Verona, Villafranca e San Giovanni Lupatoto che provvederà alle attività previste ai sensi del presente articolo e dell'art.6). A carattere consultivo potrà partecipare un Rappresentante designato dalla Provincia
Trascorsi 15 giorni dalla data prefissata per il pagamento delle quote ovvero per la consegna di dati o elaborati, il Comitato provvederà a diffidare l'inadempiente assegnando un termine ritenuto congruo.
Nel caso in cui venga violato uno degli obblighi previsti dal presente Accordo la parte inadempiente, previa diffida, potrà essere, a seconda della gravità dell'inadempienza, esclusa dall'accordo. In ogni caso dovrà essere rimborsata l'intera quota prevista ai sensi allegato B) aggiornata degli interessi legali.
Nell'esecuzione dell'Attività, la responsabilità di UNITN e ARPAV è limitata ai casi di dolo ovvero colpa grave.

In caso di inadempimento, UNITN e ARPAV saranno tenute al pagamento di una penale, ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 1382, cod. civile, pari ad un importo non superiore al 10% del corrispettivo.

ART. 8
DEFINIZIONE DELLE CONTROVERSIE

Per tutte le controversie che potessero insorgere relativamente al presente Accordo, che non sia possibile comporre in via amichevole nel termine di gg. 30, la competenza è riservata al Giudice Amministrativo.

ART. 9
DISPOSIZIONI FINALI

Le parti si impegnano a mantenere l'obbligo di riservatezza sulle informazioni e sui dati di cui verranno in possesso nel corso dello svolgimento delle attività previste dal presente accordo e si impegnano a non divulgarle a terzi fino alla conclusione dello stesso, salvo esplicita autorizzazione del Comitato Tecnico.
Le attività connesse al presente lavoro potranno essere oggetto di tesi di laurea, di laurea magistrale e di dottorato di ricerca, nonché di pubblicazioni scientifiche, fermi restando gli obblighi di cui al comma precedente.
Eventuali modifiche ai contenuti del presente accordo potranno essere concordate tra le parti anche mediante semplice scambio di corrispondenza senza necessità di ulteriori atti convenzionali.
Per tutto quanto non previsto nel presente Accordo si fa riferimento ai principi del Codice civile in materia di obbligazioni e contratti, al Regolamento comunale dei Contratti nonché alle altre norme vigenti in materia in quanto compatibili.
Letto, approvato e sottoscritto

Verona, 16 dicembre 2008

PROVINCIA VERONA

Servi
lorizzaz
IL RESP
dott. Gio

bientale
ILE
anzial

Per il Comune di Verona
Il Dirigente del CdR Ambiente
Ing. Andrea Bombieri

Per il Comune di Bussolengo
Il Dirigente dell'area Servizi Tecnici
Arch. Leonardo Biasi

Per il Comune di Buttapietra
Il Dirigente dell'Area Tecnica Settore LL.PP.
Arch. Elisabetta Colato

Per il Comune di Castel d'Azzano
Il Dirigente
Geom. Graziano Fusini

Per il Comune di Castelnuovo del Garda
Il Responsabile dell'Area Tecnica LL.PP.
Ing. Giovanni Spimpolo

Per il Comune di Grezzana
Il Responsabile dell'Area Patrimonio LL.PP.
Arch. Rita Strapparava

Per il Comune di Lavagno
Il Responsabile del Settore Tecnico
Geom. Michele Rossi

Per il Comune di San Martino Buon Albergo
Il Responsabile del Settore Ambiente
Dott. Placido Camponogara

Per il Comune di San Pietro in Cariano
Il Responsabile dell'Ufficio Ecologia ed Ambiente
Dott.ssa Maddalena Maistri

Per il Comune di Sommacampagna
Il Responsabile del Servizio Ecologia ed Ambiente
Geom. Lorenzo Gaspari

Per il Comune di Sona
Il Responsabile del Settore Lavori Pubblici-Urbanistica
Arch. Massimo Vincenzi

Per il Comune di Valeggio sul Mincio
Il Dirigente del Centro Responsabilità Ambiente
Geom. Lauro Sacchetto

Per il Comune di Villafranca di Verona
Il Responsabile dell'Ufficio Ecologia
Geom. Giuseppe Galeazzi

Per il Comune di Zevio
Il Funzionario Dirigente U.O. Lavori Pubblici Ecologia
Arch. Piorina Beltrame

Per il Comune di Negrar
Il Dirigente Settore Gestione del Territorio
Arch. Annalisa Lo Presti

Per Arpav
Il Direttore del Dipartimento Provinciale di Verona
Ing. Giancarlo Cunego

Per il Comune di Pescantina 23/12/2008
Il Responsabile Area Ambiente e Territorio
Dott. Claudio Bordoni

Per la Provincia di Verona
Il Dirigente del Settore Ambiente
Ing. Carlo Poli

Per il Comune di Sant'Ambrogio di Valpolicella
Responsabile del Settore Tecnico Lavori Pubblici 22/12/2008
Ing. Stefano De Beni

Per il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università di Trento
Direttore di Dipartimento
Ing. Aronne Armanini

Per il Comune di San Giovanni Lupatoto 20/01/2009
Dirigente Settore Gestione del Territorio Ecologia e Edilizia Privata
Arch. Fiorella Federici

Per l'Azienda ULSS 20
Direttore Medico
Dipartimento di Igiene e Sanità Pubblica
Dott.ssa Lucia De Noni

ALLEGATO A
ATTIVITÀ RELATIVE AL PIANO DI AZIONE e RISANAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA. DEFINIZIONE FASI E CONTENUTI

FASI:

Prima fase: Coordinatore ARPAV
- Raccolta dei dati relativi alle azioni già adottate
- Popolamento degli indicatori
- Valutazione delle mancate emissioni
- Definizione delle azioni a breve termine per la gestione di episodi acuti di inquinamento.
- Definizione dello schema del Piano di Azione e Risanamento

Seconda fase: Coordinatore ARPAV
redazione del Piano di Azione e Risanamento che presuppone:
- la redazione della parte introduttiva
- l'individuazione delle azioni strutturali ed emergenziali coordinate
- scenari di emissione
- l'individuazione degli indicatori di efficacia e le modalità di raccolta dati.
- definizione della scala temporale di realizzazione

In riferimento al punto precedente ogni Comune implementa, alla luce della propria realtà territoriale e delle proprie risorse, le azioni specifiche contenute nel proprio piano.

SCHEMA RIASSUNTIVO

attori / attività	COORDINATORE (PROPOSTO)	COMUNI PARTECIPANTI
PRIMA FASE	ARPAV	Comuni firmatari.
SECONDA FASE	ARPAV	Comuni firmatari.

I principali punti da sviluppare nel Piano di Azione e Risanamento della qualità dell'aria sono elencati nel seguente indice di massima:

dice Piano di Azione e Risanamento Qualità dell'Aria	ARPAV	UNITN	CVR	PVR	AC	U20
Introduzione	ST	E				
Quadro normativo						
- quadro delle norme vigenti	ST	E		ST		
- identificazione degli inquinanti di interesse del PQA	ST	E				
Analisi della situazione attuale						
2.1 Caratterizzazione del territorio						
2.1.1 Caratteristiche morfologiche		E				
2.1.2 Caratterizzazione meteo-climatologica	ST	E				
2.1.3 Attività produttive e infrastrutture		E				
2.1.4 valutazioni epidemiologiche sulla base del flusso corrente dei dati sanitari disponibili						E

2.1.5 Insediamenti civili		E				
2.1.6 Distribuzione delle fonti emissive						
Raccolta dati relativi alle emissioni (stato di avanzamento dell'inventario) Approfondimenti (ad integrazione dell'inventario)	ST	E				
- Ruolo combustione legna	ST	E				
- Emissioni dalle attività connesse alla gestione rifiuti	ST	E				
- Emissioni dalle attività connesse alla gestione acque reflue	ST	E				
- Emissioni dalle attività di cava	ST	E				
- Emissioni dalle attività di allevamento	ST	E				
- Emissioni dalle attività di fonderia/acciaieria	ST	E				
- Emissioni dalle attività turistiche e da centri commerciali	ST	E				
- Valutazione dell'incidenza della risospensione di PM10	ST	E				
- Emissioni da traffico	ST	E				
- Emissioni da attività economiche e sociali	ST	E				
- Valutazione dell'inquinamento proveniente da aree esterne provinciali	ST	E				
-Valutazione dell'inquinamento proveniente da aree esterne extraprovinciali		E				
- Valutazione di emissioni da fonti naturali		E				
2.2 Situazione della qualità dell'aria						
2.2.1 Rete di monitoraggio	E	AA				
2.2.2 Andamento storico dei dati di qualità dell'aria	E	AA				
2.2.3 Politiche adottate						
Ricognizione di studi preesistenti						
- Studi relativi alla realtà in esame	ST	E				
- Letteratura		E				
Analisi dei dati della rete di monitoraggio e individuazione di aree non adeguatamente coperte da campagne	E	AA				
Analisi dell'efficacia di precedenti provvedimenti per la tutela della qualità dell'aria (blocchi circolazioni, pulizia strade, …)		E				
Valutazione delle correlazioni fra situazioni meteorologiche e inquinamento	E	AA				
- Azioni						
3.1 Azioni coordinate a breve termine						
3.1.1 Traffico		E				
3.1.2 Attività produttive		E				
3.1.3 Riscaldamento domestico		E				
3.1.4 Scenari da simulazione degli effetti di azioni a breve termine in condizione avverse		E				
3.1.5 Analisi costi/benefici		E				
3.2 Analisi delle prospettive attualmente individuabili e delle azioni di pianificazione per la tutela dell'aria						
3.2.1 Scenari climatologici	AA	E				
3.2.2 Prospettive di sviluppo economico e urbanistico risultanti dai piani (PUT, PAT, PTP, Piano cave, Piano rifiuti, Piano energetici, Piano del Commercio)	E	AA				
3.2.3 Scenari delle fonti di emissione	AA	E				
3.2.4 Scenari della qualità dell'aria	AA	E				
3.2.5 Analisi costi/benefici	E	AA				

3.3. Azioni informative						
3.3.1 Rassegna di buone pratiche	AA	E				
3.3.2 Azioni di comunicazione verso le categorie (imprenditori, artigiani, amministratori di condomini, agricoltori, autotrasportatori, …)	ST	ST	E		E	
3.3.3 Azioni di comunicazione verso la cittadinanza	ST	ST	E		E	
3.4 Accordi						
3.4.1 Promozione di accordi	ST	ST	E		E	
4 - Procedure per il monitoraggio e adeguamento del piano						
4.1 Determinazione di indicatori e modalità di monitoraggio delle fasi del piano e dei relativi risultati	AA	E				
4.2 adeguamento delle azioni in base ai risultati del Piano						
4.3 Indicazione dei meccanismi di correzione	E	ST				
4.4 Determinazione delle risorse necessarie al monitoraggio	E	ST				
5. Schede con le azioni dei singoli comuni		E				

SIMBOLI:
ST= Supporto Tecnico
E= Elaborazione
AA= Affiancamento attivo
CVR= Comune di Verona
PVR= Provincia di Verona
AC= Altri Comuni
U20= Unità Socio Sanitaria Locale 20

PROVINCIA Settore Au

Servizio
rizzazio
RESPO
tt. Giors

ntale
E
zial

ALLEGATO B
CONTRIBUTO

Gli importi di seguito indicati sono stati stabiliti ipotizzando una quota fissa a carico di ogni comune che varia secondo gli scaglioni sotto riportati, più un importo variabile ottenuto moltiplicando il numero degli abitanti per € 0,07. Ogni Comune dovrà versare la cifra a proprio carico al Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli studi di Trento come segue:

- il 30 % entro 30 giorni dalla sottoscrizione del presente Accordo, dietro presentazione di idonea documentazione fiscale;
- il 30 % entro 30 giorni dalla trasmissione della relazione intermedia sulle attività svolte; dietro presentazione di idonea documentazione fiscale
- il 40% entro 7 giorni dalla validazione, da parte degli uffici comunali, del Piano di Azione e Risanamento della Qualità dell'Aria condiviso e della relazione conclusiva attestante l'avvenuto svolgimento di tutte le attività previste dal presente Accordo, dietro presentazione di idonea documentazione fiscale. Alla validazione, salvo motivata richiesta di integrazione, si dovrà provvedere entro 30 giorni dalla consegna degli elaborati.

Si prevede altresì un contributo fisso a carico dell'Amministrazione Provinciale a favore di ARPAV pari a €24.000,00 (già impegnato) ed uno di 30.000,00 euro da suddividere tra i comuni firmatari.
Tali importi saranno versati per lo svolgimento delle attività indicate all'art.2 del presente Accordo.

Nella tabella che segue sono indicati gli importi a carico degli enti partecipanti

A	B	C	D	E	F	G
Comune	**Abitanti al 31/12/2005 fonte ISTAT**	**Importo per abitanti**	**Importo a scaglioni**	**Arrotondamento importo IVA inclusa**	**Contributo Provincia**	**Totale**
Buttapietra	6375	€ 446,25	€ 3.900,00	€ 4.400,00	€ 376,29	**€ 4.776,29**
Lavagno	6430	€ 450,10	€ 3.900,00	€ 4.400,00	€ 379,54	**€ 4.779,54**
Castelnuovo del Garda	10578	€ 740,46	€ 6.500,00	€ 7.300,00	€ 624,38	**€ 7.924,38**
Grezzana	10629	€ 744,03	€ 6.500,00	€ 7.300,00	€ 627,39	**€ 7.927,39**
Sant'Ambrogio di Valpolicella	10868	€ 760,76	€ 6.500,00	€ 7.300,00	€ 641,49	**€ 7.941,49**
Castel d'Azzano	11102	€ 777,14	€ 6.500,00	€ 7.300,00	€ 655,31	**€ 7.955,31**
Valeggio	12522	€ 876,54	€ 6.500,00	€ 7.400,00	€ 739,12	**€ 8.139,12**
San Pietro in Cariano	12707	€ 889,49	€ 6.500,00	€ 7.400,00	€ 750,04	**€ 8.150,04**
Zevio	12856	€ 899,92	€ 6.500,00	€ 7.400,00	€ 758,84	**€ 8.158,84**
San Martino Buion Albergo	13253	€ 927,71	€ 6.500,00	€ 7.500,00	€ 782,27	**€ 8.282,27**
Sommacampagna	14012	€ 980,84	€ 6.500,00	€ 7.500,00	€ 827,07	**€ 8.327,07**
Pescantina	14671	€ 1.026,97	€ 6.500,00	€ 7.600,00	€ 865,97	**€ 8.465,97**
Sona	15405	€ 1.078,35	€ 6.500,00	€ 7.600,00	€ 909,29	**€ 8.509,29**
Negrar	16782	€ 1.174,74	€ 6.500,00	€ 7.700,00	€ 990,57	**€ 8.690,57**
Bussolengo	18588	€ 1.301,16	€ 6.500,00	€ 7.900,00	€ 1.097,17	**€ 8.997,17**
San Giovanni Lupatoto	22497	€ 1.574,79	€ 8.500,00	€ 10.100,00	€ 1.327,91	**€ 11.427,91**
Villafranca di Verona	30374	€ 2.126,18	€ 8.500,00	€ 10.700,00	€ 1.792,85	**€ 12.492,85**
Peschiera del Garda	9169	€ 641,83	€ 3.900,00	€ 4.600,00	€ 541,21	**€ 5.141,21**
Verona	259433	€ 18.160,31	€ 17.000,00	€ 35.200,00	€ 15.313,28	**€ 50.513,28**
Totale	**508251**	**€ 35.577,57**	**€ 130.200,00**	**€ 166.600,00**	**€ 30.000,00**	**€ 196.600,00**
Quota Amministrazione Provinciale per ARPAV						€ 24.000,00

TOTALE € 220.600,00

N.B.

1) quota procapite:	€ 0,07	
2) importo a scaglioni:	€ 3.900,00	fino a 10000 ab
	€ 6.500,00	fino a 20000 ab
	€ 8.500,00	fino a 40000 ab
	€ 17.000,00	Verona

Serv
Valorizza
IL RES
dott. Gi

ientale
LE
ziale

Allegato C
Cronoprogramma

cronoprogramma

Attività/mese	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Analisi della situazione attuale (capitoli 1,2)															
Azioni (capitolo 3)															
Procedure per il monitoraggio,adeguamento del piano															
Schede dei comuni (capitoli 4 e 5)															

PROVINCIA DI VERONA - SETTORE AMBIENTE
Ai sensi dell'articolo 18 del D.P.R. 28/12/2000, n. 445, attesto che la presente copia, formata da n. ..... fogli/~~facciate~~ è conforme all'originale depositato presso questo ufficio.

Verona, lì 26/01/2009

Il Funzionario
Servizio Tutela
e Valorizzazione Ambientale
IL RESPONSABILE
dott. Giorgio Stanzial

Servizio Tutela
Valorizzazione Ambientale
IL RESPONSABILE
dott. Giorgio Stanzial

Allegato 2

Elenco degli incontri tecnici

Marzo 2009			
	2	Sede ARPAV – Via Dominutti, Verona	Presentazione del lavoro e dei collaboratori. Discussione con i comuni già firmatari della questione Peschiera.
		Presenze UniTn	Prof. Marco Ragazzi, Prof. Dino Zardi, Ing. Marina Venturi, Ing. Andrea Cemin.
		Durata	14.30-18.00 (con verbale)

Aprile 2009			
	6	Sede ARPAV – Via Dominutti, Verona	Riunione parte operativa con evidenza delle diverse fonti di reperimento dei dati. (presenti dott.ssa Susanetti ARPAV-ORAR e arch. B. Pezzuto del Comune di Verona, CdR Traffico, per valutazione emissioni e dati sul traffico in possesso del Comune di Verona)
		Presenze UniTn	Prof. Marco Ragazzi, Prof. Dino Zardi, Ing. Marina Venturi, Ing. Andrea Cemin, Ing. Gianluca Antonacci, Ing. Ilaria Todeschini.
		Durata	15.00-18.00 (senza verbale)

	24	Sede ARPAV – Via Dominutti, Verona	Riunione per decidere partecipazione del Comune di Peschiera al PQA.
		Presenze UniTn	Prof. Dino Zardi, Ing. Marina Venturi
		Durata	9.30-11.30 (con verbale)

Maggio 2009			
	7	Sede ARPAV – Via Dominutti, Verona	Riunione parte operativa tra rappresentanti dei Comuni, ULSS 20 e ARPAV
		Presenze Unitn	-
		Durata	8.30-10.00 (con verbale)

	26	Incontro in Provincia (Vr)	Incontro con Silvia Righetti in Provincia per

			reperire alcuni dati
		Presenze Unitn	Ing. Marina Venturi
		Durata	11.00-13.00 (senza verbale) ma con promemoria

Giugno 2009			
	11	Incontro in Provincia (Vr)	Incontro con Silvia Righetti in Provincia per reperire alcuni dati
		Presenze Unitn	Ing. Marina Venturi
		Durata	11.00-13.00(senza verbale) Incontro con il servizio allevamenti (info su dati servizio zootecnico)

	11	Sede ARPAV – Via Dominutti, Verona	Riunione Comitato Tecnico con presenze di ARPAV, alcuni rappresentanti dei comuni e ULSS. Definizione dello stato di avanzamento dei lavori e cronoprogramma.
		Presenze UniTn	Prof. Marco Ragazzi, Prof. Dino Zardi, Ing. Marina Venturi.
		Durata	14.00-18.00 (con verbale)

Luglio 2009			
	2	Sede UniTn – Facoltà ingegneria Mesiano	Riunione parte operativa tra gruppo di lavoro UniTn e Cisma e ARPAV.
		Presenze	Prof. Marco Ragazzi, Prof. Dino Zardi, Ing. Marina Venturi, Ing. Andrea Cemin, Dott.ssa Francesca Predicatori.
		Durata	9.30-12.00 (senza verbale) Analisi di alcune problematiche di valutazione delle emissioni da sorgenti puntuali. Discussione sulla modalità di valutazione del settore emissivo “riscaldamento”. Accordi circa l’inserimento di alcuni progetti negli scenari di sviluppo. Analisi di alcune sorgenti puntuali situate all’esterno dell’area di interesse che verranno prese in considerazione nel piano.

	10	Sede ARPAV – Via Dominutti, Verona	Riunione parte operativa tra gruppo di lavoro UniTn e ARPAV.
		Presenze	Prof. Marco Ragazzi, Ing. Marina Venturi, Ing. Elena Cristina Rada, Dott.ssa Barbara Intini
		Durata	10.00-12.00 (senza verbale) Accordi circa le modalità di reperimento dati. Aggiornamento ARPAV sul coinvolgimento nel progetto ESCAPE del Comune di Verona. Accordi per l'incontro del 17 settembre Accordi circa le giornate di sopralluoghi da effettuare in tutti i comuni firmatari dell'accordo. Verifica dei dati disponibili circa alcuni impianti considerati molto significativi.

	23	Centro Meteo Regionale di Teolo	Riunione parte operativa tra gruppo di lavoro UniTn e ARPAV (Personale del Centro Meteo Regionale).
		Presenze	Prof. Dino Zardi, Ing. Marina Venturi, Dott. Paolo Frontero (ARPAV – Verona), Dott. Marco Monai, Dott. Massimo Ferrario, Dott.ssa Maria Sansone (ARPAV –Teolo)
		Durata	9.30-12.30 (senza verbale) Valutazione della possibilità di analisi di alcuni episodi acuti di inquinamento di polveri. Accordi circa la modalità di conduzione del progetto di analisi (UniTn, ARPAV – Teolo, ARPAV – Verona). Dati profilatori, Calmet, questione sicurezza nei locali ARPAV

Agosto 2009			
	20	Centro Meteo Regionale di Teolo	Riunione parte operativa tra gruppo di lavoro UniTn e ARPAV (Personale del Centro Meteo Regionale).
		Presenze	Prof. Dino Zardi, Ing. Marina Venturi, Ing. Ilaria Todeschini, Dott. Paolo Frontero (ARPAV – Verona), Dott. Marco Monai, Dott. Massimo Ferrario, Dott.ssa Maria Sansone

			(ARPAV –Teolo)
		Durata	9.30-13.30 (senza verbale ma con promemoria dei compiti redatto dal prof. Zardi)

	26	Incontro in Provincia (Vr)	Incontro con Silvia Righetti in Provincia per reperire alcuni dati
		Presenze	Ing. Marina Venturi
		Durata	9.30-11.00 (senza verbale) Incontro con il responsabile del procedimento per Cementirossi, richiesta formale all'URP per copia di alcuni documenti.

Settembre 2009			
	1-9	Sopralluoghi presso alcune criticità nei comuni aderenti al Piano	
		Presenze UniTn	Prof. Marco Ragazzi, Prof. Dino Zardi, Ing. Elena Cristina Rada, Ing. Marina Venturi.

	10	Sede ARPAV – Via Dominutti, Verona	Riunione Comitato Tecnico con presenze di ARPAV, alcuni rappresentanti dei comuni e ULSS. Definizione dello stato di avanzamento dei lavori e cronoprogramma.
		Presenze UniTn	Prof. Marco Ragazzi, Prof. Dino Zardi, Ing. Marina Venturi, Ing. Elena Cristina Rada.
		Durata	15.00-18.00 (con verbale)

	11	Sede ARPAV – Via Dominutti, Verona	Incontro con le associazioni ambientaliste per raccogliere suggerimenti e proposte da inserire nel Piano Qualità Aria.
		Presenze UniTn	Prof. Marco Ragazzi, Prof. Dino Zardi, Ing. Marina Venturi.
		Presenze	Maria Cristina Mosconi – ARPAV Francesca Predicatori – ARPAV Ilaria Lucchi – ULSS 20

			Giampaolo Ventoruzzo – No traforo Lorenzo Albi – Legambiente Manuela Formenti – WWF Giovanna Lonardi – Carpino Flavio Coato – Carpino Alberto Sperotto – No Traforo Paolo Fabbri – FIAB Amici Bicicletta onlus Marco Passigato – FIAB Amici Bicicletta onlus Mario Spezia – Carpino Barbara Intini - ARPAV
		Durata	16.00-18.00 (senza verbale)

	17	Palazzo della Gran Guardia, Verona	Presentazione alla popolazione degli intenti, finalità e metodi del Piano di qualità dell'aria in elaborazione.
		Presenze UniTn	Prof. Marco Ragazzi, Prof. Dino Zardi, Ing. Marina Venturi, Ing. Elena Cristina Rada.
		Durata	17.30-20.00

Ottobre 2009			
	19	Incontro in Provincia (Vr)	Incontro con Marco Serafini
		Presenze	Ing. Marina Venturi, Riccardo Tardiani, Dott. Marco Serafini
		Durata	9.30-12.00 (senza verbale) Incontro con Marco Serafini per il reperimento dei dati relativi al DB di raccolta dei Modelli G ed F. (riscaldamento civile)

	19 20 21	Provincia di Verona	Analisi Allegati IX
		Presenze	Ing. Marina Venturi
		Durata	Analisi e copia della documentazione relativa agli Allegati IX.

Novembre 2009			
	12	Sede ARPAV – Via Dominutti, Verona	Riunione parte operativa tra gruppo di lavoro UniTn, ARPAV e ULSS.

		Presenze UniTn	Prof. Marco Ragazzi, Ing. Marina Venturi, Ing. Elena Cristina Rada
		Durata	15.00-17.30 (senza verbale) Accordi circa le modalità di lavoro e aggiornamento, da parte di ARPAV di come sta lavorando e procedendo l'università. Indicazioni di approccio che l'ULSS intende vorrebbero essere seguite al fine di ottenere output dal piano utili alla definizione si situazioni di criticità sulla salute umana.

	19	Sede ARPAV – Via Dominutti, Verona	Riunione Comitato Tecnico con presenze di ARPAV, alcuni rappresentanti dei comuni e ULSS.
		Presenze UniTn	Prof. Marco Ragazzi, Prof. Dino Zardi, Ing. Marina Venturi, Ing. Elena Cristina Rada, Ing. Gianluca Antonacci.
		Durata	9.00-14.00 (con verbale)

	24	Comune di Verona, via Pallone 9	Incontro con il gruppo del CdR Traffico e CdR Ambiente per i dati aggiornati nel P.G.T.U. in fase di approvazione
		Presenze UniTn	Ing. Marina Venturi
		Durata	9.00-11.00 (con verbale)

	26	Sede ARPAV – via Dominutti	Incontro operativo per la definizione di alcune questioni e chiarimenti
		Presenze UniTn	Prof. Marco Ragazzi, Ing. Marina Venturi, Ing. Elena Cristina Rada.
		Durata	16.00-18.00 (senza verbale)

Dicembre 2009			
	3	Comune di Verona, via Pallone 9	Incontro operativo per la definizione di alcune questioni e chiarimenti
		Presenze UniTn	Prof. Dino Zardi, Prof. Marco Ragazzi, Ing.

			Marina Venturi
		Durata	15.00-17.00 (senza verbale)

	4	Sede UniTn – Facoltà ingegneria Mesiano	Riunione parte operativa tra gruppo di lavoro UniTn. Alla fine della riunione segue telefonata di aggiornamento con CISMA. Alla fine della riunione segue aggiornamento e discussione tramite connessione remota con la dott.ssa Predicatori di ARPAV.
		Presenze	Prof. Marco Ragazzi, Prof. Dino Zardi, Ing. Marina Venturi.
		Durata	9.30-13.15 (senza verbale)

	11	Sede UniTn – Facoltà ingegneria Mesiano	Riunione parte operativa tra gruppo di lavoro UniTn. Alla fine della riunione segue telefonata di aggiornamento con il prof. Zardi. Alla fine della riunione segue aggiornamento e discussione tramite connessione remota con la dott.ssa Predicatori di ARPAV.
		Presenze	Prof. Marco Ragazzi, Ing. Marina Venturi.
		Durata	9.30-13.15 (senza verbale)

	23	Riunione (con connessione in remoto)	Riunione parte operativa tra gruppo di lavoro UniTn e ARPAV
		Presenze	Prof. Marco Ragazzi, Ing. Marina Venturi, Dott.ssa Francesca Predicatori, Dott.ssa Barbara Intini
		Durata	13.0 – 14.00 (senza verbale) Affrontare e proporre, in sede del CT del 14/01 delle soluzioni riguardo le seguenti criticità: 1. disomogeneità degli attrattori di traffico 2. disomogeneità delle informazioni arrivate dai Comuni 3. impostazione della parte iniziale descrittiva della situazione attuale.

			Richiesta da parte di ARPAV per il 14/01 di informazioni più precise su: 1. uso del modello per gli scenari attuali con particolare riguardo a uso dei dati meteo e uso dell'inventario delle emissioni 2. utilizzo dei dati relativi alle industrie (ton/anno) all'interno degli scenari attuali 3. modalità di quantificazione del peso dei vari attrattori di traffico 4. definizione dei casi studio, utilizzo dei modelli, quantificazione delle emissioni negli scenari futuri

Gennaio 2010			
	14	Sede ARPAV – Via Dominutti, Verona	Riunione Comitato Tecnico con presenze di ARPAV, alcuni rappresentanti dei comuni e ULSS.
		Presenze UniTn	Prof. Marco Ragazzi, Prof. Dino Zardi, Ing. Marina Venturi, Ing. Gianluca Antonacci.
		Durata	14.45-19.00 (con verbale)

	21	Sede ARPAV – via Dominutti	Riunione operativa Unitn e ARPAV.
		Presenze UniTn	Prof. Marco Ragazzi, Ing. Elena Cristina Rada
		Durata	14.00-15.30 (senza verbale)

	28	Sede ARPAV – via Dominutti	Riunione operativa Unitn, ARPAV e i 3 rappresentanti dei Comuni per la preparazione dell'incontro con tutti i Comuni coinvolti dell'1 febbraio.
		Presenze UniTn	Prof. Marco Ragazzi, Prof. Dino Zardi, Ing. Marina Venturi, Ing. Gianluca Antonacci
		Durata	14.00-17.30 (senza verbale)

Febbraio 2010			
	1	Incontro con i rappresentanti di tutti i comuni coinvolti	Riunione di presentazione del lavoro e della metodologia adottata
		Presenze	Prof. Marco Ragazzi, Prof. Dino Zardi, Ing. Marina Venturi, Ing. Gianluca Antonacci
		Durata	10.00-12.30 (senza verbale) Valutazione delle emissioni per comuni e presentazione di alcuni scenari. Presentazione degli indicatori e dei due casi di studio di esempio che verranno riportati nel Piano: Mondadori Printing e SS11 a Vago di Lavagno.

	1	Incontro con i Comuni di Verona e Grezzana, sede ARPAV via Dominutti, Verona	Riunione di condivisione di alcune scelte di utilizzo del territorio e di eventuali tendenze significative per ciascun Comune
		Presenze	Prof. Marco Ragazzi, Prof. Dino Zardi, Ing. Marina Venturi, Ing. Gianluca Antonacci
		Durata	13.30-16.30 (senza verbale)

	9	Incontro con i Comuni di Villafranca, Valeggio sul Mincio, Castelnuovo d.G., Sona, Sommacampagna Incontro presso il Comune di Sona	Riunione di condivisione di alcune scelte di utilizzo del territorio e di eventuali tendenze significative per ciascun Comune
		Presenze	Prof. Marco Ragazzi, Prof. Dino Zardi, Ing. Gianluca Antonacci
		Durata	10.00-13.00 (senza verbale)

	9	Incontro con i Comuni di Bussolengo, Pescantina, Negrar, S. Ambrogio, S. Pietro in C. Incontro presso il Comune di Bussolengo	Riunione di condivisione di alcune scelte di utilizzo del territorio e di eventuali tendenze significative per ciascun Comune
		Presenze	Prof. Marco Ragazzi, Prof. Dino Zardi, Ing.

			Gianluca Antonacci
		Durata	14.30-17.00 (senza verbale)

	11	Incontro con i Comuni di Zevio, Lavagno, S. Martino B.A., S. Giovanni Lupatoto, Buttapietra, Castel d'Azzano Incontro presso il Comune di Zevio	Riunione di condivisione di alcune scelte di utilizzo del territorio e di eventuali tendenze significative per ciascun Comune
		Presenze	Prof. Marco Ragazzi, Prof. Dino Zardi, Ing. Marina Venturi, Ing. Gianluca Antonacci
		Durata	14.30-16.30 (senza verbale)

	16	Sede UniTn – Facoltà ingegneria Mesiano	Riunione parte operativa tra gruppo di lavoro UniTn e Cisma.
		Presenze	Prof. Marco Ragazzi, Prof. Dino Zardi, Ing. Marina Venturi, Ing. Gianluca Antonacci, Ing. Ilaria Todeschini
		Durata	10.00-14.00 (senza verbale)

Marzo 2010			
	9	Sede UniTn – Facoltà ingegneria Mesiano	Riunione parte operativa tra gruppo di lavoro UniTn, Cisma e ARPAV per alcune considerazioni sulle interpretazioni meteo
		Presenze	Prof. Marco Ragazzi, Prof. Dino Zardi, Ing. Marina Venturi, Ing. Gianluca Antonacci, Dott. Paolo Frontero
		Durata	10.00-16.00 (senza verbale)

	11	Verona – CdR traffico (lungadige Galtarossa)	Riunione parte operativa tra gruppo di lavoro UniTn.
		Presenze	Prof. Marco Ragazzi, Prof. Dino Zardi, Ing. Marina Venturi, Ing. Elena Cristina Rada, Ing. Gianluca Antonacci
		Durata	12.00-13.30 (senza verbale)

	11	Sede ARPAV – Via Dominutti, Verona	Riunione Comitato Tecnico con presenze di ARPAV, alcuni rappresentanti dei comuni e ULSS.
		Presenze Unitn	Prof. Marco Ragazzi, Prof. Dino Zardi, Ing. Marina Venturi, Ing. Elena Cristina Rada, Ing. Gianluca Antonacci
		Durata	14.30-17.00 (con verbale)

Allegato 3

Elenco dei partecipanti agli incontri presso i Comuni aderenti al Piano

Elenco dei partecipanti all'incontro generale dell'1 febbraio 2010, di prima presentazione e discussione con i Comuni aderenti al Piano, tenutosi presso la sede del DAP ARPAV di Verona, via Dominutti – redazione a cura di ARPAV

ENTE DI APPARTENENZA	NOME	RUOLO
C. Verona	Federico Sboarina	Assessore ambiente
C. Verona	Andrea Bombieri	Dirigente ufficio ecologia
C. Verona	Natalie Belluzzo	Tecnico
C. Verona	Irene Gobbo	Tecnico
C. Verona	Riccardo Tardiani	Tecnico
C. Bussolengo	Grigoli	Assessore
C. Bussolengo	Elisa Marocchio	Tecnico
C. Buttapietra	Colato Elisabetta	Tecnico
C. Buttapietra	Mazzi Rosanna	Assessore
C. Castel d'Azzano	Sergio Falzi	Assessore ecologia
C. Castel d'Azzano	Silvano Fraccaroli	Tecnico
C. Castelnuovo d. G.	Giovanni Spinpolo	Tecnico
C. Castelnuovo d. G.	Oliosi	Consigliere con delega Ambiente e Ecologia
C. Grezzana	Coppola Castrese	Comandante polizia municipale
C. Grezzana	Bresciani Simone	Tecnico ufficio ecologia
C. Grezzana	Bellamoli Manuel	Assessore ecologia e ambiente
C. Lavagno	Daniele Papa	Assessore ambiente
C. Negrar	Gamberoni Marco	Tecnico ufficio ecologia
C. Negrar	Zanotti Giovanni	Assessore all'ecologia
C. Pescantina	Bordoni	Tecnico
C. S. Giovanni L.	Marchi Andrea	Tecnico
C. S. Ambrogio di V.	Serena Rossi	Tecnico
C. S. Ambrogio di V.	Renzo Ambrosi	Assessore lavori pubblici e ecologia
S. Martino B.	Gaspari Mauro	Assessore ambiente
S. Martino B.	Camponogara Placido	Tecnico
C. S. Pietro in C.	Maistri	Responsabile ufficio ecologia e ambiente
C. Sona	Biasi	Tecnico
C. Sona	Ernesto Vantini	Assessore
C. Sommacampagna	Gaspari Lorenzo	Responsabile servizio ecologia
C. Valeggio	Cristofori Mauro	Tecnico

C. Zevio	Paolo Lorenzoni	Sindaco
C. Zevio	Beltrame Pierina	Tecnico
C. Zevio	Margherita Fabris	
Provincia	Silvia Righetti	
ULSS 20	Lucia De Noni	
ARPAV	Simona De Zolt	Tecnico
ARPAV	Francesca Predicatori	dirigente
ARPAV	Cunego	Direttore
ARPAV	Paolo Frontero	Tecnico
Università Trento	Dino Zardi	
Università Trento	Marco Ragazzi	
Università Trento	Marina Venturi	
CISMA	Gianluca Antonacci	

Elenco dei partecipanti agli incontri nei Comuni (redazione a cura di ARPAV):

- ***Incontro 1 – Comune di Grezzana, Comune di Verona: 1 febbraio 2010, sede Dipartimento ARPAV di Verona;***

COMUNE	COGNOME	NOME	RUOLO
Grezzana	Coppola	Castrese	Comandante polizia municipale
Grezzana	Bresciani	Simone	Tecnico ufficio ecologia
Grezzana	Bellamoli	Manuel	Assessore ecologia e ambiente
Verona	Tardiani	Riccardo	Tecnico
Verona	Bombieri	Andrea	Dirigente ufficio ecologia

- ***Incontro 2 – Comune di Castelnuovo del Garda, Comune di Sommacampagna, Comune di Sona, Comune di Valeggio sul Mincio, Comune di Villafranca di Verona: 9 febbraio 2010, presso il Comune di Sona;***

COMUNE	COGNOME	NOME	RUOLO
Castelnuovo del Garda	Oliosi	Roberto	Consigliere con delega Ambiente e Ecologia
Sommacampagna	Gaspari	Lorenzo	Responsabile servizio ecologia
Sona	Vantini	Ernesto	Assessore
Sona	Giovanzana	Alberto	Consigliere
Valeggio sul Mincio	Cristofori	Mauro	Tecnico
Villafranca di Verona	Toffaletti	Nicoletta	Istruttore direttivo

- ***Incontro 3 – Comune di Bussolengo, Comune di Negrar, Comune di Pescantina, Comune di Sant'Ambrogio di Valpolicella, Comune di San Pietro in Cariano: 9 febbraio 2010, presso il Comune di Bussolengo;***

COMUNE	COGNOME	NOME	RUOLO
Bussolengo	Grigoli	Roberto	Assessore ambiente
Bussolengo	Marocchio	Elisa	Tecnico
Negrar	Zanotti	Giovanni	Assessore ecologia
Negrar	Gamberoni	Marco	Tecnico ufficio ecologia
Pescantina	Bordoni	Claudio	Tenico
Pescantina	Marchesini	Alfonso	Assessore ambiente

S. Ambrogio di V.	Rossi	Serena	Tecnico
S. Ambrogio di V.	Ambrosi	Renzo	Assessore lavori pubblici e ecologia
S. Pietro in C.	Signorini	Giancarlo	Consigliere comunale delegato all'ambiente

- ***Incontro 4 – Comune di Buttapietra, Comune di Castel d'Azzano, Comune di Lavagno, Comune di San Giovanni Lupatoto, Comune di San Martino Buon Albergo, Comune di Zevio: 9 febbraio 2010, presso il Comune di Zevio;***

COMUNE	**COGNOME**	**NOME**	**RUOLO**
Castel d'Azzano	Fraccaroli	Silvano	Tecnico comunale
Castel d'Azzano	Falzi	Sergio	Assessore ecologia
S. Giovanni L.	Marchi	Andrea	Ttenico
S. Giovanni L.	Facci	Roberto	Consulente del sindaco
S. Martino B. A.	Gaspari	Mauro	Assessore ambiente
S. Martino B. A.	Camponogara	Placido	Tecnico
Zevio	Beltrame	Pierina	Tecnico
Zevio	Lorenzoni	Paolo	Sindaco

- ***Incontro 5 – Comune di Buttapietra (risultato assente all'incontro del 9 febbraio e intervenuto in occasione del Comitato Tecnico dell'11 marzo 2010): sede del Dipartimento ARPAV di Verona.***

COMUNE	**COGNOME**	**NOME**	**RUOLO**
Buttapietra	Colato	Elisabetta	Tecnico comunale

Allegato 4

Verbali delle sedute del Comitato Tecnico

Verbali delle sedute del Comitato Tecnico redatti a cura di ARPAV e trasmessi in forma definitiva via mail a tutti i componenti del CT in data 6 maggio 2010.

Elenco incontri riportati:

- 4 marzo 2009;
- 24 aprile 2009;
- 7 maggio 2009;
- 11 giugno 2009;
- 10 settembre 2009 (con allegato);
- 12 novembre 2009;
- 19 novembre 2009 (con allegato);
- 14 gennaio 2010 (con allegati);
- 11 marzo 2010.

VERBALE DELLA RIUNIONE DEL COMITATO TECNICO DEL GIORNO 02/03/09

Oggi, 2 marzo 2009, presso il Dipartimento ARPAV di Verona in via Dominutti 8, si è riunito il comitato tecnico per avviare i lavori relativi al Piano di Azione e Risanamento della Qualità dell'Aria.

All'incontro, presieduto dal dirigente ARPAV dott.ssa Francesca Predicatori, è presente personale di ARPAV (dott.ssa Francesca Predicatori, dott. Paolo Frontero, dott.ssa Barbara Intini), del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Trento (prof. Marco Ragazzi, prof. Dino Zardi, ing. Marina Venturi, ing. Andrea Cemin), del Dipartimento di Prevenzione dell'ULSS20 (dott.ssa Silvana Manservisi, dott.ssa Ilaria Lucchi), della Provincia di Verona (ing. Silvia Righetti), del Comune di Verona (Riccardo Tardiani, dott.ssa Natalie Belluzzo), del Comune di Bussolengo (dott.ssa Elisa Marocchio), del Comune di San Martino Buon Albergo (dott. Placido Camponogara).

In primo luogo si discute sul ruolo del comitato tecnico e, nello specifico, sul ruolo dei tre comuni facenti parte del comitato stesso.
Si sottolinea il fatto che i comuni del comitato devono fare da "interfaccia" tra i membri del gruppo tecnico e i restanti comuni aderenti al progetto, informando questi ultimi sullo stato dei lavori e raccogliendo loro eventuali specifiche istanze.
A questo punto si sottolinea che il comitato tecnico non è un gruppo chiuso: chiunque, tra i comuni aderenti al piano, può partecipare agli incontri del gruppo tecnico.
La frequenza minima degli incontri dell'intero comitato dovrà essere quadrimestrale, fermo restando il fatto che, per particolari esigenze, in qualunque momento ciascun membro del gruppo può richiedere un incontro supplementare.
Alla luce di ciò, si fissa il prossimo incontro il giorno 11 giugno 2009 alle ore 15.00 presso il Dipartimento ARPAV di Verona.

A questo punto si affronta il problema di come gestire le comunicazioni verso l'esterno e, nello specifico, verso il pubblico e la stampa e verso i comuni aderenti al piano.
Per quanto riguarda la comunicazione verso il pubblico e la stampa, si decide di creare uno spazio sul web dove inserire tutti i documenti ufficiali prodotti dal comitato, nonché le date degli incontri e i successivi verbali. Ogni volta che un documento importante o un verbale verrà messo sul web, i comuni aderenti al piano verranno avvisati tramite e-mail.

Per quanto riguarda le comunicazioni all'interno del comitato tecnico, si decide di creare uno spazio sul web, con accesso riservato tramite password, dove inserire le bozze dei documenti e, in generale, i documenti interni.
ARPAV, la Provincia di Verona e il comune di Verona si riservano di informarsi presso le proprie strutture per capire nel concreto come strutturare gli spazi web di cui sopra.

Si pianifica inoltre, per il prossimo autunno, un incontro pubblico con taglio tecnico, rivolto alla totalità dei comuni aderenti al piano e ai cosiddetti portatori di interesse, per presentare i risultati ottenuti fino a quel momento. Si stabilisce di inserire l'organizzazione di tale incontro nell'ordine del giorno della prossima riunione del comitato tecnico.
Si stabilisce inoltre di organizzare un ulteriore incontro aperto al pubblico alla fine dei lavori, per presentare i risultati dell'intero progetto.

A questo punto si affronta la questione della possibilità o meno di inserire tra i comuni aderenti al piano il comune di Peschiera del Garda.
L'Università di Trento si prende l'impegno di quantificare quanto prima il surplus di lavoro dovuto all'eventuale ingresso di Peschiera nel progetto. La cifra risultante da tale analisi verrà proposta al comune in questione, il quale, accettandola, potrà accedere al progetto in questa fase. In alternativa verrà proposto al comune di Peschiera la possibilità di inserirsi in una fase successiva, definendo e firmando un ulteriore specifico accordo tra le parti. I comuni facenti parte del comitato tecnico richiedono, comunque, che l'inclusione o meno di Peschiera nel piano venga definita in tempi rapidi.

Si decide inoltre di non dare la possibilità ad alcun ulteriore comune di inserirsi ora, a lavori iniziati, nel progetto. A tali rimanenti comuni della Provincia verrà comunque estesa la possibilità di entrare nel piano in una fase successiva, previo specifico accordo.

Infine si relaziona brevemente il lavoro più prettamente tecnico svolto fino ad ora dall'Università di Trento e da ARPAV.
Nello specifico ARPAV illustra alcune metodologie di reperimento e raccolta dati che intende seguire, al fine di condividere con tutti i membri del comitato tecnico i dati di input dell'intero lavoro.
Università di Trento e ARPAV si impegnano a presentare ai restanti membri del comitato un programma dettagliato dei lavori.
Università di Trento e ARPAV fissano un loro incontro di verifica e confronto il 23 marzo 2009(*) alle ore 15.00.

La coordinatrice del PQA
Dott.ssa Francesca Predicatori

(*) L'incontro è stato successivamente posticipato al 6 aprile 2009.

Verbale dell'incontro del comitato tecnico "PIANO DI AZIONE E RISANAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA"	DIPARTIMENTO ARPAV DI VERONA 24 aprile 2009	Inizio h. 09.30 Fine h. 11.00

Partecipanti

Paolo Frontero	ARPAV – DAP VERONA
Barbara Intini	ARPAV – DAP VERONA
Francesca Predicatori (in un secondo momento)	ARPAV – DAP VERONA
Dino Zardi	UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TRENTO
Marina Venturi	UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TRENTO
Ilaria Lucchi	DIPARTIMENTO DI PREVENZIONE DELL'ULSS20
Silvia Righetti	PROVINCIA DI VERONA
Riccardo Tardiani	COMUNE DI VERONA
Elisa Marocchio	COMUNE DI BUSSOLENGO
Placido Camponogara	COMUNE DI SAN MARTINO BUON ALBERGO
Luca Cavattoni	COMUNE DI PESCHIERA
Andrea Presa	COMUNE DI PESCHIERA

Verbale

Oggi, 24 aprile 2009, presso il Dipartimento ARPAV di Verona in via Dominutti 8, si è riunito il comitato tecnico per discutere la possibilità e le eventuali modalità di inserimento del comune di Peschiera nel progetto di redazione del piano di azione e risanamento della qualità dell'aria.

Il dott. Frontero apre l'incontro dicendo che ARPAV, come coordinatore del progetto per la redazione del piano di azione e risanamento della qualità dell'aria, ha indetto la riunione del Comitato Tecnico affinchè vengano illustrate al comune di Peschiera le modalità di partecipazione e il relativo onere per l'adesione al progetto di cui sopra. Il dott. Frontero continua asserendo che l'Università di Trento si è impegnata a quantificare il surplus di lavoro dovuto ad un eventuale ingresso di Peschiera nel progetto (vedi verbale della riunione del 02/03/09) e passa la parola al prof. Zardi perchè illustri nel dettaglio ai rappresentanti del Comune in questione l'offerta fatta dall'università.
Zardi, facendo riferimento ai contenuti della lettera trasmessa ad ARPAV e alla Provincia in data 04/03/09, illustra brevemente i dettagli dell'offerta.
Il dott. Cavattoni precisa di aver visionato la proposta dell'Università di Trento solo quella stessa mattina, in quanto il fax con l'offerta gli è pervenuto, inviato dal comune di Verona, solo la sera precedente.
Peschiera precisa che aveva aderito lo scorso anno al progetto, ma che non poteva farne parte subito per problemi di bilancio. Sottolinea inoltre, pur rinnovando l'interesse per il progetto stesso, il problema dell'eccedenza del nuovo importo rispetto a quello precedentemente deliberato. La difficoltà è dettata dalla contingenza delle prossime scadenze elettorali che determinerà uno slittamento dei tempi dell'eventuale approvazione della nuova cifra. In tale fase quindi il comune di Peschiera prende atto dell'offerta la quale verrà sottoposta alla Giunta Comunale.

Il dott. Camponogara chiede se vi siano altri comuni interessati ad aderire al Piano. L'ing. Righetti risponde che alcuni comuni hanno dimostrato interessamento però solamente a "livello informale".

A questo punto si apre una discussione sulla nuova ripartizione dei costi proposta dall'Università di Trento. Tale nuova ripartizione comporta per ciascun comune la variazione, seppur minima, dell'importo da pagare e quindi la conseguente necessità di un nuovo passaggio in giunta. Per evitare questo iter si chiede alla Provincia la possibilità di aumentare il proprio contributo al progetto, ma la rappresentante stessa sottolinea l'impossibilità di stanziare una cifra superiore ai 30.000 euro, già destinati al piano.
La dott.ssa Marocchio (comune di Bussolengo) suggerisce che, molto probabilmente, per variazioni di costi così modeste, è sufficiente una semplice determina del dirigente responsabile.
L'Università di Trento ricorda che, secondo l'Accordo, era previsto, da parte dei comuni, il pagamento del 30 % della quota entro 30 giorni dalla sottoscrizione dell'accordo stesso. Il dott. Dino

Zardi chiede pertanto quando si possa procedere con l'emissione della prima fattura. I tre comuni facenti parte del Comitato Tecnico convengono che l'Università di Trento proceda con l'emissione della prima fattura in acconto per la quale gli enti locali non avranno certamente difficoltà nella copertura finanziaria. Nel frattempo i rappresentati dei comuni si faranno carico di verificare la correttezza della tabella costi così come corretta dall'Università di Trento e di proporre, se necessario, le eventuali modifiche di impegno di spesa.

Il prof. Zardi sottolinea la poca chiarezza dei ruoli nella gestione della parte amministrativa del progetto e dichiara che a suo avviso era compito di ARPAV, in quanto coordinatore del progetto, trasmettere a Peschiera l'offerta dell'Università di Trento.
La dott.ssa Intini fa però presente come la ripartizione dei costi tra i vari comuni non abbia mai visto il coinvolgimento di ARPAV, bensì sia stata effettuata dal comune di Verona.
L'ing. Righetti sottolinea a sua volta che nell'accordo stipulato non è mai dichiarato esplicitamente a chi compete la gestione specifica della parte amministrativa del progetto.

Tardiani sottolinea e ribadisce che a suo avviso ARPA non ha adempiuto ai suoi compiti di coordinatore del progetto e propone che siano i rappresentanti dei comuni nel comitato tecnico (Verona, Bussolengo e San Martino Buon Albergo) a comunicare e gestire con i restanti comuni le variazioni di spesa di cui sopra. La proposta viene accettata.

A questo punto arriva la dott.ssa Predicatori che, messa al corrente della situazione, ribatte sottolineando che la parte amministrativa e di ripartizione delle quote tra i comuni è stata, sin dall'inizio, gestita dal comune di Verona. Sottolinea, inoltre, che le spese di ARPAV sono state parzialmente coperte da un contributo da parte della Provincia e che i comuni non hanno stanziato alcun contributo per ARPAV. Per questi motivi si è ritenuto corretto non entrare nel merito delle ripartizioni delle quote fra comuni, merito che comprende la posizione del comune di Peschiera. Aggiunge, inoltre, che nella precedente riunione non era stato affidato ad ARPAV il compito di contattare il Comune di Peschiera e che in seguito alla comunicazione del preventivo, di comune accordo con la Provincia, si è deciso di convocare questo incontro per poter spiegare al Comune di Peschiera i motivi di una così consistente variazione dell'importo.
Inoltre, tra i compiti del comitato tecnico (art. 2 punto 12 dell'accordo) è prevista la risoluzione di questioni e problematiche procedurali e amministrative che dovessero presentarsi nello svolgimento dell'accordo firmato dalle parti e quindi coinvolgenti i firmatari dell'accordo stesso. Questo è il motivo della convocazione della riunione odierna da parte del coordinatore del gruppo tecnico, nonostante a stretto rigore Peschiera non rientri ancora fra i firmatari dell'accordo.

A questo punto il prof. Zardi propone al comune di Peschiera, qualora decidesse di accettare il preventivo per l'adesione all'accordo per la redazione del piano di risanamento dell'aria, di prendere direttamente accordi con l'università stessa, per quanto concerne l'aspetto più prettamente economico, e di contattare la Provincia per richiedere un eventuale contributo.

Infine Tardiani chiede all'Università di Trento se è opportuno tener conto nel piano dell'impatto delle "tangenziali venete", pur essendo la loro realizzazione prevista per il 2016 e 2035. Zardi suggerisce di trasmettergli tutta la documentazione informativa su tale progetto. L'università si riserverà di valutare l'opportunità di considerare o meno tale fonte di pressione. La Dr.ssa Francesca Predicatori sottolinea come la decisione di includere o meno tale progetto verrà presa in considerazione in accordo con ARPAV e le motivazioni della scelta illustrate al Comitato Tecnico.

La coordinatrice del PQA
Dott.ssa Francesca Predicatori

Verbale dell'incontro del comitato tecnico "PIANO DI AZIONE E RISANAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA"	DIPARTIMENTO ARPAV DI VERONA 7 maggio 2009	Inizio h. 08.30 Fine h. 10.00

Partecipanti

Francesca Predicatori	ARPAV – DAP VERONA
Paolo Frontero	ARPAV – DAP VERONA
Barbara Intini	ARPAV – DAP VERONA
Silvia Righetti	PROVINCIA DI VERONA
Riccardo Tardiani	COMUNE DI VERONA
Natalie Belluzzo	COMUNE DI VERONA
Elisa Marocchio	COMUNE DI BUSSOLENGO
Placido Camponogara	COMUNE DI SAN MARTINO BUON ALBERGO

Verbale

Oggi, 7 maggio 2009, presso il Dipartimento ARPAV di Verona in via Dominutti 8, si è riunito parte del comitato tecnico. L'incontro era stato richiesto dai tre comuni del comitato al fine di fare il punto della situazione sull'avanzamento dei lavori per la redazione del piano di azione e risanamento della qualità dell'aria.

Apre l'incontro Tardiani che dice che i tre comuni del comitato tecnico si sono incontrati nei giorni scorsi per decidere come chiudere definitivamente la questione di Peschiera. Dice che la situazione non è completamente chiara e fa notare che nessun ente aderente all'accordo è in possesso di copia dell'accordo stesso firmato da tutti gli interessati.
L'ing. Righetti fa presente che i documenti firmati non sono ancora stati inviati dalla Provincia ai firmatari, in quanto la Provincia stessa non considera ufficiale l'esclusione definitiva di Peschiera dall'accordo. A tal fine si impegna a richiedere a Peschiera un documento in cui dichiara esplicitamente di non voler aderire, almeno in questa fase, all'accordo per la redazione del piano di azione e risanamento della qualità dell'aria.
I comuni del comitato tecnico fanno presente che, a loro avviso, tale atto non è necessario in quanto tale volontà risulta esplicitamente dal fatto che non hanno mai firmato l'accordo e dal verbale dell'incontro avuto il 24 aprile 2009 presso ARPAV; comunque è necessario che la richiesta di questo documento ufficiale venga fatta dalla Provincia, senza il coinvolgimento degli altri enti aderenti al piano e, soprattutto, senza rallentare i lavori del gruppo di lavoro.

Tardiani fa presente che i tre comuni del comitato tecnico hanno verificato se le cifre calcolate dall'Università di Trento, relative a quanto ogni comune deve pagare all'Università stessa, sono coerenti e in accordo con i medesimi conti eseguiti dai comuni.
A seguito di tale controllo è risultato che la maggior parte dei comuni, e per la precisione quelli che hanno deliberato senza includere Peschiera nei conteggi, hanno impegnato una quantità di soldi coerente con quanto previsto dalla tabella predisposta dall'Università.
I comuni che invece hanno deliberato con Peschiera dovranno modificare la tabella in allegato B all'accordo, eliminando il comune in questione, e adeguare l'impegno di spesa secondo quanto previsto dai nuovi calcoli.
L'ing. Righetti fa notare che la Provincia, così come altri Comuni, risulta sotto elezioni con conseguente cambio di amministrazione, pertanto è possibile che per la Provincia andare in Giunta e/o Consiglio per la modifica della tabella possa avere dei tempi più lunghi del normale.

I tre comuni del comitato tecnico danno la loro disponibilità a dare supporto nella gestione delle attività più prettamente amministrative relative alla redazione del piano, con lo scopo di far proseguire i lavori più speditamente, al fine di rispettare i tempi pattuiti per la consegna del lavoro agli enti firmatari.
A questo punto interviene la dott.ssa Predicatori che ribadisce che la questione del comune di Peschiera risale al periodo precedente alla firma dell'accordo, quindi ARPA non si prende l'incarico di risolvere e concludere una questione che non rientra nei compiti previsti dall'accordo stesso e comunque mai seguita direttamente dall'Agenzia fino ad ora.

Afferma inoltre che questo è stato anche il motivo per cui il comune di Peschiera è stato invitato alla riunione del Comitato Tecnico del 24 aprile 2009: era necessario emergesse chiaramente durante un apposito incontro che la proposta e le modalità per la sua adesione al progetto provenivano dall'intero comitato tecnico. Inoltre, considerando che contatti telefonici informali con il comune di Peschiera avevano evidenziato una mancanza di informazioni relative al piano e al suo svolgimento, era necessario colmare tale carenza di informazioni per dare un quadro chiaro e completo del progetto.

Per quanto riguarda la suddivisione delle cifre che ogni comune deve corrispondere all'Università di Trento, la dott.ssa Predicatori sottolinea che il Comune di Verona si è occupato fin dall'inizio di suddividere la spesa totale in modo equo fra i vari Comuni e quindi rappresenta l'amministrazione più idonea per completare il lavoro.

I comuni del comitato tecnico fanno allora presente che si prendono loro stessi l'incarico di correggere definitivamente la tabella dei costi che ogni Comune deve pagare all'Università.
Sia ARPA che la Provincia concordano su questo punto.
La dott.ssa Predicatori afferma comunque che da questo momento in poi l'eventuale ingresso di ulteriori comuni nel progetto verrà gestito da ARPA, come coordinatore del Comitato Tecnico.

A questo punto Francesca Predicatori sottolinea che la questione di Peschiera non ha in ogni caso rallentato il lavoro del gruppo tecnico. Fa il punto della situazione e presenta il lavoro fatto fino ad ora da ARPA e dall'Università di Trento. Spiega inoltre che fino ad ora i comuni sono stati interpellati solo in misura minima, in quanto durante questa prima fase del lavoro ARPA ha raccolto e trasmesso all'Università dati già in possesso dell'Agenzia. Si tratta soprattutto di dati meteorologici e di qualità dell'aria. L'Università ha iniziato a fare le elaborazioni.
Spiega infine come intende procedere con il reperimento degli ulteriori dati necessari al progetto e spiega come intende coinvolgere i comuni del comitato tecnico a riguardo: sarebbe opportuno che questi ultimi preannunciassero a tutti i comuni firmatari dell'accordo quali dati verranno loro richiesti da ARPA e dall'Università e in che modalità. Sottolinea che per il reperimento dei dati non in possesso dell'Agenzia relativi alle aziende rilevanti presenti sul territorio, ARPA pensa di formulare un questionario, da condividere con l'Università, da inoltrare alle aziende. Tale questionario verrà successivamente ritirato personalmente durante un sopralluogo in loco da personale ARPA o dell'Università.
Fa inoltre presente che, ai fini di produrre informazioni utili per il piano, sarebbe opportuno che i comuni che in questo periodo attuano azioni finalizzate al miglioramento della qualità dell'aria, trovino un modo per quantificare l'effetto di tali azioni. ARPAV si occuperà di estendere tale richiesta a tutti i firmatari.

A questo punto Tardiani chiede se è possibile procedere in modo coordinato con la redazione del piano di azione e risanamento della qualità dell'aria e la VAS del piano. Afferma, inoltre, che l'università si era resa disponibile in tal senso. Francesca Predicatori chiede che le vengano inviati tutti i documenti a riguardo, e si riserva di valutare con l'Università.

Da ultimo i tre comuni del comitato tecnico chiedono quali comuni aderenti al progetto non hanno risposto alla richiesta di informazioni e dati relativi ai piani di gestione del territorio e al traffico. Si prendono l'impegno di sollecitare loro stessi tali comuni non adempienti.

Alla fine si conferma che la prossima riunione dell'intero comitato tecnico si terrà l'11 giugno 2009 alle 15.00 presso ARPA.

La coordinatrice del PQA
Dott.ssa Francesca Predicatori

Verbale dell'incontro del comitato tecnico "PIANO DI AZIONE E RISANAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA"	DIPARTIMENTO ARPAV DI VERONA 11 giugno 2009	Inizio h. 15.00 Fine h. 17.30

Partecipanti

Francesca Predicatori	ARPAV – DAP VERONA
Paolo Frontero	ARPAV – DAP VERONA
Barbara Intini	ARPAV – DAP VERONA
Silvia Righetti	PROVINCIA DI VERONA
Riccardo Tardiani	COMUNE DI VERONA
Natalie Belluzzo	COMUNE DI VERONA
Andrea Bombieri	COMUNE DI VERONA
Elisa Marocchio	COMUNE DI BUSSOLENGO
Placido Camponogara	COMUNE DI SAN MARTINO BUON ALBERGO
Marco Ragazzi	UNIVERSITA' DI TRENTO
Dino Zardi	UNIVERSITA' DI TRENTO
Marina Venturi	UNIVERSITA' DI TRENTO
Davide Geneletti	UNIVERSITA' DI TRENTO
Lucia De Noni	ULSS 20
Silvana Manservisi	ULSS 20
Maristella Grassi	COMUNE DI CASTELNUOVO DEL GARDA
Lorenzo Gaspari	COMUNE DI SOMMACAMPAGNA
Luigi Bellorio	COMUNE DI SOMMACAMPAGNA

Verbale

Oggi, 11 giugno 2009, presso il Dipartimento ARPAV di Verona in via Dominutti 8, si è riunito il comitato tecnico per un confronto su come stanno procedendo i lavori relativi al piano di azione e risanamento della qualità dell'aria. Oltre ai membri del gruppo tecnico sono presenti rappresentanti dei comuni di Castelnuovo del Garda e di Sommacampagna, nonché un esperto in materia di Valutazione Ambientale Strategica dell'Università degli Studi di Trento.
L'ordine del giorno dell'incontro prevede una presentazione del lavoro fatto fino ad ora, una discussione e un confronto sull'obbligo o meno di effettuare la VAS per il piano, una presentazione delle prossime tappe previste e necessarie per la realizzazione del progetto.

Apre l'incontro la dott.ssa Predicatori che illustra l'ordine del giorno della riunione e passa subito la parola al prof. Ragazzi, il quale inizia con una breve presentazione del gruppo di lavoro dell'Università coinvolto nel progetto, illustra successivamente un elenco di tutti i punti da affrontare e sviluppare per la redazione del piano, presenta nel dettaglio il lavoro svolto fino a questo momento dall'università di Trento, portando alcuni esempi dei risultato ottenuti fino ad ora.
Nello specifico il prof. Ragazzi afferma che l'elaborazione dei dati meteo-climatologici è quasi conclusa, mentre l'elaborazione dei dati di qualità dell'aria è in via di svolgimento e procederà a mano a mano che arriveranno i dati mancanti.
Da ultimo indica nel dettaglio quali dati sono già pervenuti e sono quindi stati elaborati o sono in fase di elaborazione, quali dati sono in fase di reperimento e quali informazioni risultano invece difficili da ottenere.
Presenta la strategia definita con ARPAV per trattare le emissioni delle sorgenti puntuali, facendo presente che per gli impianti più importanti verrà definita una soglia sopra la quale le aziende verranno considerate esplicitamente come sorgenti puntuali. Nel caso di zone caratterizzate da tipologie produttive specifiche, viene ipotizzata la possibilità di associare le emissioni all'intero distretto produttivo.
Il prof. Ragazzi fa poi presente che partiranno a breve presso l'Università di Trento tesi di laurea su specifiche tematiche incluse nel piano.
Sottolinea infine che il gruppo di lavoro dell'Università vorrebbe concludere l'elaborazione dei dati di inquadramento meteo-climatologico e di qualità dell'aria, elaborazione che porterà all'individuazione di indici di criticità, entro la metà di settembre; successivamente procederà all'individuazione e allo studio dei vari scenari emissivi.

A questo punto la dott.ssa Predicatori presenta, a titolo esemplificativo, una prima bozza degli indicatori che verranno sottoposti ai referenti dei comuni al fine di individuare le azioni già intraprese dai comuni stessi per migliorare la situazione della qualità dell'aria. Puntualizza con forza che l'elenco delle azioni concrete finalizzate a migliorare la qualità dell'aria devono essere il punto fondamentale del piano.
Fa presente infine che, nella stesura dell'elenco degli indicatori, si terrà conto di quanto emerso da Agenda 21 e dal rapporto sanitario 2007 e 2008 redatto dal dipartimento di prevenzione della ULSS.

Interviene quindi la dott.ssa De Noni che fa presente che, al fine di reperire dati sugli allevamenti, è possibile rivolgersi all'istituto zooprofilattico, il quale detiene una mappa con tutti gli allevamenti presenti in regione georeferenziati.
Fa poi presente che a suo avviso all'interno dello studio dell'impatto del traffico sulla qualità dell'aria è importante considerare anche la mobilità del personale delle aziende. Suggerisce poi di trattare anche le scuole come attrattori di traffico.

Sia la dott.ssa De Noni sia la dott.ssa Manservisi sottolineano che dal punto di vista della salute della popolazione, non è possibile ragionare su dati medi bensì sono necessari dati puntuali.
Il prof. Ragazzi sottolinea a riguardo che attraverso un approccio modellistico sarà possibile ottenere risultati puntuali, pur con un grado di affidabilità differente da zona a zona.

A questo punto viene introdotta la problematica della VAS del piano e il dott. Geneletti presenta la struttura e gli argomenti che devono essere trattati nella Valutazione Ambientale Strategica, sottolineando che l'elaborazione della VAS dovrebbe procedere parallelamente a quella del piano.
Dopo che la dott.ssa Predicatori ha presentato nello specifico i punti che verranno affrontato nel piano stesso, il dott. Geneletti sottolinea che tali argomenti coincidono con quelli che devono essere affrontati nella VAS. Ne restano esclusi alcuni, che eventualmente sarà necessario integrare, quali ad esempio il tema della biodiversità, degli ecosistemi, dei siti di interesse comunitario, ...

A questo punto interviene Tardiani che informa i presenti che, da una telefonata informale con la Regione, è emerso che non è necessario presentare la VAS completa per il piano, bensì la procedura potrebbe concludersi con la sola valutazione di screening.
Il comune di Verona, previo comunque un ulteriore approfondimento, si offre di preparare la procedura di verifica di assoggettabilità da presentare in Regione. La proposta viene accolta dal comitato.
La dott.ssa Predicatori sottolinea che, prima di essere inviato in regione, il documento di screening dovrà essere discusso all'interno del gruppo tecnico.

La dott.ssa De Noni fa presente che, a prescindere dall'essere o meno obbligati a sottostare alla normativa sulla VAS, è essenziale il coinvolgimento e l'informazione dei cittadini su quanto contenuto nel piano, in quanto eventuali prescrizioni che verranno imposte a valle del piano stesso coinvolgeranno la cittadinanza.
L'ing. Bombieri afferma di essere assolutamente d'accordo nel condividere il percorso del piano con i cittadini.
La dott.ssa Predicatori risponde che è già stato previsto di fare un incontro di presentazione del lavoro ai cittadini sia a metà progetto e sia alla fine.

Viene quindi fissata la data del prossimo incontro del comitato tecnico il 10 settembre alle ore 15.00, presso il Dipartimento Arpav di Verona, in via Dominutti 8.
Durante questa riunione verrà organizzato l'incontro di presentazione del lavoro svolto fino a quel momento al pubblico. Si individua come data possibile, in via indicativa, il 21 ottobre alle ore 17.00.

La coordinatrice del PQA
Dott.ssa Francesca Predicatori

Verbale dell'incontro del Comitato Tecnico "PIANO DI AZIONE E RISANAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA"	DIPARTIMENTO ARPAV DI VERONA	Inizio h. 15.00
	10/09/2009	Fine h. 17.30

Partecipanti

Francesca Predicatori	ARPAV – DAP VERONA
Paolo Frontero	ARPAV – DAP VERONA
Barbara Intini	ARPAV – DAP VERONA
Silvia Righetti	PROVINCIA DI VERONA
Riccardo Tardiani	COMUNE DI VERONA
Natalie Belluzzo	COMUNE DI VERONA
Davide Tajoli	COMUNE DI VERONA
Irene Gobbo	COMUNE DI VERONA
Elisa Marocchio	COMUNE DI BUSSOLENGO
Placido Camponogara	COMUNE DI SAN MARTINO BUON ALBERGO
Marco Ragazzi	UNIVERSITA' DI TRENTO
Dino Zardi	UNIVERSITA' DI TRENTO
Marina Venturi	UNIVERSITA' DI TRENTO
Elena Rada	UNIVERSITA' DI TRENTO
Ilaria Lucchi	ULSS 20
Silvana Manservisi	ULSS 20
Roberto Oliosi	COMUNE DI CASTELNUOVO DEL GARDA

Verbale

Oggi, 10 settembre 2009, presso il Dipartimento ARPAV di Verona in via Dominutti 8, si è riunito il Comitato Tecnico.
Oltre ai membri del gruppo tecnico è presente un rappresentante del comune di Castelnuovo del Garda.
L'ordine del giorno dell'incontro è il seguente:

- stato avanzamento lavori
- organizzazione della presentazione al pubblico del 17/09/2009
- VAS del piano
- possibile inserimento del comune di Fumane nel progetto
- varie ed eventuali

Il comune di Verona mostra il programma, con i tempi previsti per ogni intervento, della **presentazione al pubblico del 17/09/2009** alla Gran Guardia. I tre interventi prettamente tecnici saranno di ULSS, ARPAV e Università di Trento. Il comune di Verona fa presente di aver già preso contatti con la moderatrice dell'incontro e di averla già informata, per sommi capi, sui contenuti che saranno presentati durante l'incontro.
Il prof. Zardi si raccomanda di gestire bene gli interventi del pubblico e propone di far scrivere al pubblico eventuali domande e osservazioni su appositi moduli. Tali moduli dovranno essere consegnati alla moderatrice che ne leggerà i contenuti. Secondo il prof. Zardi è importante evitare che si improvvisi un interlocutorio incontrollato tra il pubblico e i relatori, che anziché chiarire le questioni rischia di scadere in un dibattito inconcludente.
La dott.ssa Predicatori si dimostra d'accordo con la proposta, a patto che anche la moderatrice concordi.

Tardiani aggiunge che il modulo per le domande e le osservazioni conterrà anche la possibilità di aggiungere nome, cognome e organizzazione/ente di appartenenza.
La dott.ssa Belluzzo aggiunge che, oltre al modulo per le domande, verrà consegnato anche un foglio di valutazione del gradimento dell'evento da parte del pubblico. Tale strumento servirà al comune di Verona anche per capire quale sia il canale più efficace di divulgazione alla cittadinanza di eventi in programma. Tutto il materiale consegnato verrà raccolto ed elaborato.
La dott.ssa Manservisi chiede che genere di pubblico ci si aspetta all'incontro in Gran Guardia. Tardiani risponde che ragionevolmente saranno presenti soprattutto "addetti ai lavori", sindaci e tecnici dei comuni, comitati.
La dott.ssa Predicatori si raccomanda che il livello delle presentazioni resti quanto più possibile accessibile e divulgativo.
Tardiani fa presente che la moderatrice ha richiesto una sintesi degli interventi che verranno fatti, al fine di prepararsi meglio all'incontro.
A questo punto dunque i tre relatori presentano a grandi linee i temi che intenderanno affrontare il 17.
La dott.ssa Manservisi porrà l'accento sul fatto che gli effetti dell'inquinamento sulla salute sono dimostrati. Gli studi, sia italiani che stranieri, presenti in letteratura sono sufficienti a concludere che l'inquinamento sta diventando un fattore di rischio per la salute e che quindi è necessario utilizzare tutti gli strumenti disponibili per cercare di ridurlo.
La dott.ssa Predicatori non parlerà dello stato attuale dell'inquinamento, bensì si soffermerà soprattutto a spiegare cos'è un piano di azione e risanamento della qualità dell'aria, che dati servono e che dati sono stati raccolti fino ad ora.
Il prof. Ragazzi metterà in luce quali sono le opportunità legate alla redazione di un piano di qualità dell'aria, quali sono i problemi che si devono affrontare (disomogeneità delle informazioni, ecc...), quali sono i possibili sviluppi successivi alla redazione del documento.
La dott.ssa Predicatori sottolinea che è necessario che dall'incontro con il pubblico emerga che il piano non è concluso, ma che la presentazione è stata organizzata in uno stadio intermedio dei lavori.
Il prof. Zardi ricorda che la fine dei lavori per la redazione del piano è fissata per il 28 marzo 2010, salvo proroghe. Solo dopo tale scadenza potranno essere forniti dei risultati. In questo momento si può parlare solo del metodo di lavoro, non dei risultati. Sottolinea inoltre che è opportuno che al convegno emerga che la raccolta dati procederà fino ad una data da stabilirsi e che successivamente nessun nuovo dato sarà accettato.
Il prof. Zardi suggerisce che, fra le opportunità e gli aspetti innovativi del Piano vada evidenziato durante il convegno, il fatto che il lavoro è regolato da un accordo tra enti stipulato ai sensi della legge 241/90, e non da un puro incarico assegnato all'Università. Ciò implica una corresponsabilizzazione di tutte le parti coinvolte nell'accordo, sia nel processo di acquisizione dati sia nella partecipazione alle altre attività, secondo le competenze e gli ambiti propri di ciascun ente.
In conclusione della discussione sull'organizzazione dell'incontro con il pubblico del 17 settembre, emerge la necessità di redigere due documenti contenenti un riassunto dei contenuti tecnici che verranno presentati, uno per i sindaci, l'altro da utilizzare nel comunicato stampa. I documenti verranno redatti dai tre relatori del Comitato Tecnico, dott.ssa Manservisi, dott.ssa Predicatori e prof. Ragazzi, e trasmessi alla dott.ssa Belluzzo entro martedì 15.
Tardiani fa presente che la trasmissione dei documenti ai sindaci verrà verrà poi effettuata dai comuni del Comitato Tecnico. Tali documenti costituiranno anche la base per redigere la relazione che l'ing. Righetti è stata richiesta di presentare all'Assessore Provinciale all'Ecologia Coletto.

A questo punto si passa a parlare dello **stato avanzamento lavori**.
La dott.ssa Marocchio chiede se nella redazione del piano verrà considerata anche la nuova strada SP5. Nel qual caso è necessario richiedere i dati alla Provincia.
Il prof. Ragazzi fa presente che, dopo aver visionato e valutato le informazioni contenute nei files sulle sorgenti puntuali sottoposti all'attenzione dei comuni, e nello specifico sulle aziende presenti sul territorio, ritiene necessario, per le realtà più critiche, avere delle informazioni integrative relative alle caratteristiche degli impianti termici.
Tardiani, a riguardo, dice che la ricerca potrebbe essere fatta utilizzando l'archivio della provincia.

Verbale dell'incontro del Comitato Tecnico "PIANO DI AZIONE E RISANAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA"	DIPARTIMENTO ARPAV DI VERONA	Inizio h. 15.00
	10/09/2009	Fine h. 17.30

L'ing. Silvia Righetti si prende il compito di verificare entro breve se il data base della provincia contiene le informazioni necessarie.
La dott.ssa Manservisi fa presente che è opportuno che nel valutare il contributo delle varie sorgenti di emissione si riportino non solo i valori medi degli inquinanti atmosferici ma venga effettuata anche una valutazione differenziata delle varie aree prese in esame.
A questo punto l'ing. Marina Venturi espone lo stato di avanzamento dei lavori di competenza dell'Università di Trento. Da tale presentazione emerge che l'acquisizione dei dati meteo è in uno stato avanzato e i dati sono buoni. Sull'interpretazione dei dati di qualità dell'aria, invece, occorreranno alcuni chiarimenti; alcuni dati sulle fonti di pressione (fonti biogeniche, agricoltura e riscaldamento, in particolare), secondo lo standard INEMAR sono ancora in fase di elaborazione da parte dell'Osservatorio Aria dell'ARPAV (ORAR) e saranno disponibili probabilmente dopo il termine fissato per la raccolta dati. La dott.ssa Predicatori fa presente che nell'incontro tra ARPA e Università tenutosi a Trento lo scorso luglio, si era deciso di valutare l'impatto del riscaldamento in una modalità che non necessita dei dati di cui sopra. Per le altre informazioni, farà un tentativo presso la direzione tecnico-scientifica di ARPAV per ottenere in anteprima i dati relativi alla provincia di Verona, dopo aver verificato presso ORAR il grado di affidabilità.
La suddetta presentazione viene posta come allegato al presente verbale e ne costituisce parte integrante dello stesso.
Infine all'unanimità si decide di porre come scadenza ultima per la raccolta dati il 15 ottobre 2009.
Tale scadenza verrà notificata a tutti i Comuni da parte dei rappresentanti dei Comuni in seno al Comitato Tecnico.

A questo punto si passa a parlare della **possibile adesione del comune di Fumane al progetto.**
L'intero Comitato Tecnico concorda che non è possibile, allo stato attuale di avanzamento dei lavori accettare l'adesione del Comune di Fumane (portata all'attenzione del Comitato Tecnico per la prima volta nella seduta odierna) mantenendo la scadenza attuale per il completamento dei lavori.
Si conviene che tale comune, insieme ad altri che eventualmente si dimostreranno interessati in futuro, potrà firmare un accordo per raccordarsi su un piano metodologico e di contenuti al lavoro svolto da questo gruppo, in modo che la sua adesione sia operativa subito dopo la consegna del lavoro prevista per Marzo.

A questo punto il dott. Frontero illustra il criterio di selezione degli episodi acuti da PM_{10} e presenta le prime elaborazioni degli inquinanti principali relativi alle campagne di misura del 2008 effettuate nelle località di Brenzone, Erbezzo, Bardolino, San Pietro in Cariano secondo il piano di monitoraggio regionale a griglia.

Si passa ora a discutere su come affrontare la redazione della **VAS del piano.**
La dott.ssa Belluzzo conferma che è necessario fare la VAS e la VINCA per il piano. Fa inoltre presente che dare un incarico esterno per la redazione di tali documenti necessiterebbe di tempi troppo lunghi, nonché di ulteriori fondi.
I tre comuni del Comitato Tecnico fanno allora presente che, mettendo insieme le competenze e le figure professionali presenti all'interno dei loro stessi comuni, sarebbe possibile redigere sia la VAS che la VINCA. Tale lavoro comunque necessita del supporto di ARPAV e ULSS.
Il Comune di Verona fa presente che è comunque necessario un referente/coordinatore unico per questa attività e esso stesso si candida a ricoprire tale ruolo.
La dott.ssa Belluzzo sottolinea la necessità che i comuni aderenti all'accordo incarichino formalmente i tre comuni del Comitato Tecnico a redigere VAS e VINCA del piano. Si individua la possibilità di formalizzare tali ruoli nel corso del prossimo TTZ, che si terrà nel mese di Settembre.

In chiusura dell'incontro vengono chieste dal comune di Verona delle informazioni relative all'incontro previsto per domani, 11/09/2009, tra ARPAV, Università di Trento e alcune delle associazioni ambientaliste presenti sul territorio dei comuni interessati al piano.
La dott.ssa Predicatori spiega che tale incontro dovrà stimolare la presenza delle associazioni al convegno del 17 settembre. Verrà illustrato a grandi linee ai presenti il lavoro che si sta facendo per la redazione del piano, nonché il significato e lo scopo dell'incontro pubblico del 17 settembre. In

particolare dovrà essere spiegato che il lavori per il piano non sono conclusi e che l'incontro del 17 si inserisce più o meno a metà del percorso. Verranno infine accolti eventuali suggerimenti, che verranno in seguito valutati.
Secondo Tardiani sarebbe stato preferibile invitare tutte le associazioni/comitati presenti sul territorio e non solo alcune.

Si fissa indicativamente la data per il prossimo incontro del Comitato Tecnico il giorno giovedì 5 novembre 2009 alle ore 15.00, presso il Dipartimento ARPAV di Verona.

ALLEGATO
Presentazione del gruppo di Lavoro Unitn del 10 settembre 2009

La coordinatrice del PQA
Dott.ssa Francesca Predicatori

Riunione Gruppo Tecnico Operativo 10/09/09 Piano di Qualità dell'Aria

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO
Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale

PROF. MARCO RAGAZZI
PROF. DINO ZARDI
ING. MARINA VENTURI

CISMA

ING. GIANLUCA ANTONACCI
ING. ILARIA TODESCHINI

Criticità emerse nell'acquisizione dei dati

1. Evidenziare CHI detiene i dati;
2. In CHE FORMA questi dati vanno richiesti;
3. Problemi legati al SUPPORTO (cartaceo, elettronico);
4. CHI materialmente si occupa di ritirarli;
5. ATTENDIBILITÀ dei dati;
6. ETEROGENEITÀ del dettaglio.

Disponibilità dei dati

1. DATI METEO
2. QUALITÀ DELL'ARIA
3. EMISSIONI/POPOLAMENTO INEMAR

1. DATI METEO

Complessivamente i dati sono "buoni".

Sono in fase di acquisizione dati "più avanzati" del radiometro e del profilatore di Legnago per i casi di evidenziata criticità.

A tal proposito si sono presi contatti con il Centro Meteo di Teolo e si sono già svolti due incontri di lavoro (23 luglio e il 20 agosto). Il prossimo incontro è previsto per il 23 settembre.

Validazione dei dati che comunque si presentavano già in un buono stato di validazione.

2. QUALITÀ DELL'ARIA

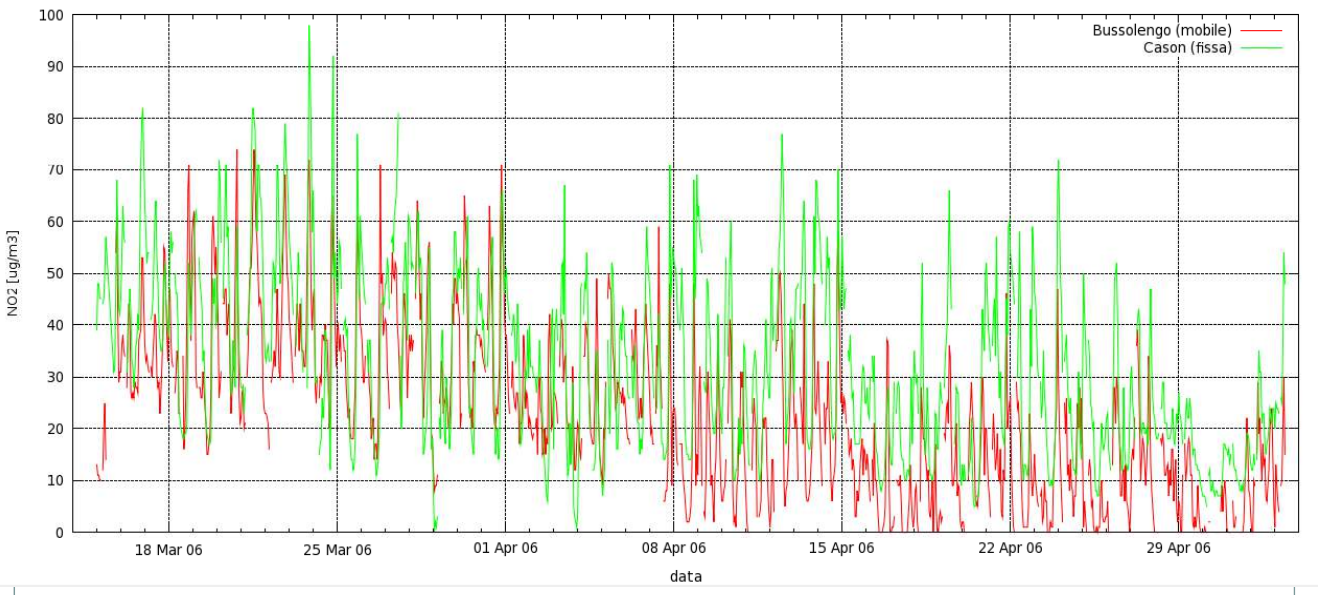
Alcune questioni...

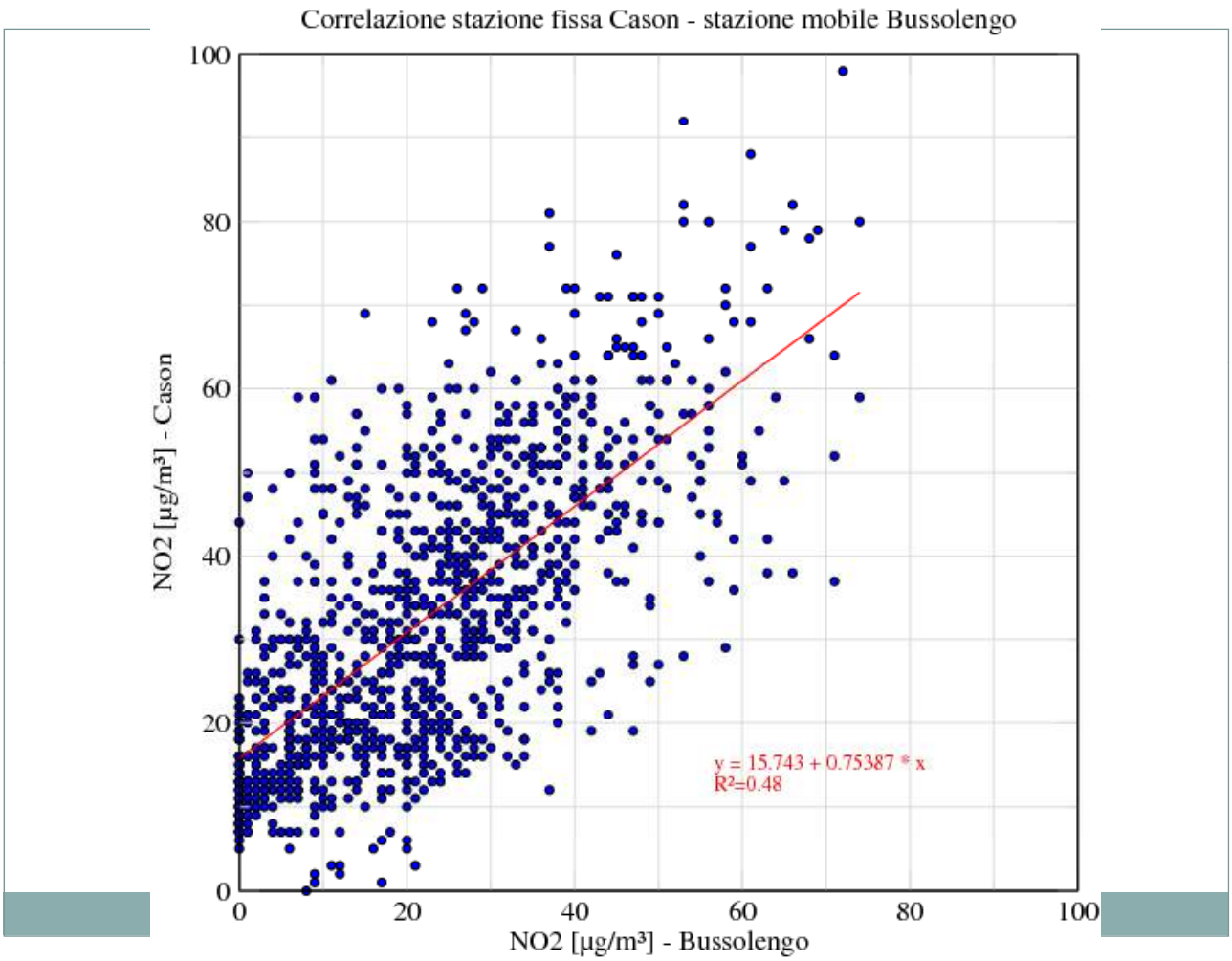
1. Fare chiarezza su mezzi mobili e radio mobili e unità mobili: valutazione della cronologia e modalità di utilizzo degli strumenti di misura;
2. Definizione della tipologia di diversi strumenti di misura;
3. Alcune diciture non congruenti... polv., PTS, PM10...;

...nel dettaglio per le "famigerate" polveri

- Etichette: in alcuni casi le unità di misura sono indicate come ppb ma sono molto probabilmente µg/m³; mentre in alcuni casi gli errori nelle descrizioni sono evidenti, in altri sono più difficilmente individuabili (caso evidenziato anche per gli altri inquinanti...).
- Nelle tabelle i dati non validi sono in genere caratterizzati da celle vuote; tuttavia alcune sequenze di valori nulli fanno sospettare una validazione non completa
- Possibile ambiguità nella dicitura PTS/PM10; è necessario sapere se si tratta effettivamente di PTS (specialmente sui dati biorari) o se è un refuso e occorre interpretare il dato come PM10
- Non chiare alcune elaborazioni che portano al conteggio dei giorni di superamento delle soglie di PM10, con riferimento alla trattazione dei dati non validi; in altre parole i dati in nostro possesso sono da considerarsi grezzi, validati o parzialmente validati? Ovvero ancora: la cella vuota indica "dato non valido" e/o "dato eliminato in validazione"
- In alcuni file ci sono dei buchi sistematici, ad esempio manca sempre il dato delle 05:00 AM: è un problema di misura o di database?

Stazione	Quota [m s.l.m.]	Attiva dal	tipo	Coordinata Est [m]	Coordinata Nord [m]
Bardolino Calmasino	165	1991	M	637901	5042053
Buttapietra	39	1991	M	657474	5024129
Castelnuovo del Garda	120	1991	M	638579	5034986
Grezzana	156	1992	M	657278	5041560
Illasi	146	1991	M	669774	5036369
Marano di Valpolicella	296	1991	M	650140	5045625
San Pietro in Cariano	130	1991	M	647486	5041265
Valeggio sul Mincio	115	2001	M	635632	5024460
Villafranca Veronese	66	1990	M	643500	5025957
Boscochiesanuova	1050	1999	M	658942	5053780
Verona-Cason	91	1994	QA	649429	5035994
Verona via Dominutti		2004	M	655871	5032293





Attività ARPAV di monitoraggio a griglia regolare...

Attività ARPAV di monitoraggio a griglia regolare...

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO

DECRETO 1 ottobre 2002, n. 261

Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351.

Allegato 1

1.1.3 USO DI UN LABORATORIO MOBILE PER IL MONITORAGGIO A GRIGLIA

Un laboratorio mobile può essere utilizzato anche per valutare la distribuzione spaziale di inquinanti su grandi aree.

Il monitoraggio su una griglia è realizzato dividendo l'area d'interesse in una griglia a maglia quadrata e misurando l'inquinamento in ciascuna cella. Le misure sono realizzate per brevi periodi di tempo a ciascuna intersezione delle linee della griglia e ripetute durante il corso dell'anno.

Le date e le ore delle misure sono scelte in modo casuale ma comunque tenendo in considerazione che devono essere equamente distribuite sui mesi, giorni della settimana ed ore del giorno. È opportuno fissare uno schema di misura per cui le intersezioni adiacenti sulla griglia non siano monitorate nello stesso giorno.

Attività ARPAV di monitoraggio a griglia regolare...

I valori singoli misurati ai quattro angoli di ciascuna cella sono usati per calcolare il valore medio della concentrazione nella cella e per le isoplete sull'area. I percentili possono essere stimati dalla distribuzione di frequenza.

Il metodo non è applicabile per la caratterizzazione di *hot spot*.

Quando la metodologia è utilizzata per la valutazione preliminare devono essere compiute le seguenti azioni:

1. costruzione della griglia sull'area d'indagine prendendo in esame la densità della griglia;
2. preparazione di uno schema di misurazione, scegliendo in modo casuale nell'anno le date e le ore per le misurazioni, ma comunque tenendo in considerazione che debbono essere equamente distribuite sui mesi, giorni della settimana ed ore del giorno, inoltre, particolare attenzione deve essere posta nel non far coincidere nello stesso giorno le misurazioni sulle intersezioni adiacenti della griglia;
3. realizzazione delle misurazioni all'intersezione di ciascuna cella della griglia;
4. calcolo delle medie annuali per ciascuna cella della griglia dai singoli valori misurati alle intersezioni di cella;
5. costruzione di una mappa riportante le isoplete sull'area studiata;
6. stima dei percentili comparando i dati con serie estese di dati ottenuti in siti simili con strumentazione automatica.

Va assicurata una elevata qualità dei dati, se possibile corrispondente a quanto indicato nei decreti di cui all'articolo 4 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351.

3. EMISSIONI/POPOLAMENTO INEMAR

Classi di analisi:

- Aeroporto;
- Traffico;
- Agricoltura;
- Fonti biogeniche;
- Sorgenti puntuali;
- Riscaldamento;
- Discariche.

3. EMISSIONI/POPOLAMENTO INEMAR (1/4)

Sorgente	Materiale o stato	Fonte del dato	Responsabile del REPERIMENTO del dato	STATO
Aeroporti	-	Catasto INEMAR (ORAR)	ARPAV	Dati arrivati e di qualità sufficiente per le elaborazioni
Traffico	- **Dati traffico A4/A22;**	Catasto INEMAR (ORAR)	ARPAV	Non ottimali ma comunque aggregati in modo idoneo per l'elaborazione del piano
	- **Layer della mobilità Provincia;**	Provincia di Verona	ARPAV	Dati arrivati 11/06/09
	- **Dati traffico comune di Vr;**	Comune di Verona	ARPAV	Dati arrivati il 24/08/09
	- **Integrazione con studi e documentazione locale**	Comuni	ARPAV	Mancano solo dati di traffico di PESCANTINA

3. EMISSIONI/POPOLAMENTO INEMAR (2/4)

Sorgente	Materiale o stato	Fonte del dato	Responsabile del REPERIMENTO del dato	STATO	
Agricoltura	**non ricevuto**	Catasto INEMAR (ORAR)	ARPAV	**Da comunicazione in data (01/09/09) ad ARPAV tale settore verrà valutato con riferimento ai dati del 2005. I risultati non saranno pronti in tempo per il PQA, e comunque prima devono essere consegnati alla Regione.**	
Biogeniche	**non ricevuto**	Catasto INEMAR (ORAR)	ARPAV	**Da comunicazione in data 01/09/09 ad ARPAV tale settore verrà valutato con riferimento ai dati del 2005. I risultati non saranno pronti in tempo per il PQA, e comunque prima devono essere consegnati alla Regione.**	

3. EMISSIONI/POPOLAMENTO INEMAR (3/4)

Sorgente	Materiale o stato	Fonte del dato	Responsabile del REPERIMENTO del dato	STATO	
Sorgenti puntuali	- **Definizione delle soglie di interesse;**	UniTn - ARPAV	ARPAV	Sono in elaborazione le schede dei comuni... alcuni problemi legati ai ritardi, incompletezza e comunque disomogeneità	
	- **integrazione con richieste ad aziende (potenza o produzione specifica)**	Aziende	ARPAV	In elaborazione richieste in ragione della disponibilità di misure..	
Riscaldamento	**non ricevuto**	Catasto INEMAR (ORAR)	ARPAV	**Da riunione dell'11/06/09 era stato comunicato che a settembre sarebbe stata disponibile la disaggregazione a livello comunale** **Da comunicazione in data 01/09/09 ad ARPAV tale documentazione non verrà resa disponibile per il PQA. I risultati non saranno pronti in tempo, e comunque prima devono essere consegnati alla Regione.**	

3. EMISSIONI/POPOLAMENTO INEMAR (4/4)

Sorgente	Materiale o stato	Fonte del dato	Responsabile del REPERIMENTO del dato	STATO	
Discariche	**Dati emissioni**	Catasto INEMAR (ORAR)	ARPAV	**Dati da ORAR aggiornati al 2007: ricevuti** **Valutazione di inserimento di rapporto di stato e monitoraggio della discarica (dati aggiornati a fine 2008) presente in ARPAV ma documentazione non disponibile perché discarica sotto sequestro. Dati non ufficiali, quindi non utilizzabili.**	

Nota: ad Ottobre disponibile disaggregazione dei macrosettori a livello comunale da ORAR!

Tempi tecnici di acquisizione dei dati: SCADENZA

Si propone, ai fini della chiusura del lavoro nei tempi stabiliti, una scadenza per l'acquisizione dei dati del

15 ottobre 2009

Eventuali altri dati, disponibili in un formato "idoneo" (es. disaggregazione dei macrosettori a livello comunale da ORAR) verranno accettati fino al 30 ottobre 2009

Verbale dell'incontro ARPAV-UNITN_ULSS "PIANO DI AZIONE E RISANAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA"	DIPARTIMENTO ARPAV DI VERONA	Inizio h. 14.30
	12/11/2009	Fine h. 17.00

Partecipanti

Francesca Predicatori	ARPAV – DAP VERONA
Paolo Frontero	ARPAV – DAP VERONA
Barbara Intini	ARPAV – DAP VERONA
Marco Ragazzi	UNIVERSITA' DI TRENTO
Marina Venturi	UNIVERSITA' DI TRENTO
Elena Rada	UNIVERSITA' DI TRENTO
Lucia De Noni	ULSS 20
Ilaria Lucchi	ULSS 20
Silvana Manservisi	ULSS 20

Verbale

Oggi, 12 novembre 2009, presso il Dipartimento ARPAV di Verona in via Dominutti 8, si è svolto un incontro tecnico tra ARPAV, Università di Trento e ULSS al fine di fare il punto sullo stato avanzamento lavori per il piano di azione e risanamento della qualità dell'aria, programmare le attività future e avere un confronto in preparazione della riunione che coinvolgerà l'intero comitato tecnico e che si svolgerà a Verona in data 19 novembre 2009.

La dott.ssa Francesca Predicatori chiede al prof. Ragazzi ragguagli circa lo stato di avanzamento dell'elaborazione dei dati relativi allo scenario attuale di qualità dell'aria. Il prof. Ragazzi risponde che è stato completato il quadro conoscitivo relativo alla climatologia dell'area, mentre è in fase di ultimazione l'elaborazione dei dati di qualità dell'aria. A riguardo il prof Ragazzi chiede se è disponibile la disaggregazione top-down dal livello provinciale a quello comunale preparata dall'Osservatorio Aria di Arpav (ORAR). La dott.ssa Predicatori risponde affermativamente, facendo presente alcune criticità relative ai dati in questione (relative ai dati sull'emissioni di SOx). Alla fine della riunione viene consegnato all'Università di Trento copia del CD con la disaggregazione di cui sopra fornita dall'ORAR.

A questo punto la dott.ssa De Noni chiede chiarimenti specifici su tutti i punti elencati nell'accordo tra pubbliche amministrazioni e che dettagliano il lavoro previsto per la redazione del piano di azione e risanamento della qualità dell'aria. Il prof. Ragazzi e la dott.ssa Predicatori esplicitano e dettagliano ciascun puntoIl prof. Ragazzi e la dott.ssa Predicatori concordano inoltre sia sulla importanza di poter stimare la concentrazione degli inquinanti in aria sia sulla necessità di effettuare uno studio delle emissioni. Nella costruzione degli scenari futuri possibili si ragionerà prima di tutto in termini emissivi, in considerazione dell'attuale quadro conoscitivo. Fanno infine presente che il piano di qualità dell'aria fornirà risultati ad un livello di dettaglio che dipende dalla tipologia di dati disponibili prima ancora del modello utilizzato. Per scendere ad un grado di dettaglio maggiore risulta chiaro dai dati disponibili che è necessario effettuare degli studi/approfondimenti ad hoc, la cui metodologia sarà indicata in dettaglio in una parte della relazione finale.

La dott.ssa De Noni fa presente che, per fare le valutazioni di tipo sanitario, sono necessarie informazioni sia sullo scenario complessivo della qualità dell'aria sia sulle situazioni puntuali. Non è quindi scontato che con il grado di dettaglio con cui verranno forniti i risultati dell'analisi della qualità dell'aria, la ULSS possa trarre delle conclusioni di tipo sanitario. Più precisamente la dott.ssa De Noni fa presente che in assenza di dati specifici e validati relativi alla concentrazione di inquinanti nelle aree oggetto di studio risulta impossibile operare valutazioni di impatto sanitario. A questo proposito ricorda che sono oggetto di studio due diversi tipi di popolazione: la popolazione generale e quella a maggior rischio. Per quanto riguarda la prima è evidente che anche piccole variazioni nella concentrazione degli inquinanti possono avere effetti sanitari significativi trattandosi di una popolazione numerosa (possono essere effetti positivi in caso di miglioramento della qualità dell'aria o effetti negativi in caso di peggioramento della qualità della stessa; nel secondo caso viceversa siamo in presenza di gruppi di popolazione meno numerosi ma esposti a un maggior livello di

inquinanti ed è comunque essenziale stimare in questa prima fase quali siano le aree interessate e le popolazioni esposte. I dati relativi alle imissioni non sono evidentemente idonei a questo scopo.

La dott.ssa De Noni propone che gli approfondimenti che saranno indicati come necessari nella relazione finale siano accompagnati da una premessa scientifica che ne evidenzi l'importanza. La stessa richiede inoltre che in questa fase venga esplicitato il quadro di riferimento teorico scientifico relativo alla dispersione degli inquinanti a livello di micro aree, sia quando trattasi di fonti industriali sia quando trattasi di strade. Questo rappresenta un'esigenza anche in vista dell'individuazione di appropriati indicatori per le valutazioni sanitarie.

La dott.ssa Predicatori richiede all'Università di Trento un elenco delle elaborazioni effettuate dall'Università stessa fino ad oggi e i risultati ottenuti. Il prof. Ragazzi si impegna a fornire un quadro delle elaborazioni (i risultati non sono infatti ancora definitivi in quanto non sono definitivi i dati ricevuti dall'Università). La Dott.ssa Predicatori chiede di avere visione dei risultati una volta siano state completate le elaborazioni.
Infine la dott.ssa Predicatori richiede che, per procedere nei prossimi mesi di lavoro, venga fissato un calendario di incontri tra ARPA e Università finalizzati a decidere come utilizzare i dati per costruire e valutare gli scenari futuri. Il prof. Ragazzi accetta la proposta di ARPAV di discutere un calendario
Viene data comunicazione ai presenti che la riunione proseguirà in ambito ristretto tra Università e ARPAV (escluso il dott. Frontero che deve assentarsi) per discutere di alcuni dettagli riguardanti i dati di qualità dell'aria precedentemente trasmessi da ARPAV all'Università stessa ed oggetto di richiesta di chiarimenti formulata dall'Università con email del 30/10/2009 ed in parte precedentemente segnalati.

La coordinatrice del PQA
Dott.ssa Francesca Predicatori

Verbale dell'incontro del comitato tecnico "PIANO DI AZIONE E RISANAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA"	DIPARTIMENTO ARPAV DI VERONA	Inizio h. 09.00
	19/11/2009	Fine h. 13.30

Partecipanti

Francesca Predicatori	ARPAV – DAP VERONA
Barbara Intini	ARPAV – DAP VERONA
Riccardo Tardiani	COMUNE DI VERONA
Natalie Belluzzo	COMUNE DI VERONA
Davide Tajoli	COMUNE DI VERONA
Irene Gobbo	COMUNE DI VERONA
Elisa Marocchio	COMUNE DI BUSSOLENGO
Placido Camponogara	COMUNE DI SAN MARTINO BUON ALBERGO
Marco Ragazzi	UNIVERSITA' DI TRENTO
Dino Zardi	UNIVERSITA' DI TRENTO
Marina Venturi	UNIVERSITA' DI TRENTO
Gianluca Antonacci	UNIVERSITA' DI TRENTO
Elena Cristina Rada	UNIVERSITA' DI TRENTO
Lucia De Noni	ULSS 20
Silvana Manservisi	ULSS 20
Fabio Donatelli	COMUNE PESCANTINA
Roberto Oliosi	COMUNE CASTELNUOVO DEL GARDA

Verbale

Oggi, 19 novembre 2009, presso il Dipartimento ARPAV di Verona in via Dominutti 8, si è riunito il comitato tecnico per confrontarsi su quanto fatto fino ad ora per il piano di azione e risanamento della qualità dell'aria. Oltre ai membri del gruppo tecnico sono presenti rappresentanti dei comuni di Castelnuovo del Garda e Pescantina.
L'ordine del giorno dell'incontro prevede una presentazione dello stato avanzamento lavori, nonché una presentazione del lavoro fin qui eseguito per la VAS del piano.

L'incontro si apre con la richiesta scaturita da parte di tutto il comitato tecnico di avere presente, durante le prossime riunioni del comitato stesso, un rappresentante della Provincia, anche per facilitare l'accesso alle informazioni e ai dati di competenza di Uffici dell'Amministrazione Provinciale. Il Comitato chiede altresì alla Coordinatrice di farsi interprete di questa richiesta presso la Provincia.

Si procede con alcuni commenti relativi al convegno "La nostra aria" tenutosi al palazzo della Gran Guardia in data 17 settembre 2009.
Il dott. Camponogara parla di convegno deludente in quanto ha notato poca partecipazione da parte degli amministratori. A suo avviso in generale non è stato colto il fatto che il convegno serviva a presentare il piano e non a fornire risultati.
La dott.ssa Marocchio sottolinea una generale disattenzione sul lavoro che si sta svolgendo, da parte di molti dei comuni che hanno aderito all'accordo. La dott.ssa Predicatori sottolinea che fino ad ora i comuni sono stati coinvolti solo passivamente nella fase di raccolta dati. Ora sarebbe opportuno coinvolgerli più attivamente.
Il dott. Camponogara ribatte che, oltre ai tecnici dei comuni, sarebbe bene coinvolgere anche i sindaci. Francesca Predicatori presenta la possibilità di coinvolgere i sindaci in un secondo momento e comunque una volta che l'analisi della situazione attuale della qualità dell'aria è chiara e completata. Tale coinvolgimento deve comunque avvenire prima della fine dei lavori di marzo.
Riccardo Tardiani sottolinea l'opportunità di un coinvolgimento in primo luogo dei tecnici dei comuni e poi della parte politica.
Alla fine si concorda sull'effettuare un primo incontro con i tecnici dei comuni. In tale incontro il comitato tecnico spiegherà come si è organizzato il lavoro, quali sono stati i risultati ottenuti fino a quel momento, quale sarà, in futuro, il coinvolgimento richiesto ai comuni per procedere nel progetto. In seconda battuta verrà fatto un incontro con sindaci e assessori.

A questo punto il prof. Ragazzi fa una presentazione del lavoro svolto fino ad ora dall'Università, presenta degli esempi di alcuni risultati preliminari ottenuti e sottolinea tutti i problemi e le criticità incontrati. La presentazione viene allegata al presente verbale e costituisce parte integrante dello stesso. Presentando alcuni esempi di elaborazione, viene evidenziata dall'Università la necessità di alcuni chiarimenti , relativamente ai dati di traffico ottenuti dalla Provincia (layer PTCP), che riguardano la procedura con cui sono stati ricavati i valori dei flussi di traffico al fine di poter stimare l'errore e l'affidabilità dei risultati ottenuti. ARPAV si impegna a reperire tali informazioni.

La dott.ssa Predicatori ragguaglia l'intero comitato tecnico sulla riunione tenutasi in data 12 novembre 2009 tra ARPAV, Università di Trento e ULSS. Ribadisce la richiesta fatta durante quell'incontro di fissare un preciso calendario di incontri tecnici tra ARPA e Università al fine di condividere la struttura del piano e i suoi contenuti tecnici.

A questo punto la dott.ssa De Noni spiega al comitato tecnico le tipologie di valutazioni di tipo sanitario effettuabili nel piano di azione e risanamento della qualità dell'aria: valutazioni sulla popolazione generale e valutazioni sulla popolazione più esposta. Per la prima tipologia di studi servono valori di distribuzione di inquinanti su macro-aree, per la seconda servono studi ed analisi di dettaglio.
Il prof. Ragazzi ribatte che non è possibile effettuare in questo piano studi di dettaglio, ma è comunque possibile sviluppare, all'interno del lavoro del Piano di Qualità dell'Aria, un caso di studio descrittivo di un grande emettitore adottato come caso pilota, in modo da poter evidenziare la modalità di esecuzione di elaborazioni di dettaglio. Verranno inoltre date precise indicazioni sugli eventuali approfondimenti necessari per sviluppare un quadro conoscitivo idoneo finalizzato all'ottenimento dell'output richiesto.

Il prof. Ragazzi fa ora presente tutte le difficoltà incontrate dall'Università per reperire alcuni dati meteorologici presso il Centro Meteo di Teolo.
Riccardo Tardiani chiede che tipo di dati sono stati richiesti.
La dott.ssa Predicatori afferma che i dati richiesti sono dati "non standard", ossia dati che solitamente il Centro Meteo non fornisce all'esterno.
Sottolinea inoltre con forza che, anche se il dipartimento ARPAV di Verona svolge un ruolo di coordinamento per la redazione del piano, non è assolutamente possibile che possa cambiare la programmazione del lavoro di altri servizi interni all'Agenzia, che comunque hanno dimostrato la massima collaborazione cercando di conciliare le esigenze del PQA con le loro attività.
Predicatori dice che si tratta di dati non convenzionali e comunque di dati normalmente non utilizzati per la redazione dei Piani di Qualità dell'Aria. Zardi ritiene che, data la disponibità di un profilatore di temperatura e di un SODAR in prossimità dell'area di applicazione del Piano, è doveroso sfruttare questa risorsa conoscitiva ai fini della definizione di parametri meteorologici importanti che influenzano in modo determinante il comportamento degli inquinanti in atmosfera, quali l'altezza dell'inversione termica e il profilo verticale del vento.

I rappresentanti dei comuni chiedono se la difficoltà incontrata nel reperimento dei dati provocherà uno slittamento dei termini di consegna del lavoro, fissata per la fine di marzo. Il professor Zardi risponde che è intenzione dell'Università ultimare comunque il lavoro entro i termini previsti.

A questo punto si passa a parlare della disaggregazione delle emissioni a livello comunale fornita dall'Osservatorio Aria di ARPAV (ORAR). La dott.ssa Predicatori spiega quali sono state le modifiche apportate da ORAR al macrosettore 8 rispetto a quanto contenuto nel CD dei dati fornito all'Università di Trento in data 12/11/2009. La dott.ssa Predicatori spiega che l'ORAR sta raccogliendo dai dipartimenti ARPAV tutte le osservazioni sul lavoro fatto. In base a queste osservazioni, se possibile, l'ORAR correggerà i dati forniti. Il prof. Ragazzi sottolinea che se le modifiche ai dati arrivano troppo tardi, non sarà possibile considerarle all'interno del piano.

Verbale dell'incontro del comitato tecnico "PIANO DI AZIONE E RISANAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA"	DIPARTIMENTO ARPAV DI VERONA 19/11/2009	Inizio h. 09.00 Fine h. 13.30

Si passa a parlare delle emissioni puntuali e di come trattare le informazioni contenute nei files con l'elenco delle aziende raccolte per ogni comune durante gli scorsi mesi di lavoro. Si decide di isolare, per ogni comune, le realtà industriali più significative e per esse si decide di raccogliere l'ulteriore informazione delle tonnellate di prodotto per anno. La dott.ssa Predicatori si rende disponibile a valutare insieme all'Università di Trento quali sono le realtà industriali più importanti nei vari comuni. Antonacci si fa carico di elaborare una lista di aziende significative per le quali ARPAV provvederà, mediante ricerca di materiale presso la sezione di controlli ambientali dello stesso DAP, alla valutazione delle emissioni puntuali in uscita dalle strutture produttive indicate. Riccardo Tardiani invece si rende disponibile a raccogliere, per quanto gli è possibile, il dato richiesto relativo alle tonnellate/anno di prodotto per tutti i 18 comuni. L'Università si prende carico di preparare e di trasmettere quanto prima a Tardiani il file per la raccolta dati. Le restanti informazioni contenuti nei files di cui sopra verranno utilizzate per fare delle valutazioni qualitative.

La dott.ssa De Noni ribadisce l'impossibilità da parte della ULSS di fare valutazioni di tipo sanitario avendo a disposizione solo valori di emissione, e di fare valutazioni sulla popolazione più esposta avendo a disposizione valori di concentrazione spazialmente poco dettagliati. Il prof. Ragazzi ribadisce che nel piano saranno indicati tutti gli approfondimenti necessari per arrivare a fare delle valutazioni sanitarie puntuali. Si concorda di produrre nel piano una mappatura della dispersione delle sostanze inquinanti su macro-aree e di far emergere con chiarezza tutte le criticità che necessiterebbero approfondimenti. Si decide poi di includere nel piano, a titolo esemplificativo, un approfondimento di un caso specifico, da individuare. Tale approfondimento sarà trattato con un grado di dettaglio che permette valutazioni sanitarie puntuali da parte della ULSS.

A conclusione dell'incontro, l'ing. Irene Gobbo presenta il lavoro fatto fino ad ora dai comuni per la VAS del piano.
A tal proposito sia il prof. Zardi che il prof. Ragazzi rilevano la difficoltà nel fornire formalmente e in dettaglio valutazioni circa i documenti di VAS che si stanno via via producendo. Data infatti la mole delle attività connesse alla elaborazione del piano e comunque la necessità di dare precedenza a queste per un incarico conferito, i proff. Ragazzi e Zardi si rendono disponibili a formulare osservazioni di massima sui documenti purché forniti con adeguato anticipo. Tali osservazioni non saranno espresse a nome dell'Università, ma condivise con il Comitato Tecnico ed eventualmente approvate come proposte di modifica e/o integrazione da parte del Comitato.

La coordinatrice del PQA
Dott.ssa Francesca Predicatori

Riunione Gruppo Tecnico Operativo 19/11/09 Piano di Qualità dell'Aria

PRESENTAZIONE A CURA DI:

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO
Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale

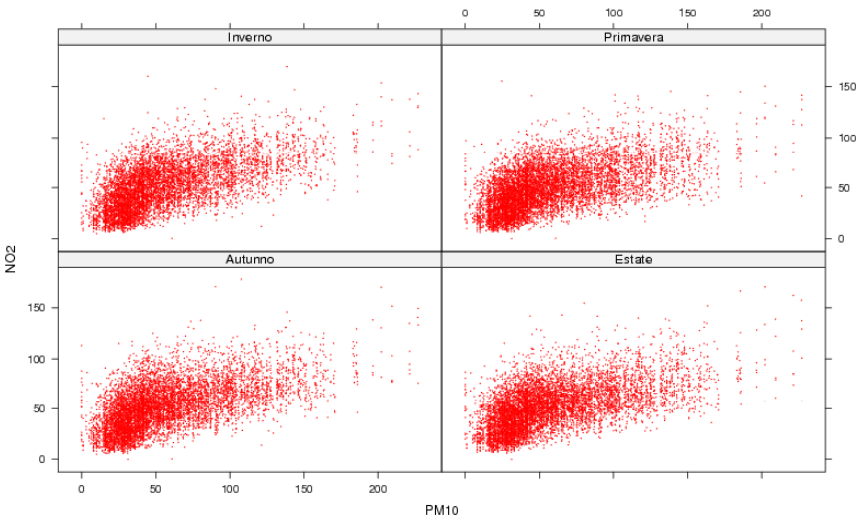
CISMA

Alcuni risultati

Correlazioni tra parametri di qualità dell'aria

	SO2	NOX	NO	NO2	CO	PM10
SO2	1.00	0.42	0.41	0.32	0.4	0.29
NOX	0.42	1.00	0.99	0.73	0.89	0.6
NO	0.41	0.99	1.00	0.62	0.87	0.56
NO2	0.32	0.73	0.62	1.00	0.7	0.56
CO	0.40	0.89	0.87	0.70	1	0.63
PM10	0.29	0.60	0.56	0.56	0.63	1

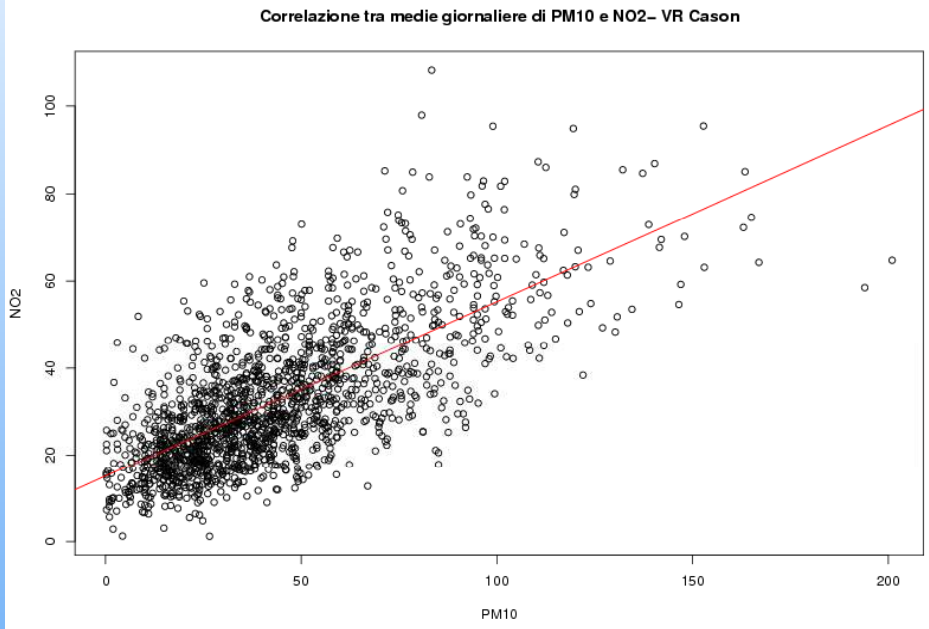
Corso Milano



Alcuni risultati

Correlazioni tra parametri di qualità dell'aria

Verona Cason: 2004-2008

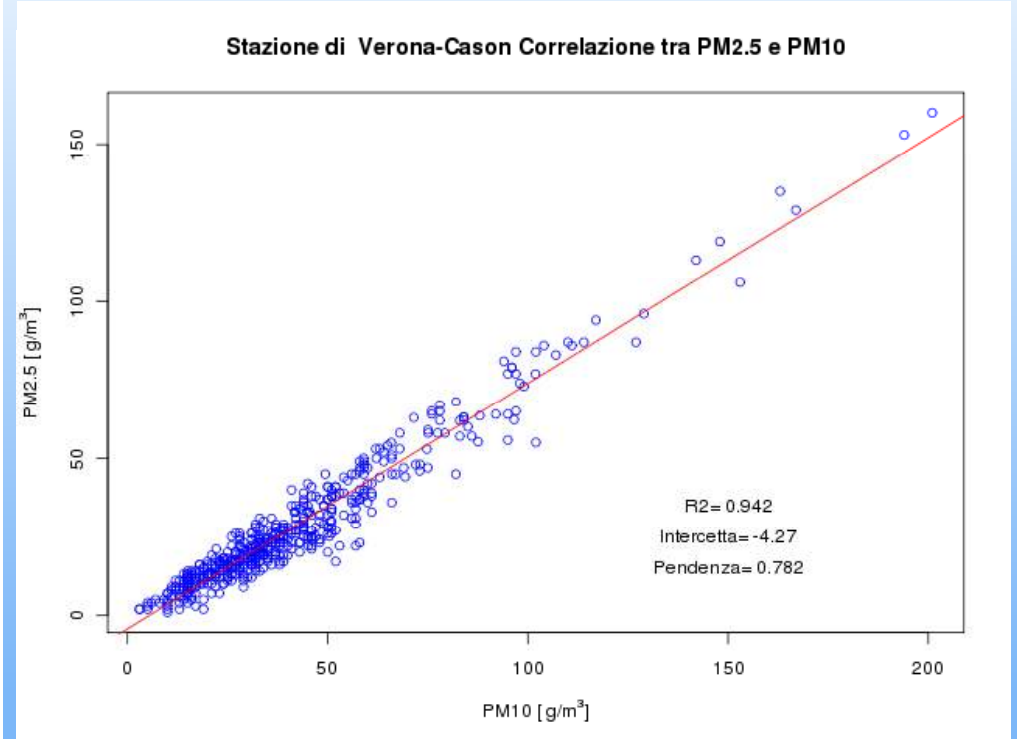


utilizzando tutti e 5 gli anni di dati

Ad un valore di media giornaliera di PM10 pari a 100 µg/m3 (soglia evento acuto) corrisponde un valore di NO2 pari a 55 µg/m3

Alcuni risultati

Correlazioni tra parametri di qualità dell'aria

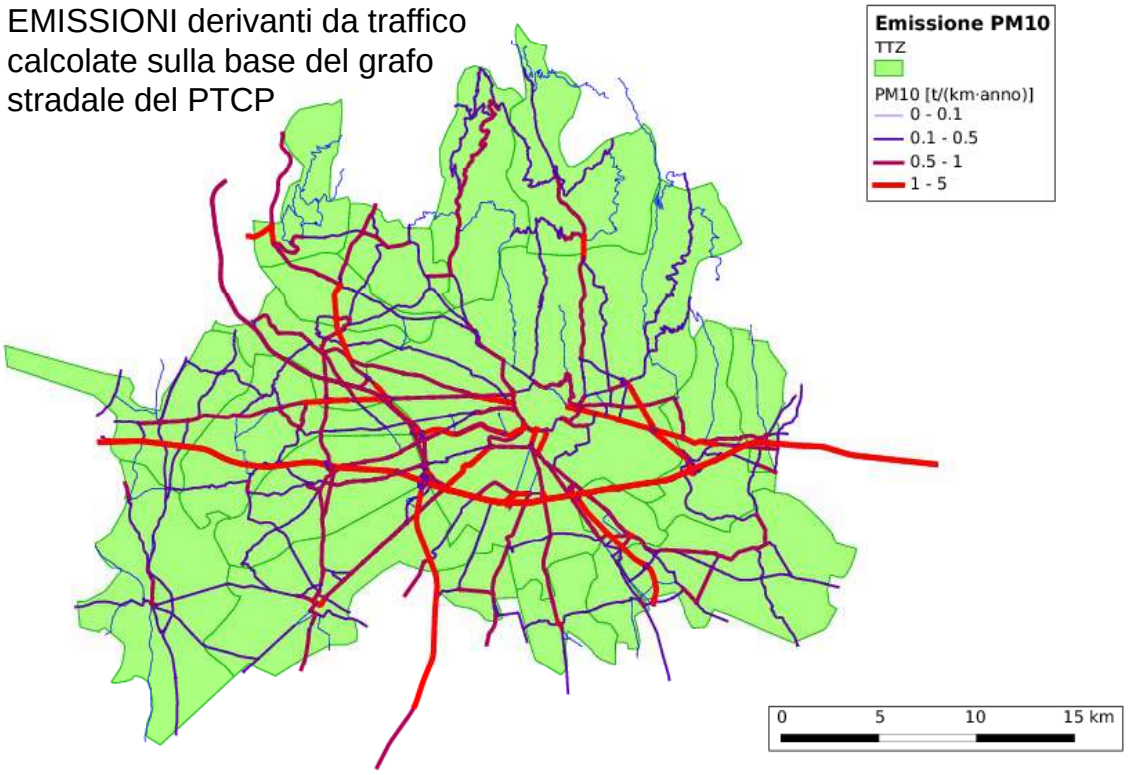


Verona Cason: 2008

Alcuni risultati

Emissioni da Traffico

EMISSIONI derivanti da traffico calcolate sulla base del grafo stradale del PTCP



Conclusioni della riunione del 10 settembre

1. DATI METEO:

In fase di acquisizione dati "più avanzati" del radiometro e del profilatore di Legnago.
Contatti con il Centro Meteo di Teolo: due incontri di lavoro (23 luglio e il 20 agosto).

2. QUALITÀ DELL'ARIA

Richiesti chiarimenti su alcune questioni:
- Etichette usate per le unità di misura
- Alcune sequenze di valori nulli;
- Dicitura PTS/PM10;
- Chiarimenti elaborazioni che portano al conteggio dei giorni di superamento delle soglie di PM10

3. EMISSIONI/POPOLAMENTO INEMAR

3. EMISSIONI/POPOLAMENTO INEMAR (riassunto…)

Sorgente	Note	STATO
Aeroporti	-	
Traffico	-	
Agricoltura	Da comunicazione in data (01/09/09) ad ARPAV tale settore verrà valutato con riferimento ai dati del 2005. I risultati non saranno pronti in tempo per il PQA, e comunque prima devono essere consegnati alla Regione.	
Biogeniche	Da comunicazione in data (01/09/09) ad ARPAV tale settore verrà valutato con riferimento ai dati del 2005. I risultati non saranno pronti in tempo per il PQA, e comunque prima devono essere consegnati alla Regione.	
Sorgenti puntuali	Necessaria integrazione con richieste ad aziende (potenza o produzione specifica)	
Riscaldamento	Da comunicazione in data (01/09/09) ad ARPAV tale settore verrà valutato con riferimento ai dati del 2005. I risultati non saranno pronti in tempo per il PQA, e comunque prima devono essere consegnati alla Regione.	
Discariche	Valutazione di inserimento di rapporto di stato e monitoraggio della discarica (dati aggiornati a fine 2008) ma discarica sotto sequestro. Utilizzo dati limitato	

Ultime comunicazioni

Due comunicazioni importanti:

- il termine ultimo per l'acquisizione dei dati è stato fissato al **15 ottobre 2009**
- unica eccezione: entro fine Ottobre ARPAV avrebbe avuto a disposizione la disaggregazione delle emissioni per macrosettori a livello comunale da ORAR.

Evoluzioni dal 10 settembre (ultima riunione CT)

1. DATI METEO:

2. QUALITÀ DELL'ARIA

3. DISAGGREGAZIONE ORAR A LIVELLO COMUNALE

4. EMISSIONI/POPOLAMENTO INEMAR

1. Analisi dati meteo: Teolo

- Promemoria degli incontri…

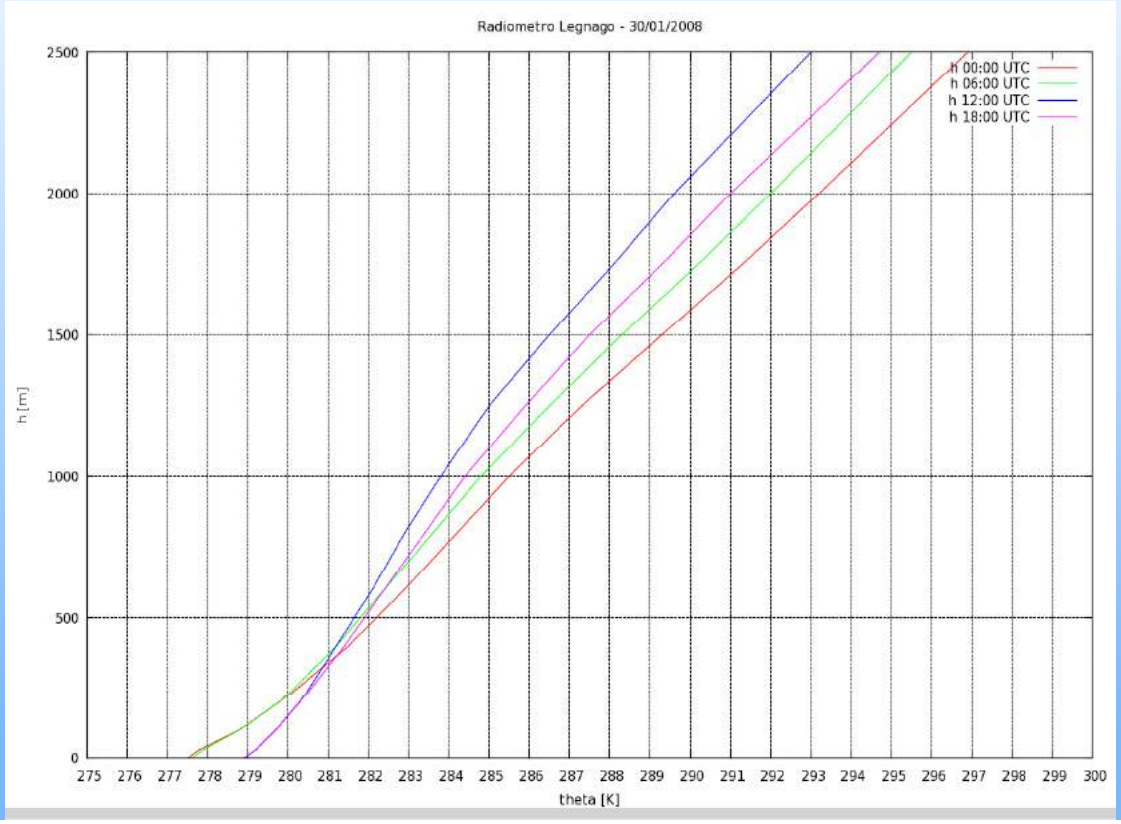
Luglio 2009			
	23	Centro Meteo Regionale di Teolo	Riunione parte operativa tra gruppo di lavoro UniTn e ARPAV (Personale del Centro Meteo Regionale).
		Presenze	Dino Zardi, Marina Venturi, Paolo Frontero (ARPAV – Verona), Marco Monai, Massimo Ferrario, Maria Sansone (ARPAV –Teolo)
		Durata	9.30-12.30 (senza verbale) Valutazione della possibilità di analisi di alcuni episodi acuti di inquinamento di polveri. Accordi circa la modalità di conduzione del progetto di analisi (UniTn, ARPAV – Teolo, ARPAV – Verona). Dati profilatori, Calmet, questione sicurezza nei locali ARPAV
Agosto 2009			
	20	Centro Meteo Regionale di Teolo	Riunione parte operativa tra gruppo di lavoro UniTn e ARPAV (Personale del Centro Meteo Regionale).
		Presenze	Dino Zardi, Marina Venturi, Ilaria Todeschini, Paolo Frontero (ARPAV – Verona), Marco Monai, Massimo Ferrario, Maria Sansone (ARPAV –Teolo)
		Durata	9.30-13.30 (verbale redatto dal prof. Zardi)

1. Analisi dati meteo: Teolo

- Dati meteorologici avanzati disponibili presso il CMT
  - Sondaggi verticali di vento utili per la valutazione delle condizioni meteorologiche generali
  - Sondaggi verticali di temperatura, utili per la valutazione di condizione di ristagno
- Iter per l'accesso ai dati
  - Primo incontro in luglio 2009
  - Secondo incontro agosto 2009
  - Terzo incontro 8 ottobre 2009 per recuperare fisicamente i dati
  - Problemi relativi alle procedure di sicurezza per l'accesso dei visitatori al CMT hanno ritardato fino a ottobre la possibilità di entrare al CMT (in data 3-4 ottobre tuttavia al CMT era in programma un evento "porte aperte" con accesso pubblico)
  - I dati consegnati in formato binario hanno richiesto la scrittura ex-novo di un software per l'estrazione e l'elaborazione dei contenuti
  - Prime elaborazioni disponibili: 15 novembre 2009

Osservazione: il dato è di buona qualità e molto utile, ma l'accesso è stato lungo, difficoltoso e dispendioso in termini di tempo (totale ~80h di lavoro solo per arrivare alle prime elaborazioni)

1. Analisi dati meteo: Teolo



2. Dati di qualità dell'aria

Controllo dati con analisi critica

ESEMPI di Domande-Risposte Unitn-ARPAV

- **DOMANDA UNITN: Sequenze lunghe di valori nulli (ovvero presenza di "0", non cella vuota): possibile conversione in zeri a seguito di copia-incolla? E' possibile che questo fatto sia sfuggito alla validazione?** Problemi sorti per le stazioni di QA di Matozze e Ca' del Bue.

Risposta ARPAV

Risposta con mail del 10/11/09: ci possono essere degli zeri in corrispondenza di dati non acquisiti

In data 12/11/09 ARPAV sconsiglia l'utilizzo di dati di qualità dell'aria per le stazioni di Matozze e Ca' del Bue, data la loro "scarsa qualità".

- **DOMANDA UNITN: Non chiari i conteggi dei superamenti; i dati in nostro possesso sono da considerarsi grezzi, validati o parzialmente validati? Oppure ancora: la cella vuota indica "dato non valido" e/o "dato eliminato in validazione"?**

Risposta ARPAV

Risposta con mail del 10/11/09: I dati sono validati: le celle vuote indicano dati mancanti (strumento non funzionante ad es.) in ogni caso meglio vedere il file.

In data 12/11/09 ARPAV indica che forse la versione dei dati relativi alle concentrazioni di polveri misurate per l'anno 2008 in possesso da Unitn non è quella definitiva e corretta. Tale file (File "PM_{10} a Verona.xls" inviato in data 23/06/09) rappresentava già una correzione ad una prima versione del file, ad avviso di ARPAV, non corretto consegnato il giorno 6 aprile durante una riunione del GTO.

2. Dati di qualità dell'aria

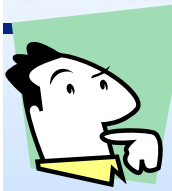
Controllo dati con analisi critica

Sono state comunque fatte una serie di elaborazioni:

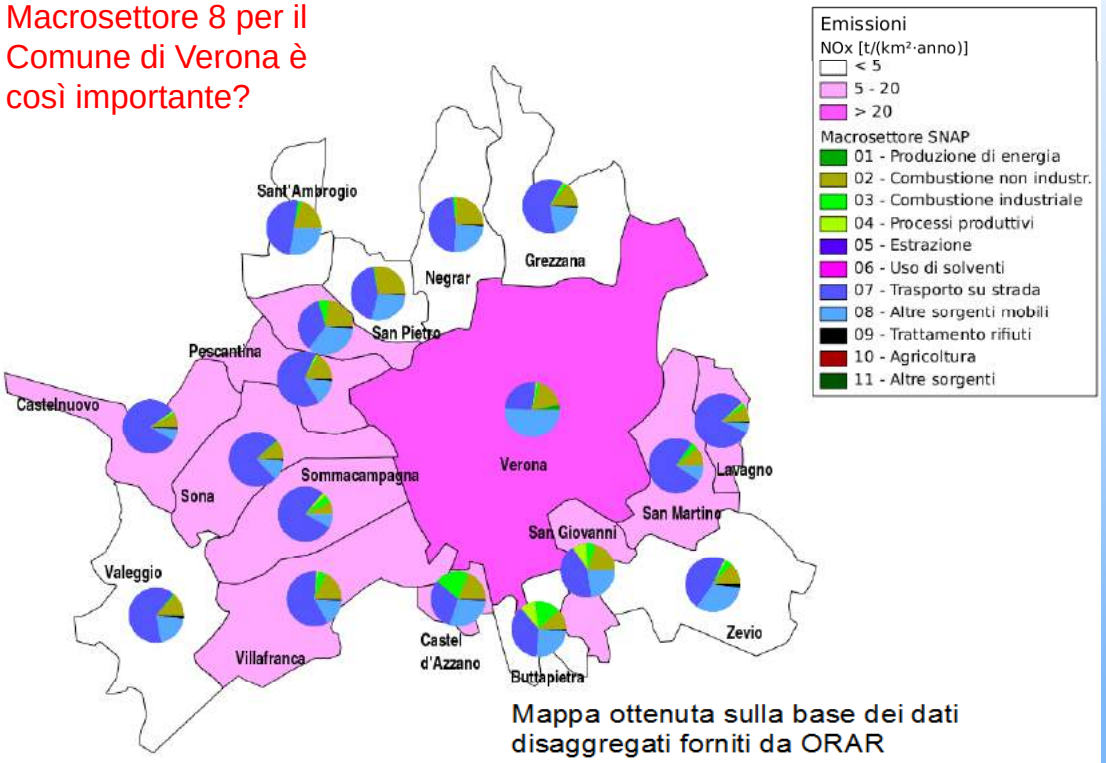
	Grafici / elaborazioni prodotti	Ore impiegate	Grafici / elaborazioni da produrre nuovamente
Meteorologia	192	120	12
Qualità dell'aria	404	360	218
Emissioni	125	270	75

i grafici / elaborazioni da produrre nuovamente sono 305 a causa della consegna a Unitn di dati non definitivi.

3. Dati della disaggregazione a livello comunale



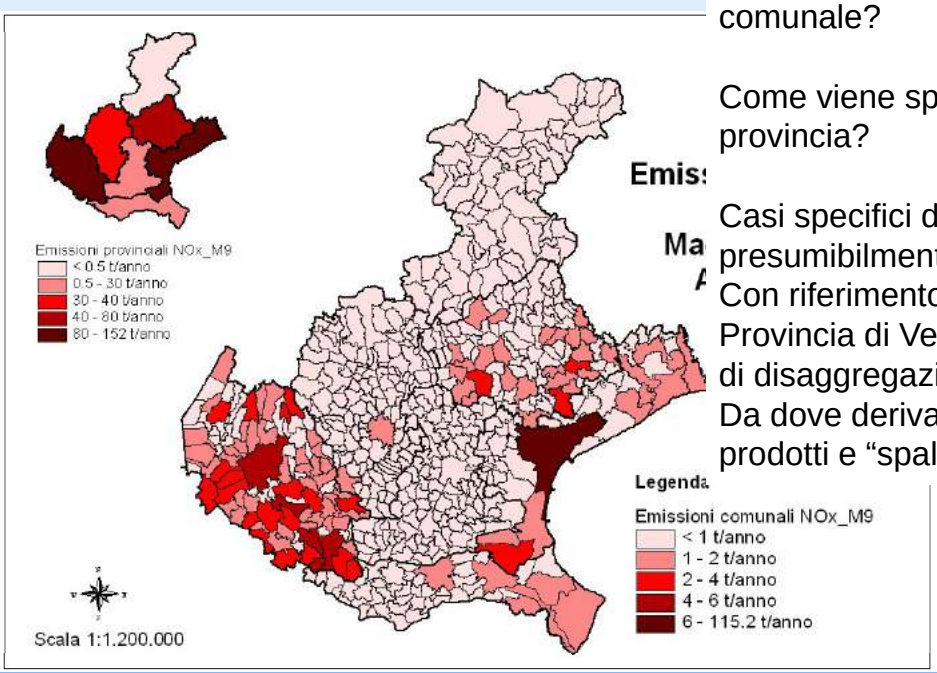
Macrosettore 8 per il Comune di Verona è così importante?



Mappa ottenuta sulla base dei dati disaggregati forniti da ORAR

3. Dati della disaggregazione a livello comunale

Macrosettore 9



dato provinciale disaggregato a livello comunale?

Come viene spalmato il dato della provincia?

Casi specifici dove il dato riportato è presumibilmente “troppo basso”?
Con riferimento alla mappa della Provincia di Verona, quali sono i criteri di disaggregazione comunali?
Da dove derivano i flussi di NOx prodotti e “spalmati” nel settore rifiuti?

Macrosettore 11

Come viene valutato e calcolato il **macrosettore 11** e come viene valutato, nello specifico, il contributo delle sorgenti biogeniche?

4. Valutazione delle emissioni/INEMAR

	10/09/09	oggi
Aeroporti;	☺	☺
Traffico;	☺	☺
Agricoltura;	☹	☹
Biogeniche;	☹	☹
Sorgenti puntuali;	😐	☹
Riscaldamento;	☹	😐
Discariche.	😐	😐

Agricoltura

Alcune valutazioni considerando le vendite di fertilizzanti e l'uso del suolo dai layer del PTCP

Calcolo su base SAU 2007	NH3 [t/a]	N2O [t/a]	NO2 [t/a]
Buttapietra	17.02	3.16	1.03
Castel d'Azzano	14.72	2.75	0.90
Castelnuovo del Garda	24.90	4.81	1.57
Grezzana	2.41	0.87	0.29
Lavagno	6.50	1.63	0.53
Negrar	3.93	1.68	0.55
Pescantina	4.93	1.74	0.57
Peschiera del Garda	10.53	2.40	0.79
San Giovanni Lupatoto	13.95	2.52	0.83
San Martino Buon Albergo	22.38	4.21	1.38
San Pietro in Cariano	2.93	1.43	0.47
Sant'Ambrogio di Valpolicella	3.67	0.94	0.31
Sommacampagna	32.30	6.61	2.16
Sona	29.06	6.62	2.17
Valeggio sul Mincio	64.75	12.70	4.16
Verona	64.94	15.18	4.97
Villafranca di Verona	51.42	11.02	3.61
Zevio	56.44	11.05	3.62
Totale area	449.63	97.23	31.83

Biogeniche

Come valutarle?

Sorgenti puntuali

Dall'ultima riunione:

- Dati necessari (potenza termica, produzione annua, numero addetti). Richi esta informazioni durante la riunione 10/09/09 e con mail il 25/09/09. Invio dello schema per ciascun comune.
- Risposta Righetti (Provincia) in data 28/09/09: dati degli impianti termici disponibili solo su supporto cartaceo.
- In Provincia il19/10/09 per ritardi nella disponibilità di un referente intern o all'ente. Reperimento dati (compilazione modelli di dichiarazione F e G) del numero di impianti ad uso di civile riscaldamento per classi di potenza, per tutti i comuni di interesse ma non completi di tutte le utenze! (non pot enza termica aziende)
- In Provincia per gli interi giorni del 19, 20 e parte del 21 per l'acquisizion e dei dati relativi agli Allegati IX al T. U. Ambientale. Dati su impianti termici ad uso di civile riscaldamento e non completi di tutte le utenze. ! (non pote nza termica aziende)

Aziende

colonne da completare

TIPOLOGIA AZIENDA	DENOMINAZIONE	INDIRIZZO	ATTIVITA' TIPO	Produzione t/anno di prodotto*	Potenza termica per ciascun gruppo kW	Addetti numero
Azienda alimentare	BAULI SPA	VIA Giuseppe Verdi, 31	IPPC 6.4 b)			
concerie e lavorazione della pelle	CALZATURIFICIO CAPITAL S.R.L.	VIA ROMA, 84/A - 37060 - BECCACIVETTA - CASTEL D'AZZANO (VR)	Ateco91: DC19302 - Fabbricazione di parti e accessori per calzature non in gomma			
fabbricazione e trasformazione prodotti metallici	INTERBETA - S.R.L.	VIA VERDI, 38 - 37060 - - CASTEL D'AZZANO (VR)	Ateco91: DJ2811 - Fabbricazione di strutture metalliche e di parti di strutture			
galvaniche e trattamento metalli	C.P.I. CHROMIUM PLATING INTERNATIONAL S.R.L.	VIA VERDI, 38 - 37060 - - CASTEL D'AZZANO (VR)	Ateco91: DJ2851 - Trattamento e rivestimento dei metalli			
	TRA.MET. S.R.L.	VIA ROMA, 1 - 37060 - - CASTEL D'AZZANO (VR)	Ateco91: DJ2851 - Trattamento e rivestimento dei metalli			
industria chimica farmaceutica	BERGEN S.R.L.	VIA ROMA, 90 - 37060 - BECCACIVETTA - CASTEL D'AZZANO (VR)	Ateco91: DG2410 - Fabbricazione di prodotti chimici di base			
	INDEX S.P.A.	VIA G.ROSSINI, - 37060 - - CASTEL D'AZZANO (VR)	Ateco91: DG2460 - Fabbricazione di altri prodotti chimici			

Bussolengo | Buttapietra | Castel dAzzano | Castelnuovo DG | Grezzana | Lavagno | Negrar | Pescantina | SGLupatoto | SanMartinoBA | SPietroCa

nza termica aziende)

Riscaldamento

- Dati da compilazione modelli F e G per gli impianti termici (per tutti i comuni ma Data Base non completo). Dato sul numero delle caldaie suddivise in classi.
- Dati puntuali Allegati IX.
- Dati da DB del Comune di Verona.

Problemi:

•Non corrispondenza del numero degli impianti termici con riferimento alle diverse fonti;

• Noti il numero per tipologia di classe ma non i consumi;

• Tutti i Data Base non sono completi.

In sintesi

Dato	Situazione attuale	Risultati ottenibili
Puntuali	Dati incompleti sulle circa 200 industrie censite escluso alcune nei comuni di Verona, S. Martino, S. Giovanni, Sommacampagna	Valutazione corretta solo sui 10 maggiori impianti nell'area di indagine
Allevamenti	Dati completi per i comuni di S. Martino Buonalbergo, Sona, Villafranca e Castelnuovo, incompleti per gli altri (per es. c'è il n° di allevamenti ma non il n° di capi, che è il dato significativo)	Valutazioni approssimate escluso che sui comuni coperti da informazione
Dati discariche	Dati relativi alla discarica di Pescantina: parzialmente ricevuti; mancano informazioni utili alla stima del biogas disperso	Valutabili le emissioni da combustione in torcia; emissioni dal corpo discarica derivabili in maniera approssimata.
Dati traffico assi principali	Grafo stradale del PTCP con flussi di traffico da modello. Dati omogenei; si tratta di medie annue senza neanche la classificazione in classi di pedaggio o EURO;	Emissione annua su tutta la rete per tutti i macroinquinanti; non consentita alcuna valutazione sugli andamenti temporali.
Dati traffico comunali	Dati di transito utilizzabili per la stima di emissione solo sul Comuno di Verona (4 giorni rappresentativi). Presenti altre informazioni sul traffico in alcuni centri minori ma senza informazione sulla rappresentatività (es. Comune di S. Pietro dato presente ma poco utilizzabile)	Situazione disomogenea per quanto riguarda il dettaglio di omissione
Riscaldamento	Dati degli impianti a gas (4 classi) installati su tutti i comuni con alcuni valori sospetti; consumo di gas solo su parte del Comune di Verona	Dato approssimativo delle emissioni da combustione di gas
Agricoltura	Dati non ricevuti	Si è usato come surrogato il dato APAT / PTCP per la destinazione d'uso del suolo e il dato ISTAT per la vendita di fertilizzanti
Aeroporto	Forniti i dati dettagliati dei movimenti dell'aeroporto di Villafranca ma non delle rotte (problema comunque secondario)	È stato possibile effettuare il calcolo delle emissioni; la disaggregazione comunale risulta comunque molto diversa dai dati ORAR

Disomogeneità delle informazioni: come procedere?

Comune	Dati aziende	Dati allevamenti	Dati attrattori di traffico	Dati impianti di produzione energia
Bussolengo	D	D	OK	NP
Buttapietra	D	NP	NP	NP
Castel d'Azzano	D	D	NP	D
Castelnuovo	D	OK	OK	NP
Grezzana	D	D	NP	NP
Lavagno	D	NP	NP	NP
Negrar	D	D	OK	NP
Pescantina	D	D	OK	D
S. Ambrogio	D	D	OK	NP
S. Giovanni	D (*)	D	OK	NP
S. Martino	D (*)	OK	OK	NP
S. Pietro	D	D	OK	NP
Sommacampagna	D (*)	D	OK	NP
Sona	D	OK	OK	NP
Valeggio	D	D	NP	NP
Verona	D (*)	D	OK	OK
Villafranca	D	OK	OK	NP
Zevio	D	D	OK	D

- D = dato qualitativo
- OK = dato quantitativo o comunque sufficiente
- NP = dato non presente (o non applicabile)

Indice del lavoro

Proposta: suddivisione dello studio in due parti:

PARTE I: "*Quadro conoscitivo preliminare con elementi di analisi critica*";

PARTE II: "*Approfondimenti, azioni, strategie…*"

Indice del lavoro 1/3

Indice Piano di Qualità dell'Aria

0 - Introduzione

1- Quadro normativo

- quadro delle norme vigenti
- identificazione degli inquinanti di interesse del PQA

2 - Analisi della situazione attuale

2.1 Caratterizzazione del territorio

2.1.1 Caratteristiche morfologiche

2.1.2 Caratterizzazione meteo-climatologica

2.1.3 Attività produttive e infrastrutture

2.1.4 Insediamenti civili

2.1.5 Distribuzione delle fonti emissive

Raccolta dati relativi alle emissioni (stato di avanzamento dell'inventario)

Approfondimenti (ad integrazione dell'inventario)

- Ruolo combustione legna
- Emissioni dalle attività connesse alla gestione rifiuti
- Emissioni dalle attività connesse alla gestione acque reflue
- Emissioni dalle attività di cava
- Emissioni dalle attività di allevamento
- Emissioni dalle attività di fonderia/acciaieria
- Emissioni dalle attività turistiche e da centri commerciali
- Valutazione dell'incidenza della risospensione di PM10
- Emissioni da traffico
- Emissioni da attività economiche e sociali
- Valutazione dell'inquinamento proveniente da aree esterne provinciali
- Valutazione dell'inquinamento proveniente da aree esterne extraprovinciali
- Valutazione di emissioni da fonti naturali

Quadro conoscitivo preliminare

Indice del lavoro 2/3

2.2 Situazione della qualità dell'aria

2.2.1 Rete di monitoraggio

2.2.2 Andamento storico dei dati di qualità dell'aria

2.2.3 Politiche adottate

Ricognizione di studi preesistenti

- Studi relativi alla realtà in esame
- Letteratura

Analisi dei dati della rete di monitoraggio e individuazione di aree non adeguatamente coperte da campagne

Analisi dell'efficacia di precedenti provvedimenti per la tutela della qualità dell'aria (blocchi circolazioni, pulizia strade, …)

Valutazione delle correlazioni fra situazioni meteorologiche e inquinamento

Quadro conoscitivo preliminare

3 - Azioni

3.1 Azioni coordinate a breve termine

3.1.1 Traffico

3.1.2 Attività produttive

3.1.3 Riscaldamento domestico

3.1.4 Scenari da simulazione degli effetti di azioni a breve termine in condizione avverse

3.1.5 Analisi costi/benefici

3.2 Analisi delle prospettive attualmente individuabili e delle azioni di pianificazione per la tutela dell'aria

3.2.1 Scenari climatologici

3.2.2 Prospettive di sviluppo economico e urbanistico risultanti dai piani (PUT, PAT, PTP, Piano cave, Piano rifiuti, Piano energetici, Piano del Commercio)

3.2.3 Scenari delle fonti di emissione

3.2.4 Scenari della qualità dell'aria

3.2.5 Analisi costi/benefici

Approfondimenti, azioni, strategie

Indice del lavoro 3/3

Approfondimenti, azioni, strategie

- 3.3. Azioni informative
  - 3.3.1 Rassegna di buone pratiche
  - 3.3.2 Azioni di comunicazione verso le categorie (imprenditori, artigiani, amministratori di condomini, agricoltori, autotrasportatori, ...)
  - 3.3.3 Azioni di comunicazione verso la cittadinanza
- 3.4 Accordi
  - 3.4.1 Promozione di accordi

4 - Procedure per il monitoraggio e adeguamento del piano

- 4.1 Determinazione di indicatori e modalità di monitoraggio delle fasi del piano e dei relativi risultati
- 4.2 Indicazione dei meccanismi di correzione
- 4.3 Determinazione delle risorse necessarie al monitoraggio

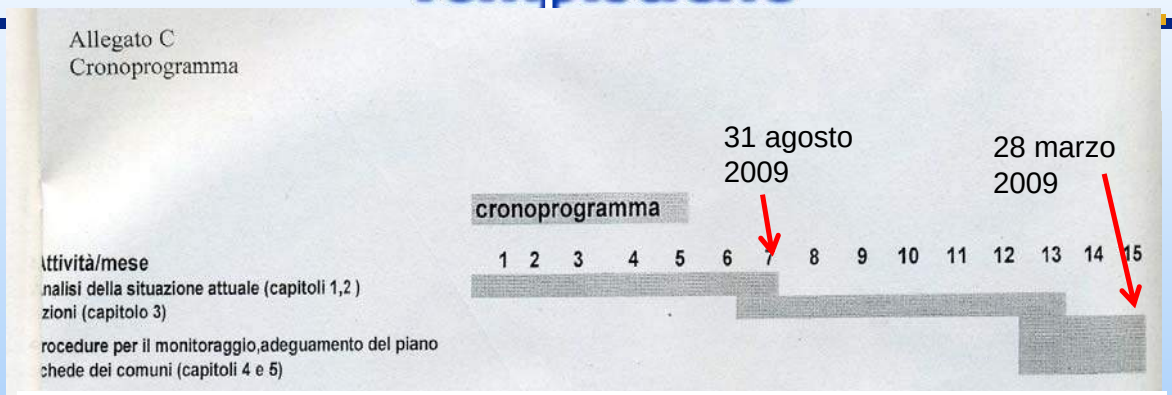
Monitoraggio e adeguamento del Piano

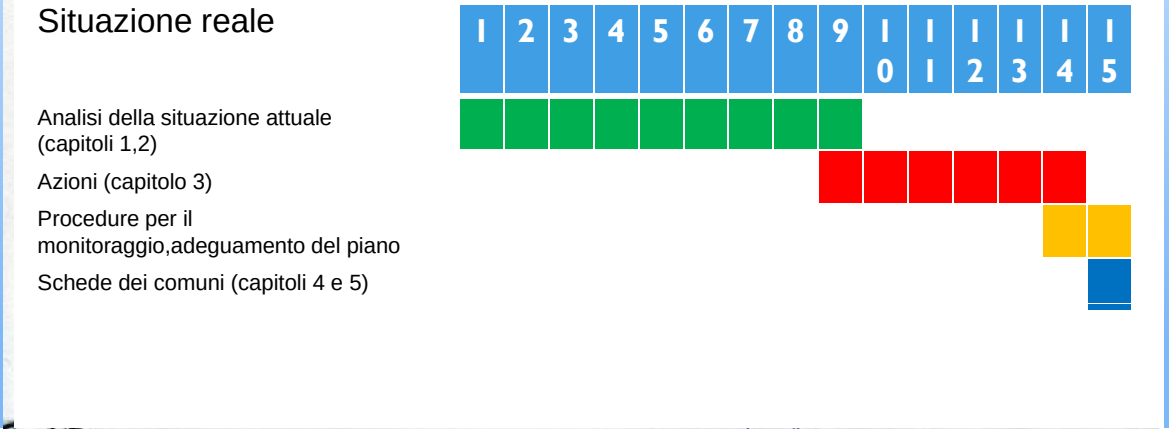
Indice del lavoro

Il presente studio andrà ad evidenziare alcune criticità che dovranno essere oggetto di ulteriore indagine eventualmente con iniziativa autonoma da parte degli enti o dai comuni.

È importante che vengano esplicitate al più presto le esigenze prioritarie degli enti (es: ULSS, ottica improntata sulla valutazione dell'impatto sulla salute umana,…)

Tempistiche





Modalità di consegna del lavoro

Predisposizione di una relazione finale con i contenuti indicati da consegnare a ciascun comune.

È necessario definire le modalità operative di stesura considerando la corresponsabilità di alcune parti (come indicato dall'indice presente nella convenzione) e la definizione di chi si occupa di assemblare il documento.

Quali le modalità di consegna?

Procedura VAS

Unitn non ha formalizzato alcuna collaborazione relativamente alla procedura di VAS, per decisione unilaterale degli Enti locali.

Non è possibile quindi ricevere da Unitn indicazioni formali in merito alla procedura di VAS

Grazie per l'attenzione!!

Verbale dell'incontro del comitato tecnico "PIANO DI AZIONE E RISANAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA"	DIPARTIMENTO ARPAV DI VERONA	Inizio h. 14.00
	14/01/2010	Fine h. 19.00

Partecipanti

Francesca Predicatori	ARPAV – DAP VERONA
Barbara Intini	ARPAV – DAP VERONA
Paolo Frontero	ARPAV – DAP VERONA
Simona De Zolt Sappadina	ARPAV – DAP VERONA
Riccardo Tardiani	COMUNE DI VERONA
Natalie Belluzzo	COMUNE DI VERONA
Andrea Bombieri	COMUNE DI VERONA
Irene Gobbo	COMUNE DI VERONA
Elisa Marocchio	COMUNE DI BUSSOLENGO
Placido Camponogara	COMUNE DI SAN MARTINO BUON ALBERGO
Marco Ragazzi	UNIVERSITA' DI TRENTO
Dino Zardi	UNIVERSITA' DI TRENTO
Marina Venturi	UNIVERSITA' DI TRENTO
Gianluca Antonacci	UNIVERSITA' DI TRENTO
Silvia Righetti	PROVINCIA VERONA
Carlo Poli	PROVINCIA VERONA
Silvana Manservisi	ULSS 20
Roberto Oliosi	COMUNE CASTELNUOVO DEL GARDA

Verbale

In data 14 gennaio 2010, presso il Dipartimento ARPAV di Verona in via Dominutti 8, si è riunito il comitato tecnico per confrontarsi su quanto fatto fino ad ora per il piano di azione e risanamento della qualità dell'aria.
L'ordine del giorno (o.d.g.) dell'incontro prevede i seguenti punti:

1. approvazione del verbale della seduta precedente (c.t. del 19/11/2009);
2. approvazione tabella definitiva di ripartizione dei costi e delle fatture;
3. aggiornamento sullo stato di avanzamento dei lavori dell'Università di Trento:
    - elaborazione dati emissioni per settori;
    - elaborazione dati meteorologici non standard;
    - considerazioni relative alle elaborazioni connesse ai dati:
        - disomogeneità degli attrattori di traffico;
        - disomogeneità delle informazioni arrivate dai Comuni;
        - confronto stime emissioni con dati ORAR per macrosettore;
    - stati di completamento delle parti della relazione finale di competenza;
4. aggiornamento dell'indice della relazione finale;
5. definizione del programma di lavoro relativo al completamento delle attività connesse al piano;
6. data e modalità di una eventuale successiva riunione con tutti i comuni aderenti al progetto;
7. attività attuali di ARPAV connesse al piano;
8. discussione della proposta ARPAV relativa alla stima dei costi-benefici;
9. approfondimenti connessi al piano:
    a. ruolo del cittadino; quali sono le decisioni che può prendere per contribuire al miglioramento della QA;
    b. campionamenti di levoglucosano e ruolo della legna (residenziale e pizzerie);
    c. emissioni a bassa quota: potenziali criticità;
    d. Il problema della risospensione del articolato;
    e. modellazione di ricaduta NOx in funzione della distanza dall'asse stradale (ALPNAP);
    f. inquinamento INDOOR: indicazioni di esposizione negli ambienti interni;
    g. caso di studio (Riva Acciai, Mondadori);
    h. climatologia operativa;

i. efficacia diverse tipologie di barriere nella diminuzione delle concentrazioni degli inquinanti;
j. valutazione degli effetti dovuti ai sistemi di aspirazione e filtro all'interno delle gallerie e parcheggi;

10. varie ed eventuali.

D. Zardi, a nome del gruppo UniTn, chiede di apportare alcune modifiche alla bozza del verbale della riunione del Comitato Tecnico (CT) del 19\11\2009. Le modifiche vengono approvate dal CT, ad eccezione di una, relativa a una affermazione di F. Predicatori, in quanto la dottoressa ritiene che la versione della bozza rifletta più chiaramente ciò che disse.
D. Zardi propone che i verbali delle riunioni vengano firmati dal soggetto verbalizzante, dopo approvazione, e trasmessi in copia ai componenti del CT. Il CT approva all'unanimità.

F. Predicatori dice che i comuni hanno manifestato l'esigenza di esaminare prioritariamente il programma delle attività. Il R. Tardiani fa presente che i comuni chiedono prioritariamente di affrontare il punto dell'o.d.g. relativo alla definizione di una data di incontro con gli altri comuni per poter chiarire il punto di vista proprio e degli altri comuni che rappresentano e definire come procedere il lavoro futuro con la collaborazione di ARPAV e Università di Trento.

D. Zardi chiede di vedere prima tutto l'o.d.g. per poter illustrare lo stato di avanzamento dei lavori. Evidenzia che non sono ancora arrivati i dati sugli allevamenti. Dice di avere la necessità di ottenere ragguagli dalla provincia circa le procedure di autorizzazione.

F. Predicatori ribadisce la necessità di definire quando fare la riunione con gli altri comuni.

P. Camponogara dice che, in una riunione preliminare alla presente tra i soli comuni del CT, è emersa la necessità di coinvolgere attivamente gli altri comuni aderenti al progetto, per prepararli alla fase successiva del piano, attraverso diverse tappe:

- ✓ un incontro con tutti gli altri comuni coinvolti nel progetto, da tenersi possibilmente entro gennaio, in cui vengano illustrati analisi e risultati realizzati fino ad ora, e il materiale che verrà proposto ai comuni;
- ✓ entro la metà di febbraio, a ogni comune vengano mandate informazioni su azioni e scenari relativi alla sua realtà, per preparali a un successivo incontro-tavolo tecnico tra le singole amministrazioni;
- ✓ entro la fine di febbraio, un paio di settimane dopo che i comuni avranno ricevuto tali informazioni, individuare giornate di disponibilità da parte di Università di Trento e ARPAV a incontrare singolarmente ogni amministrazione e fornire consulenze ad hoc.

La finalità è che i comuni possano avere chiarezza sulle azioni che potranno intraprendere entro la metà di marzo.

M. Ragazzi sostiene che i tempi proposti sono troppo ristretti, perché per approvare il documento del piano di qualità dell'aria in giunta comunale ci vogliono più di due settimane (nel caso della provincia di Trento ci sono voluti più mesi) essendo necessaria una discussione a livello politico su argomenti delicati.

C. Poli dice che il p.q.a comporterà anche azioni con valenza di indirizzo, di competenza non più dell'ufficio tecnico, ma della giunta. In tali casi, in urbanistica si procede normalmente in due passi: l'emanazione di un documento preliminare, non soggetto a processo di approvazione; infine l' approvazione del documento.

F. Predicatori concorda sulla validità di un documento preliminare che possa essere presentato ai comuni.

P. Camponogara sottolinea che è importante per i comuni che il documento preliminare possa essere discusso in giunta mentre è ancora disponibile il supporto del comitato tecnico del progetto.

C. Poli suggerisce che i comuni dovrebbero fare una riunione collegiale per evidenziare le parti del documento preliminare accettate da tutti.

D. Zardi afferma che, dopo la conclusione del progetto, a fine marzo l'Università di Trento rimane a disposizione per eventuali chiarimenti nell'ambito del progetto. L'approvazione del p.q.a. da parte della giunta è bene che avvenga dopo. L'elaborazione dei dati soffre di un ritardo rispetto

alla tabella di marcia precedentemente concordata: occorrerà tenerne conto nell'affrontare la richiesta dei comuni.

Il P. Camponogara ribadisce che un incontro coi singoli comuni sarebbe opportuno quanto prima.

R. Tardiani ribadisce che è opportuno avere un incontro con tutti i comuni in cui l'Università di Trento e ARPAV spieghino i risultati del lavoro, quale informazione esso porti in più rispetto al piano regionale.

C. Poli sottolinea che un incontro con ogni comune (18 in totale) richiederebbe troppo tempo.

R. Tardiani propone di limitarsi a un numero inferiore di incontri, raggruppando i comuni per aree omogenee. Questo dopo la stesura di un documento preliminare.

M. Ragazzi dice che questi incontri sarebbero anche per l'UNITN un'opportunità per calibrare il lavoro in base alle esigenze dei comuni.

F. Predicatori aggiunge che, se ci fossero dei comuni con necessità particolari, per quei soli casi specifici si potrebbe concordare un incontro ad hoc.

P. Camponogara propone che i comuni del comitato tecnico facciano un singolo incontro con gli altri comuni, e poi si svolgano gli incontri per aree omogenee. Chiede che in occasione dell'incontro preliminare sia possibile avere già degli scenari per poterne già discutere.

D. Zardi e M. Ragazzi chiedono delucidazioni riguardo alla procedura di autorizzazione alle emissioni in atmosfera. C. Poli illustra la procedura di autorizzazione e le problematiche connesse. In particolare evidenzia i seguenti punti.

1. La gestione della documentazione è prevalentemente cartacea, per cui non esiste un database informatico georeferenziato della gestione della pratica ambientale. F. Predicatori sottolinea che esiste il sistema SIRAV, che però è essenzialmente un database che raccoglie informazioni amministrative e il numero e l'esito dei controlli fatti da ARPAV.
2. L'autorizzazione si riferisce alle sole emissioni all'uscita da un camino, che vengono confrontate in modo astratto con i limiti di emissione contenuti nel D.Lgs. 152\2006, prescindendo dalla presenza di altre sorgenti o dal contesto in cui la sorgente è inserita o dai possibili effetti sanitari, per cui possono sfuggire delle criticità. Queste considerazioni stimolano un dibattito sull'esistenza di qualche vincolo normativo che imponga un intervento, nel caso in cui nel p.q.a. si individuassero delle criticità. S. Manservisi dice che l'ULSS è chiamata a partecipare alle commissioni di valutazione delle AIA e non a quelle per le autorizzazioni alle emissioni; nel caso l'attività si trovi nelle vicinanze di zone abitate sarebbe opportuno che venissero verificati non solo il rispetto dei limiti ambientali delle emissioni ma anche il loro eventuale impatto sanitario; a questo proposito suggerisce che nel PQA si identifichino situazioni critiche dal punto di vista della qualità dell'aria (anche valutando il contributo complessivo di più fonti eventualmente presenti nella stessa zona o di più camini appartenenti alla stessa Ditta) che controindichino l'inserimento di nuove sorgenti emissive., La fase di pianificazione, che deve tener conto della presenza sul territorio delle zone residenziali e con presenza di collettività (es. scuole, asili nido,...) è il momento opportuno per mettere in comunicazione le autorità preposte all'autorizzazione ambientale con quella sanitaria. F. Predicatori dice che in occasione della riunione con i comuni sarà opportuno presentare un'analisi dell'incremento del rischio sanitario conseguente ad alcune azioni che definiscono gli scenari futuri.
3. Nel caso in cui emerga una criticità, in seguito a un esposto di un comitato, viene convocato un tavolo tecnico e, talvolta, questo porta all'abbassamento del limite all'emissione. I provvedimenti devono tuttavia confrontarsi con la concreta realtà (come ad esempio nel caso del riscaldamento domestico). E. Marocchio e C. Poli sottolineano che il problema della gestione delle criticità nasce dalla cattiva pianificazione territoriale (che ha origini storiche) dei comuni, per cui l'indicazione di raggruppare le attività produttive lontano dalle aree residenziali viene spesso disattesa.
4. Anche il sistema programmato dall'organo di vigilanza per il monitoraggio delle emissioni non consente di ottenere dati per tutte le emissioni.

Verbale dell'incontro del comitato tecnico "PIANO DI AZIONE E RISANAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA"	DIPARTIMENTO ARPAV DI VERONA 14/01/2010	Inizio h. 14.00 Fine h. 19.00

M.Ragazzi presenta i risultati di un approfondimento sviluppato in merito all'incidenza dell'impianto Mondadori (Verona) sulla qualità dell'aria della zona. Evidenzia in particolare l'importanza di evitare emissioni a bassa quota per via della scarsa diluizione ottenibile. Segnala infine come questo aspetto debba fare parte di linee guida funzionali all'autorizzazione degli impianti.

D. Zardi chiede informazioni a N. Belluzzo riguardo al recepimento da parte dei Comuni della tabella di ripartizione dei costi e delle rate di fatturazione aggiornata dopo aver preso atto della esclusione di Peschiera del Garda dall'Accordo. N. Belluzzo conferma che tutti i Comuni hanno adottato i necessari provvedimenti per il recepimento della tabella, corretta come da precedente discussione nella seduta del CT di data 24 aprile 2009. La tabella viene riportata in appendice al presente verbale, del quale costituisce parte integrante.

Si procede con la presentazione dello stato di avanzamento dei lavori da parte di G. Antonacci (CISMA). La presentazione viene allegata al presente verbale e ne costituisce parte integrante. Si evidenziano, in particolare, i seguenti punti.

1. Cattiva qualità dei dati ottenuti con stime di tipo TOP-DOWN, necessità di creare un database informatico delle emissioni per avere una informazione dettagliata sulla scala della provincia di Verona.
2. Difficoltà di stimare i flussi di traffico ai centri commerciali. I comuni si impegnano richiedere in tempi molto brevi ulteriori dati, che consentano tale stima, ai comuni nei quali i centri commerciali sono ubicati. S. Manservisi chiede che tra gli attrattori di traffico vengano considerati anche i parcheggi.
3. Mancanza di dati di variazione dei flussi di traffico a Verona in conseguenza a una nuova viabilità, fondamentali per lo studio del traffico.
4. Le elaborazioni relative alle emissione dovute al riscaldamento a Verona devono essere aggiornate con i nuovi dati che verranno forniti da AGSM nei prossimi giorni.
5. Le emissioni nel settore di agricoltura sono inferiori a quelle stimate da ORAR: probabilmente questo è dovuto al fatto che ORAR usa un proxy unico per agricoltura e allevamento, dando un forte perso all' allevamento estensivo, mentre nella realtà in studio l'allevamento è intensivo, caratterizzato da minori emissioni di ammoniaca. I comuni dicono che avrebbero accesso al database della regione per emissioni di nitrati, ma l'estrazione richiederebbe troppo tempo, perché fatta comune per comune. E. Marocchio dice che i dati necessari sono in fase di invio da parte della Regioni.
6. Un esempio di relazione tra la diminuzione dell'altezza di rimescolamento e l'aumento progressivo del carico inquinante giornaliero del PM10.
7. Individuazione di situazioni da inquinamento critiche tramite l'introduzione di indici globali di qualità dell'aria che tengano conto di altezza di rimescolamento, velocità del vento, emissioni ecc., scorporando le due componenti, emissiva e meteorologica, al fine di stimarne i rispettivi contributi. Interviene R. Tardiani sottolineando la richiesta che viene spesso formulata dagli amministratori di quanto eventuali miglioramenti della concentrazioni siano dovuti a fattori meteo e/o a provvedimenti limitativi delle emissioni. P. Frontero a tal scopo suggerisce di valutare le soglie di parametri meteorologici (intervalli utili di precipitazione, vento ecc) atte a ridurre le situazioni acute da inquinamento; cioè una sorta di indice di qualità positiva dell'aria volta appunto a individuare situazioni di rimozione o dispersione degli inquinanti.

F. Predicatori evidenzia la necessità di una più attiva collaborazione con l'Università e i comuni nella seconda parte del progetto, in cui verranno esaminati possibili scenari futuri. Infatti, i PAT dei comuni consentono di fare solo delle ipotesi sulle possibili modifiche del territorio. E' necessario verificare coi comuni che la lettura dei PAT sia corretta e avere un confronto con loro per la redazione di ipotesi di scenari. E' altresì necessario discutere poi tali ipotesi con l'Università. M. Ragazzi risponde che l'Università di Trento si aspetta da ARPAV un'informazione già "predigerita" per la realizzazione di possibili scenari.

Verbale dell'incontro del comitato tecnico "PIANO DI AZIONE E RISANAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA"	DIPARTIMENTO ARPAV DI VERONA 14/01/2010	Inizio h. 14.00 Fine h. 19.00

S. Manservisi chiede se sarà possibile disporre di informazioni non solo sulle emissioni ma anche sulle concentrazioni di inquinanti nell'aria, dato necessario per operare stime sulle ricadute sanitarie degli stessi. M. Ragazzi risponde che in generale non sarà possibile, a causa della mancanza di un sufficiente dettaglio dei dati; solo per la sorgente del traffico veicolare sarebbe possibile la rappresentazione spaziale dettagliata e invita ARPAV a aggiornare e migliorare un vecchio studio sul traffico in Corso Milano (comune di VR). ARPAV valuta positivamente questa opportunità.

P. Camponogara chiede se è possibile fare un analogo studio su una strada statale. F. Predicatori dice che ARPAV è disponibile a riprendere il lavoro su corso Milano, aggiornandolo con dati di traffico attuali e studiando l'effetto di un ipotetico incremento del traffico; suggerisce inoltre di studiare anche strade come la SS11 o la Gardesana, che attraversano più comuni. R. Tardiani suggerisce di non concentrarsi solo su Verona e ricorda che è già stata progettata la riqualificazione di Corso Milano che potrà avere ripercussioni sulla viabilità

R. Tardiani chiede se l'Università è in grado di fare delle simulazioni di scenari per realtà industriali diverse da quella che hanno già trattato (Mondadori printing), nell'ambito di questo incarico. Allo scopo di evidenziare situazioni critiche in cui può essere auspicabile un intervento dell'autorità sanitaria. G. Antonacci dice che questo lavoro potrà essere fatto per la SS11 zona Est. ARPAV si impegna a fornire i dati di altezza degli edifici per consentire di effettuare un confronto tra due realtà urbane diverse, una in cui la disposizione e le caratteristiche degli edifici determinino un "effetto canyon" e un'altra in cui questo effetto è assente.

F. Predicatori chiede se il prototipo di tabella costi-benefici presentata possa essere soddisfacente. R. Tardiani risponde che è un po' misera. F. Predicatori mette in evidenza la difficoltà di quantificare in modo completo il valore del beneficio, includendo questo non solo il risparmio in termini di emissioni, ma anche, per esempio, il benessere sociale etc., nonché la difficoltà di individuare le specifiche azioni che un comune abbia intenzione di intraprendere dalla lettura dei PAT, che sono spesso molto generici.

M. Ragazzi chiede ad ARPAV se l'adeguamento dell'indice proposto da UniTn in vista della presente riunione e la conseguente riassegnazione dei compiti per la stesura dei paragrafi della relazione finale, sia condivisa da ARPAV. F. Predicatori conferma che le modifiche vanno bene. La tabella dei compiti, così modificata viene riportata in appendice al presente verbale di cui costituisce parte integrante.

Si concorda di vedere tutti i rappresentanti dei Comuni l'1 febbraio, con successiva definizione del calendario di incontri con i Comuni.

Allegati
Indice Piano Qualità dell'aria
Presentazione a cura di CISMA e Università di Trento

La coordinatrice del PQA
Dott.ssa Francesca Predicatori

Indice Piano di Qualità dell'Aria Verona

	CONVENZIONE						CONVENZIONE mod					
	ARPAV	UNITN	CVR	PVR	AC	ULSS	ARPAV	UNITN	CVR	PVR	AC	ULSS
0 - Introduzione	ST	E					E	ST				
1- Quadro normativo												
- quadro delle norme vigenti	ST	E		ST			E	ST		ST		
- identificazione degli inquinanti di interesse del PQA	ST	E					E	ST				
2 - Analisi della situazione attuale												
2.1 Caratterizzazione del territorio												
2.1.1 Caratteristiche morfologiche		E					E					
2.1.2 Caratterizzazione meteo-climatologica	ST	E					ST	E				
2.1.3 Attività produttive e infrastrutture		E					E					
2.1.4 Valutazioni epidemiologiche sulla base del flusso corrente dei dati sanitari disponibili						E						E
2.1.5 Insediamenti civili		E						E				
2.1.6 Distribuzione delle fonti emissive												
Raccolta dati relativi alle emissioni (stato di avanzamento dell'inventario)	ST	E					ST	E				
Approfondimenti (ad integrazione dell'inventario)												
- Ruolo combustione legna	ST	E					ST	E				
- Emissioni dalle attività connesse alla gestione rifiuti	ST	E					ST	E				
- Emissioni dalle attività connesse alla gestione acque reflue	ST	E					ST	E				
- Emissioni dalle attività di cava	ST	E					ST	E				
- Emissioni dalle attività di allevamento	ST	E					ST	E				
- Emissioni dalle attività di fonderia/acciaieria	ST	E					ST	E				
- Emissioni dalle attività turistiche e da centri commerciali	ST	E					ST	E				
- Valutazione dell'incidenza della risospensione di PM10	ST	E					ST	E				
- Emissioni da traffico	ST	E					ST	E				
- Emissioni da attività economiche e sociali	ST	E					ST	E				
- Valutazione dell'inquinamento proveniente da aree esterne provinciali	ST	E					ST	E				
- Valutazione dell'inquinamento proveniente da aree esterne extraprovinciali		E						E				
- Valutazione di emissioni da fonti naturali		E						E				
2.2 Situazione della qualità dell'aria												
2.2.1 Rete di monitoraggio	E	AA					E	AA				
2.2.2 Andamento storico dei dati di qualità dell'aria	E	AA					ST	E				
2.2.3 Politiche adottate												
Ricognizione di studi preesistenti												
- Studi relativi alla realtà in esame	ST	E					ST	E				
- Letteratura		E						E				
Analisi dei dati della rete di monitoraggio e individuazione di aree non adeguatamente coperte da campagne	E	AA					ST	E				
Analisi dell'efficacia di precedenti provvedimenti per la tutela della qualità dell'aria (blocchi circolazioni, pulizia strade, ...)		E						E				
Valutazione delle correlazioni fra situazioni meteorologiche e inquinamento	E	AA					E	AA				

3 - Azioni												
3.1 Azioni coordinate a breve termine												
3.1.1 Traffico		E						E				
3.1.2 Attività produttive		E						E				
3.1.3 Riscaldamento domestico		E						E				
3.1.4 Scenari da simulazione degli effetti di azioni a breve termine in condizione avverse		E						E				
3.1.5 Analisi costi/benefici		E						E				
3.2 Analisi delle prospettive attualmente individuabili e delle azioni di pianificazione per la tutela dell'aria												
3.2.1 Scenari climatologici	AA	E					AA	E				
3.2.2 Prospettive di sviluppo economico e urbanistico risultanti dai piani (PUT, PAT, PTP, Piano cave, Piano rifiuti, Piano energetici, Piano del Commercio)	E	AA					E	AA				
3.2.3 Scenari delle fonti di emissione	AA	E					AA	E				
3.2.4 Scenari della qualità dell'aria	AA	E					AA	E				
3.2.5 Analisi costi/benefici	E	AA					E	AA				
3.3. Azioni informative												
3.3.1 Rassegna di buone pratiche	AA	E					AA	E				
3.3.2 Azioni di comunicazione verso le categorie (imprenditori, artigiani, amministratori di condomini, agr	ST	ST	E		E		ST	ST	E		E	
3.3.3 Azioni di comunicazione verso la cittadinanza	ST	ST	E		E		ST	ST	E		E	
3.4 Accordi												
3.4.1 Promozione di accordi	ST	ST	E		E		ST	ST	E		E	
4 - Procedure per il monitoraggio e adeguamento del piano												
4.1 Determinazione di indicatori e modalità di monitoraggio delle fasi del piano e dei relativi risultati	AA	E					AA	E				
4.2 Indicazione dei meccanismi di correzione	E	ST					E	ST				
4.3 Determinazione delle risorse necessarie al monitoraggio	E	ST					E	ST				

Riunione Gruppo Tecnico Operativo

14/01/2010

Piano di Qualità dell'Aria

PRESENTAZIONE A CURA DI:

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO
Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale

CISMA

Ordine del giorno 1/2

1. Approvazione del verbale della seduta precedente (CT del 19/11/2009).
2. Approvazione tabella definitiva di ripartizione dei costi e delle fatture.
3. Aggiornamenti sullo stato di avanzamento dei lavori:
   a. UNITN:
      - Elaborazione dati emissioni per settori;
      - Elaborazione dati meteorologici non standard;
      - Considerazioni relative alle elaborazioni connesse ai dati:
        - disomogeneità degli attrattori di traffico,
        - disomogeneità delle informazioni arrivate dai Comuni;
        - confronto stime emissioni con dati ORAR per macrosettore;
      - Stati di completamento delle parti della relazione finale di competenza

   b COMUNI (Dott.ssa Marocchio): aggiornamento reperimento dati allevamenti dalla Regione.

   c PROVINCIA (Ing. Righetti): chiarimenti in ordine alle procedure di autorizzazione alle emissioni in atmosfera

Ordine del giorno 2/2

4. Valutazione degli scenari attuali, con particolare riguardo all'utilizzo dei dati meteo e dell'inventario delle emissioni.
5. Definizione dei casi studio.
6. Quantificazione delle emissioni negli scenari futuri.
7. Aggiornamento dell'indice della relazione finale.
8. Definizione del cronoprogramma relativo al completamento delle attività connesse al piano.
9. Attività attuali di ARPAV connesse al piano.
10. Discussione della proposta ARPAV relativa alla stima dei costi-benefici.
11. Approfondimenti connessi al piano.
12. Incontro con sindaci e tecnici delle diverse amministrazioni comunali coinvolte.
13. Varie ed eventuali

1. Approvazione del verbale della seduta precedente (CT del 19/11/2009)

Verbale con modifiche Unitn

2. Approvazione tabella definitiva di ripartizione dei costi e delle fatture.

3. Aggiornamenti sullo stato di avanzamento dei lavori

Premesse metodologiche

Il PQA deve soddisfare i seguenti criteri:

- Completezza
- Coerenza metodologica
- Congruenza
- Precauzione

Criteri che il PQA deve soddisfare 1/3

Completezza
Occorre avere incluso tutti i fattori fisico-chimici ragionevolmente rilevanti per la qualità dell'aria (emissioni, fattori meteo-climatici, ecc.). Occorre inoltre avere adeguatamente coperto tutte le parti dell'area in esame

Coerenza metodologica
I processi che determinano la qualità dell'aria sono tra loro concatenati (es. processi di emissione + meteo/clima + dispersione + trasformazioni in atmosfera + deposizione + risospensione +...). Una elevata incertezza nella valutazione anche di un solo anello della catena può ripercuotersi su una grande incertezza del risultato finale. E' importante che tutti i passaggi siano determinati con un "confrontabilmente piccolo" livello di incertezza.

Criteri che il PQA deve soddisfare 2/3

Congruenza

Nella valutazione dei fattori di cui sopra occorre utilizzare metodologie tra loro coerenti, sia nell'analisi dei dati, sia nell'uso di algoritmi e modelli per la effettuazione di stime e simulazioni quali/quantitative. Coerenza nell'analisi delle diverse parti dell'area in esame, coerenza nella trattazione dei diversi macrosettori emissivi.

Criteri che il PQA deve soddisfare 3/3

Precauzione

Le cause possono essere diagnosticate solo quando sia possibile escludere il ruolo di altre cause concomitanti, o quanto meno sia possibile valutare l'effetto di diverse combinazioni in diversi scenari.

In mancanza di queste condizioni, è doveroso estendere e approfondire l'acquisizione e l'esame dei dati fintantoché non saranno soddisfatte le condizioni di cui sopra, escludendo interferenze e falsi positivi.

Coerentemente l'adozione di azioni (terapia) può essere raccomandata solo laddove esistano elementi sufficientemente certi che tali azioni:

1. Incidano efficacemente sulla causa su cui si vuole intervenire;
2. Siano calibrati - per tempi, modi, dimensioni, condizioni al contorno, ecc. - in maniera tale da produrre un esito soddisfacente rispetto ad un'analisi costi/benefici".

Emissioni (dati catasto nazionale disaggregato) - 1/3

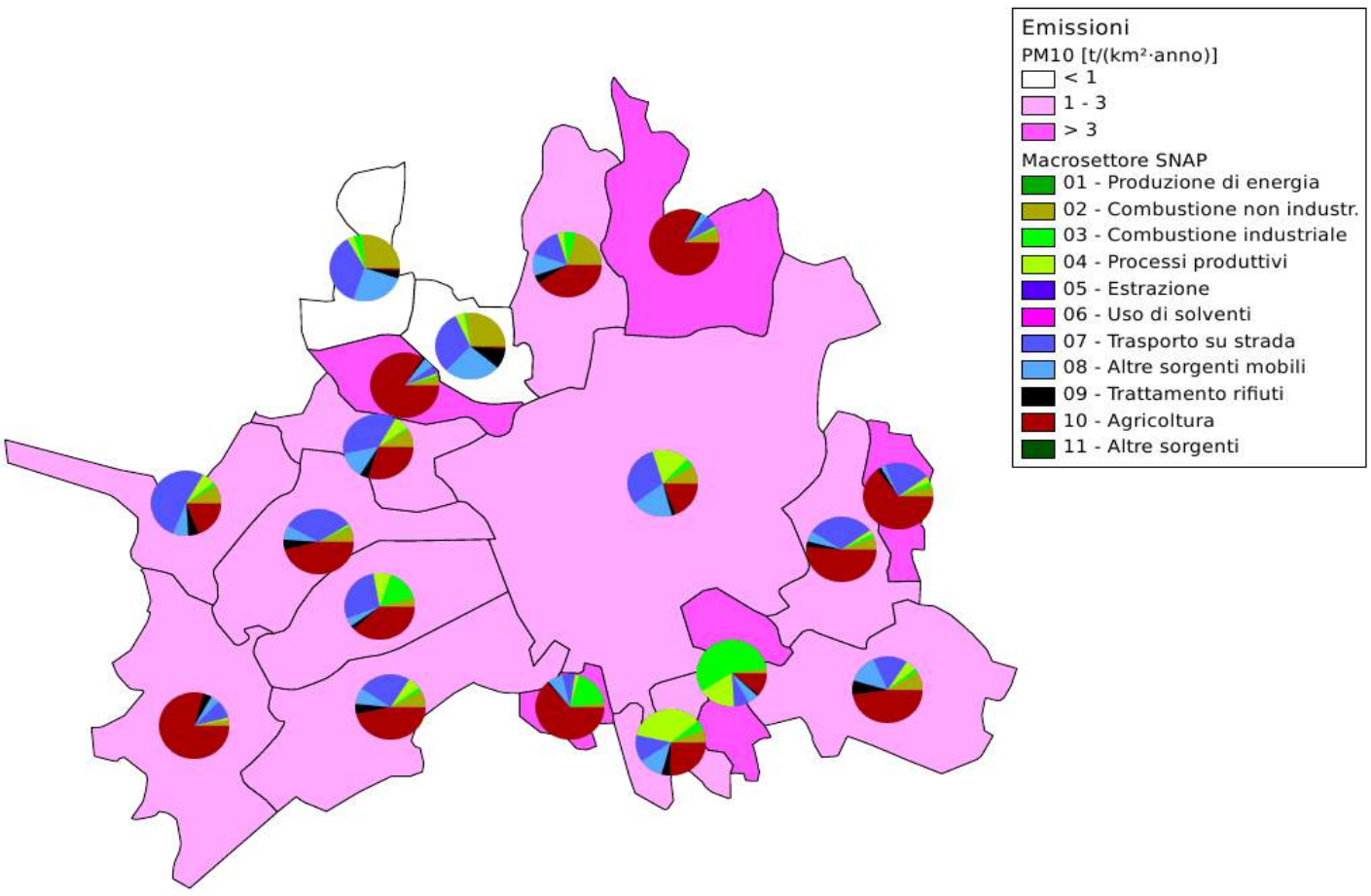
Il catasto nazionale disaggregato fornito da ORAR è stato utilizzato per:
- avere un'indicazione delle emissioni dei comuni nell'ambito del TTZ;
- ottenere un riscontro con emissioni calcolare con metodo bottom-up
- avere una stima quantitativa per i macrosettori per i quali non esistono dati a livello comunale

In alcuni casi il dato si è rivelato molto “prezioso” in quanto unica fonte disponibile; in altri casi si rileva nei valori assoluti di emissione, e quindi nelle ripartizioni percentuali delle fonti, delle anomalie dovute al metodo di calcolo che è in realtà pensato per aree più vaste della dimensione comunale.

Per la stesura di un piano è necessario quantificare le fonti, ma in alcuni casi i dati nazionali sono fuorvianti: ad esempio risulterebbe che il 43% delle PM10 emesse venga dall'agricoltura.
Non è probabilmente un errore in sé come valore assoluto ma una sottostima di altri settori.
→ necessità di interpretazione del dato

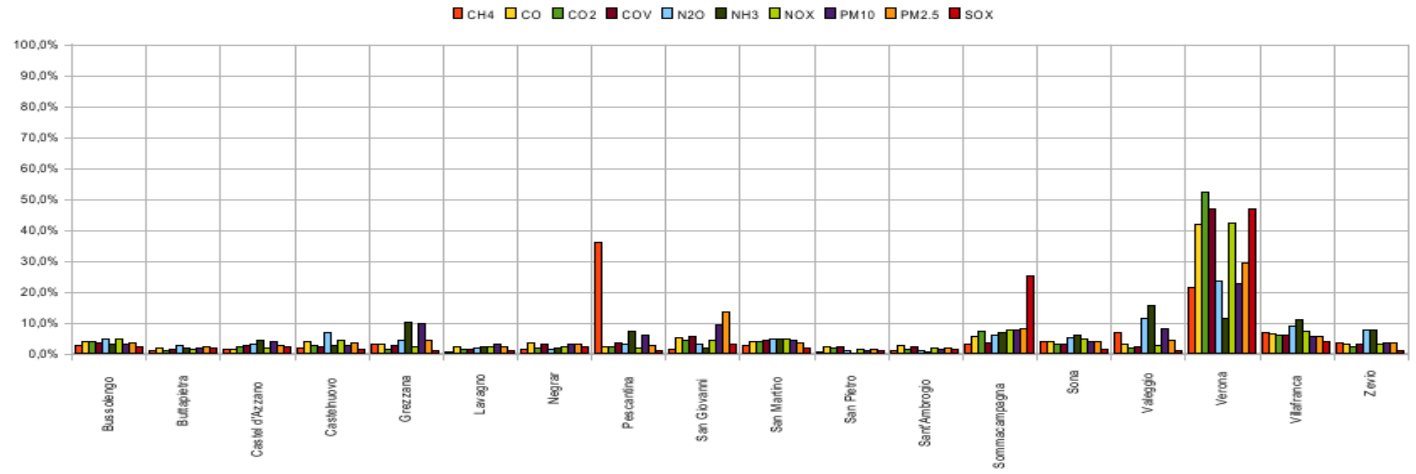
Utilità nella ripartizione per comuni
(scala con il n° abitanti e/o superficie)

Emissioni (dati catasto nazionale disaggregato) - 1/3

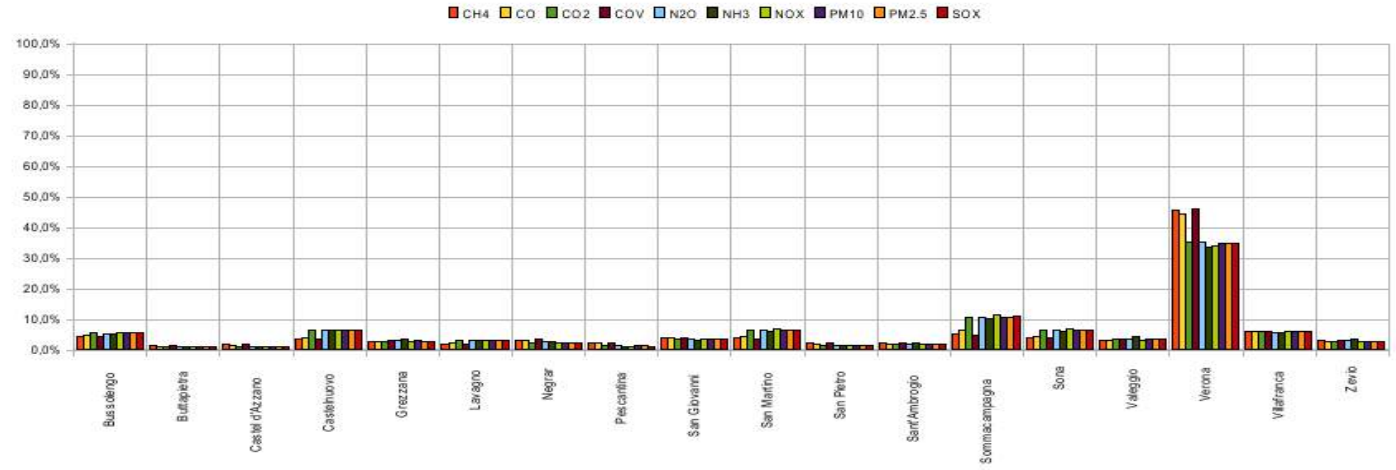


Emissioni (dati catasto nazionale disaggregato) - 2/3

Totale

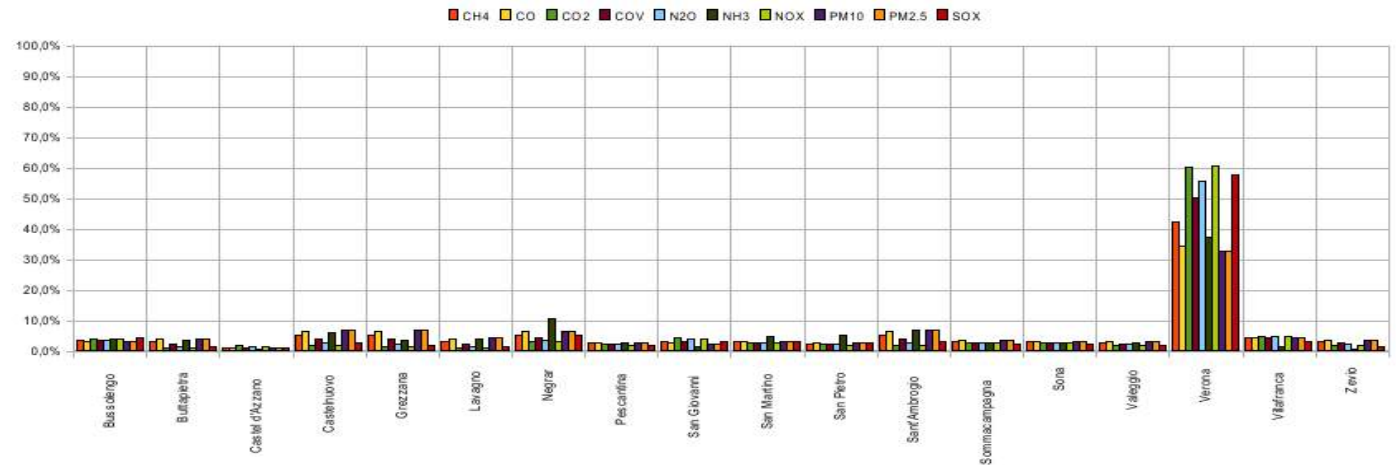


Macrosettore 7

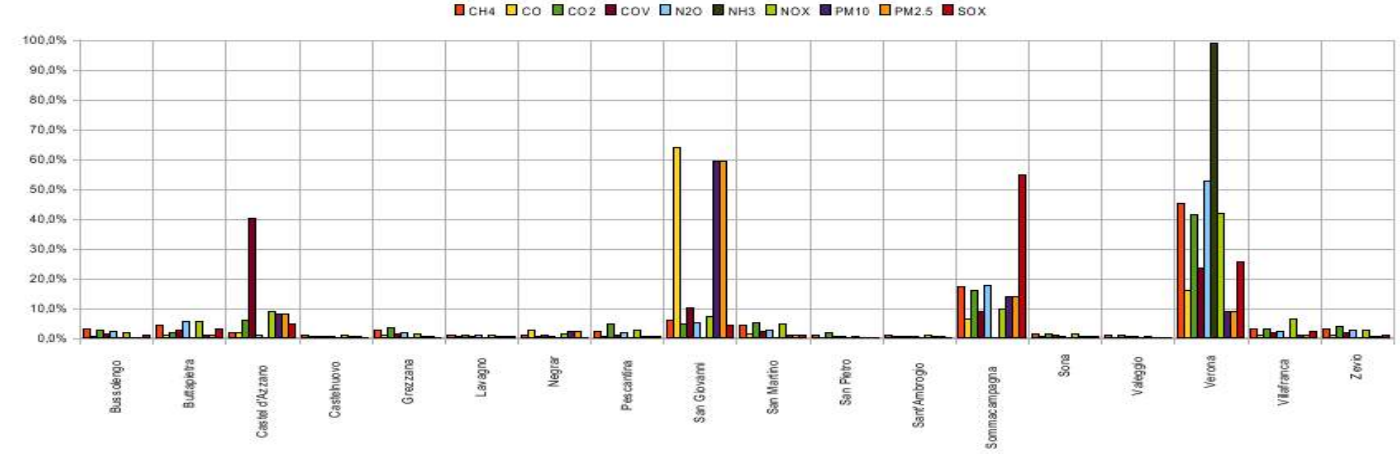


Emissioni (dati catasto nazionale disaggregato) - 3/3

Macrosettore 2



Macrosettore 3



Emissioni puntuali (aziende) - 1/2

Sono state prese in considerazioni le sorgenti puntuali effettuando confronto e “fusione” di dati provenienti da varie fonti (ARPAV, Provincia, Comuni).

Poiché le emissioni del settore industriale sono importanti per una realtà come quella veronese, è stato fatto uno sforzo nella derivazione del dato per poter avere una buona fotografia dello stato attuale, con analisi impianto per impianto per verificare e interpretare il dato. È stato tenuto conto della tipologia di industria e produzione (codici ATECO e classificazione SNAP) e della operatività (h/d e d/a). Dove non disponibile alcun dato di emissione (autorizzativo o misurato) si è usato come proxy la produzione annua usando fattori di emissione INEMAR relativi alla tipologia di prodotto lavorato.

Confronto di dati di derivazione diversa (dati derivanti da controlli / autocontrolli / limiti autorizzativi / stime tramite proxy) → errori complessivi

Comune	*N. aziende*
Bussolengo	12
Buttapietra	9
Castel d'Azzano	3
Castelnuovo del Garda	6
Grezzana	19
Lavagno	1
Negrar	3
Pescantina	0
S.Ambrogio	11
S.Giovanni	20
S.Martino	27
S.Pietro	2
Sommacampagna	7
Sona	11
Valeggio	0
Verona	65
Villafranca	1
Zevio	3
Totale	***200***

Emissioni puntuali (aziende) - 2/2

Il confronto della sommatoria delle emissioni delle aziende con i dati del catasto nazionale disaggregato mostra una forte differenza che fa pensare ad una sottostima sistematica del primo.

Esempio per il comune di Verona (per il quale si hanno maggiori informazioni sulla aziende)

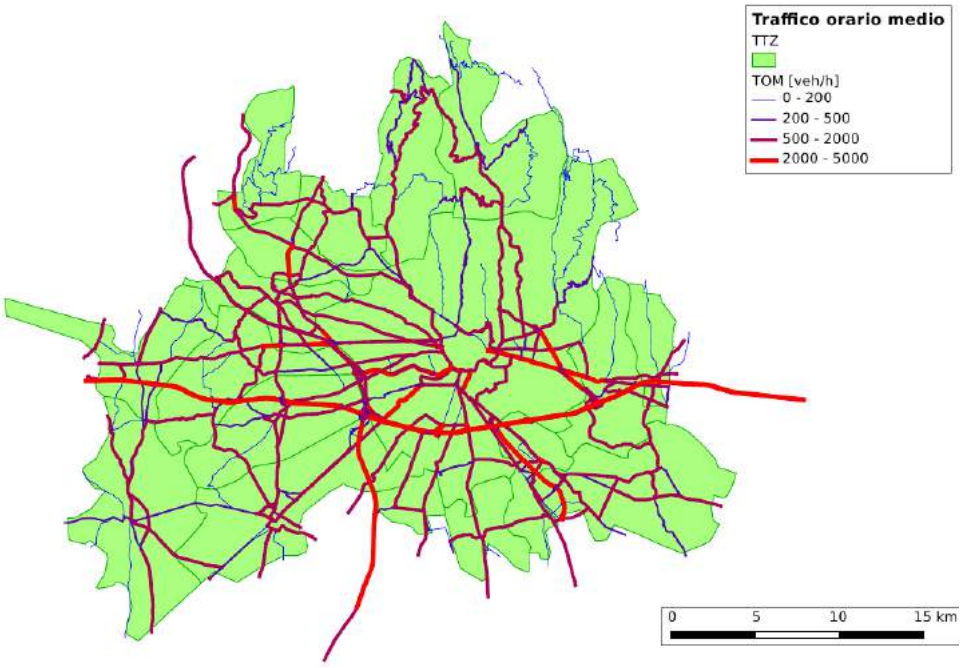
	PTS t/a	NOX t/a	SOX t/a	NH3 t/a	CO t/a	COVNM t/a	PCDD t/a	SOV t/a	COT t/a	COV t/a	CO2 t/a	PM10 t/a	IPA t/a
Somma comune di VR	220	765	165	14	759	1	7.12E-06	2129	2	151	127947	26	0
Dati ORAR comune di VR		98	23	0	33					4	149000	13	

Dati derivati per 200 aziende sui 18 comuni, di cui:
- 67 (33%) con dati di emissione (autorizzati / misurati / calcolati)
- 133 (67%) con dati di produzione

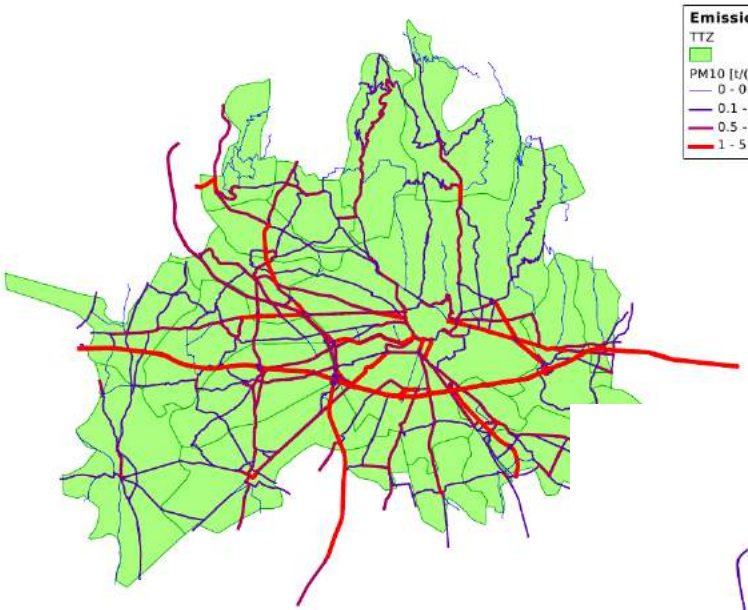
Stato: completato, da verificare

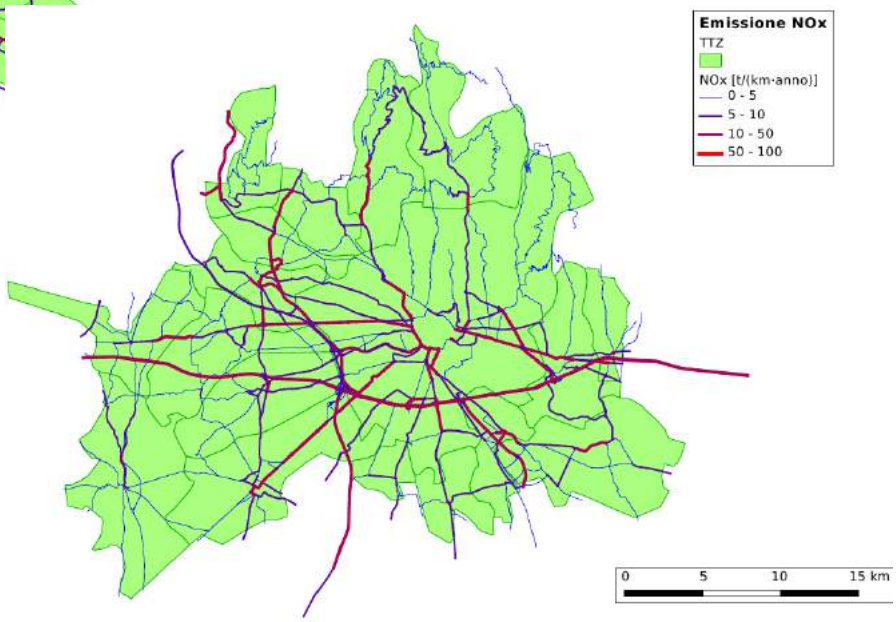
Traffico - 1/4

È stato terminato il calcolo sul grafo del PTCP di cui sono disponibili i risultati per asse stradale per NOx, PM, SO2, HC, CO, CO2; classificati anche come emissione per comune per tratta urbana / extraurbana / autostradale



Traffico - 2/4





Traffico - 3/4

Emissioni da traffico per tutti i macroinquinanti sulla base del grafo stradale e traffico presenti nel PTCP, con esclusione del centro di Verona (da trattare a parte)

	SO2 t/a	NOx t/a	COV t/a	CH4 t/a	CO t/a	CO2 t/a	N2O t/a	NH3 t/a	PM2.5 t/a	PM10 t/a	PTS t/a
BUSSOLENGO	5	713	255	22	2306	172163	5	24	47	58	71
BUTTAPIETRA	0	63	26	2	194	15487	0	2	4	5	6
CASTEL D'AZZANO	1	82	34	3	254	20247	1	3	5	7	8
CASTELNUOVO DEL GARDA	4	596	194	19	1972	141727	4	21	39	48	59
GREZZANA	1	193	80	6	600	47792	1	6	12	16	20
LAVAGNO	5	715	256	22	2310	172673	5	24	47	58	71
NEGRAR	2	234	97	7	728	57996	2	8	15	19	24
PESCANTINA	2	252	104	8	783	62450	2	8	16	21	26
SANT'AMBROGIO DI VALPOLICELLA	1	95	39	3	294	23412	1	3	6	8	10
SAN GIOVANNI LUPATOTO	8	1078	418	34	3409	263794	7	36	70	88	109
SAN MARTINO BUON ALBERGO	11	1473	538	46	4734	356713	10	50	96	120	147
SOMMACAMPAGNA	7	906	291	28	3005	214912	6	32	60	73	89
SONA	8	1069	345	33	3538	253751	7	37	70	86	105
SAN PIETRO IN CARIANO	1	144	59	5	447	35605	1	5	9	12	15
VALEGGIO SUL MINCIO	1	187	77	6	581	46297	1	6	12	15	19
VERONA	25	3238	1250	102	10255	792021	22	108	210	265	326
VILLAFRANCA DI VERONA	5	665	239	21	2147	160775	4	23	43	54	66
ZEVIO	3	399	165	13	1240	98829	3	13	26	33	41

Traffico - 4/4

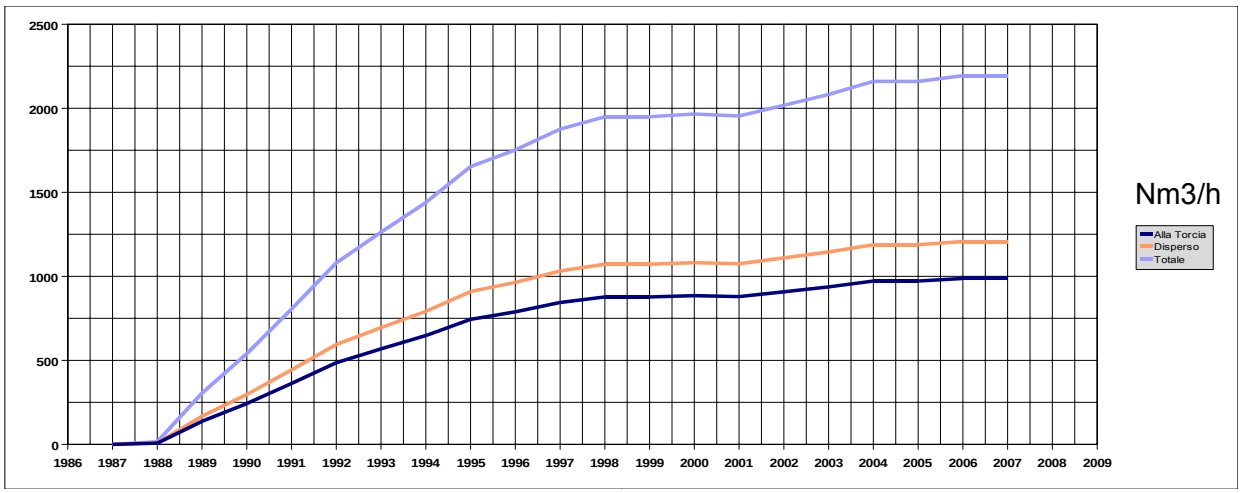
Per modellare in termini di emissioni da traffico il centro del comune di VR si sta tentando di rendere congruenti i dati della matrice O/D (fornita a dicembre dal CdR Traffico) con la condizione al contorno del resto del grafo, anche sulla base dei dati misurati in 4 giorni rappresentativi in 12 varchi del comune di Verona.
La difficoltà sta nel fatto che si tratta di due modelli concettualmente diversi di cui il primo “ragiona” per traffico diffuso, il secondo per traffico lineare, per cui è necessario riassegnare il dato di traffico lineare sulle zone in cui è stato diviso il comune (piano del traffico)

Problematica attrattori di traffico
- scuole (dati completi)
- ospedali (facilmente individuabili)
- centri commerciali (nota la localizzazione e, approssimativamente, la dimensione) → Essendo probabilmente i maggiori attrattori servirebbe in futuro un'analisi specifica per capire nel dettaglio di ciascuno quanto traffico generano

Stato: completato tutta l'area del TTZ escluso Verona centro

Gestione rifiuti

Discarica Pescantina: grande quantitativo di CH4, calcolato per il disperso sulla base dei rifiuti conferiti, il resto è calcolato sulla base di emissioni fornite (scheda INEMAR, ecc...)
Il confronto con i dati del catasto nazionale evidenzia una grande differenza (sovrastima)



	CH4 [t/a]	NOx [t/a]	PTS [t/a]	CO [t/a]	CO2 [t/a]
calcolo biogas	1268	4	34	8	1334
stima catasto naz.	4948	1		24	0

Stato: completato

Riscaldamento domestico

Riscaldamento
- Gas
- Gasolio
- Biomassa

Mancano ancora i dati completi relativamente al teleriscaldamento urbano e quindi è in corso il merging di diverse fonti dati:
- caldaie condominiali / autonome a Verona (DB Comune e AGSM) (settembre 09)
- consistenza provinciale del parco caldaie autonome (dato non uniforme sui comuni) (19 ottobre 2009)
- dati AIRU sul teleriscaldamento e sul consumo di energia.

Convertiti tutti i dati in energia consumata e prodotta è possibile applicare fattori di emissione in g/MWh come indicato dalla metodologia INEMAR.

Essendo in corso da parte del Comune di Verona l'elaborazione del PEAC (Piano Energetico Ambientale Comunale), è ragionevole attendersi nel prossimo futuro un database aggiornato e organico di consumi di combustibili a scopi energetici e delle relative emissioni.

Stato: da terminare

Agricoltura

Calcolo eseguito sulla base del fertilizzante venduto disaggregato per comune sulla base della superficie agricola. Rispetto al dato ORAR si nota una differenza marcata specialmente per NH3, probabilmente dovuta a una differente applicazione della proxy e al fatto che è inglobato l'allevamento. Il dato importante è l'ammoniaca in quanto entra nella formazione del particolato secondario

	Calcolo su base SAU 2007			Elaborazioni ORAR su catasto nazionale		
	NH3 [t/a]	N2O [t/a]	NO2 [t/a]	NH3 [t/a]	N2O [t/a]	NO2 [t/a]
Bussolengo	10.5	2.4	0.8	183.6	27.2	0.0
Buttapietra	17.0	3.2	1.0	105.6	19.9	0.0
Castel d'Azzano	14.7	2.8	0.9	242.0	23.4	0.0
Castelnuovo del Garda	24.9	4.8	1.6	149.2	25.0	0.0
Grezzana	2.4	0.9	0.3	587.2	31.3	0.0
Lavagno	6.5	1.6	0.5	134.1	10.7	0.0
Negrar	3.9	1.7	0.6	107.1	6.0	0.0
Pescantina	4.9	1.7	0.6	355.1	21.0	0.0
San Giovanni Lupatoto	14.0	2.5	0.8	113.7	17.5	0.0
San Martino Buon Albergo	22.4	4.2	1.4	253.0	27.6	0.0
San Pietro in Cariano	2.9	1.4	0.5	13.6	3.7	0.0
Sant'Ambrogio di Valpolicella	3.7	0.9	0.3	31.6	4.0	0.0
Sommacampagna	32.3	6.6	2.2	377.0	39.6	0.0
Sona	29.1	6.6	2.2	327.9	34.3	0.0
Valeggio sul Mincio	64.8	12.7	4.2	889.8	84.5	0.1
Verona	64.9	15.2	5.0	621.6	77.5	0.1
Villafranca di Verona	51.4	11.0	3.6	631.0	63.9	0.1
Zevio	56.4	11.1	3.6	444.9	60.1	0.1
Totale area	***449.6***	***97.2***	***31.8***	***5568.1***	***577.1***	***0.6***

Stato: completato

Allevamento

I dati disponibili constano di
- dati quantitativi per 4 comuni (in parte cartaceo)
- dati quantitativi e localizzati (→ diffusione sul territorio) per il comune di Castelnuovo
- per gli altri solo la lista ma non la consistenza numerica dei capi

È quindi possibile effettuare ad ora una stima approssimata ottenendo il totale di emissione sull'area del TTZ ipotizzando che la dimensione media degli impianti sia la stessa su tutti i comuni.
In sospeso: usando il dato ORAR come totale si può sottrarre il contributo dell'agricoltura per ottenere la consistenza di questo macrosettore, specialmente per NH3, chiudendo il bilancio.

Difficile la disaggregazione comunale (con esclusione di 5 comuni)

Sono attesi i dati dalla Regione

Stato: in sospeso, stima approssimata completa

Aeroporto

Eseguito il calcolo delle emissioni sulla base della lista movimenti dei singoli aeromobili e utilizzando fattori di emissioni EMEP all'interno del ciclo LTO (< 1000 m).
Dati di input molto dettagliati → elevata confidenza per le emissioni totali; la ripartizione percentuale sui comuni interessati (Verona, Villafranca, Sommacampagna) è indicativamente ½ - ¼ - ¼.

Differenza significativa rispetto al dato ORAR (sovrastima)

Emissioni totali (Verona + Villafranca + Sommacampagna)

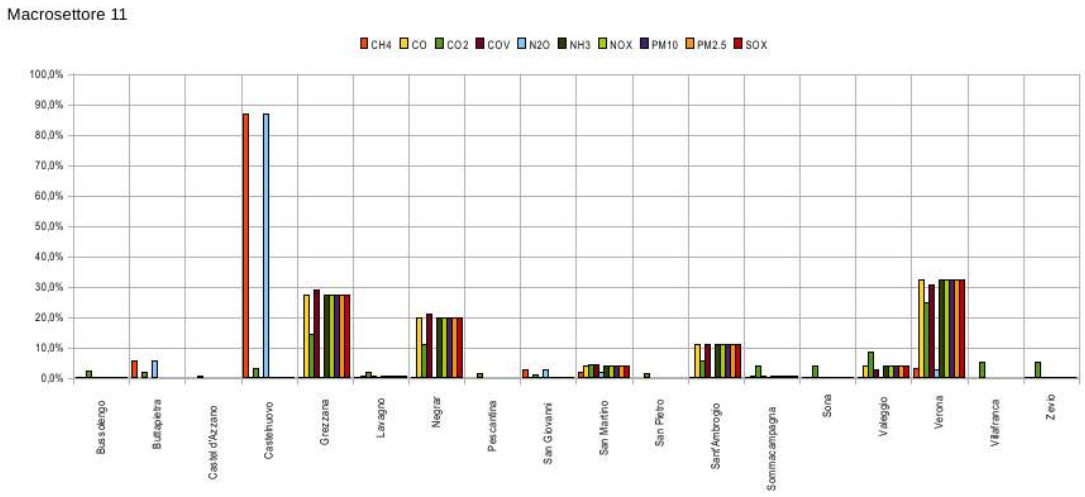
	Fuel [t/a]	NOx [t/a]	HC [t/a]	CO [t/a]
calcolo con EF EMEP	18307	210	31	240
disaggregazione catasto naz.		1204		1347

Stato: completato

Fonti biogeniche

Emissione da copertura vegetale (COV) derivabile tramite fattori di emissione per tipologia di vegetazione usando fonti ISTAT e PTCP. Il totale torna con il dato ORAR (~115 t/a COV totale sul TTZ) e comunque non preoccupante

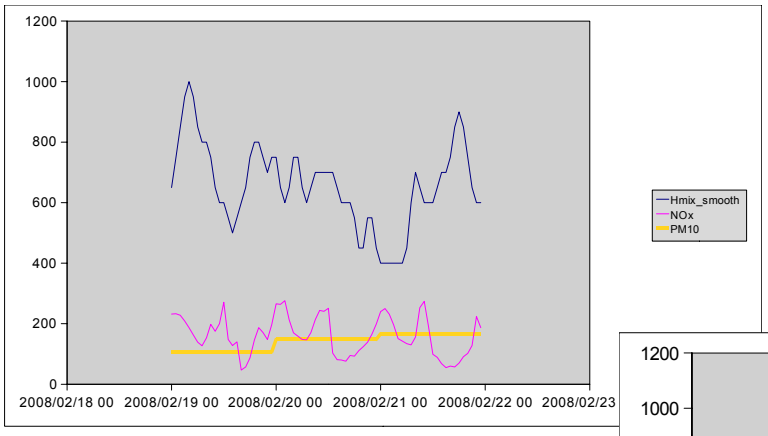
• Da rivedere la suddivisione tra comuni perché emissione boschi diversa da emissione colturale
• Castelnuovo: verificare se il consistente dato CH4 (gas serra) può essere effettivamente imputato al lago



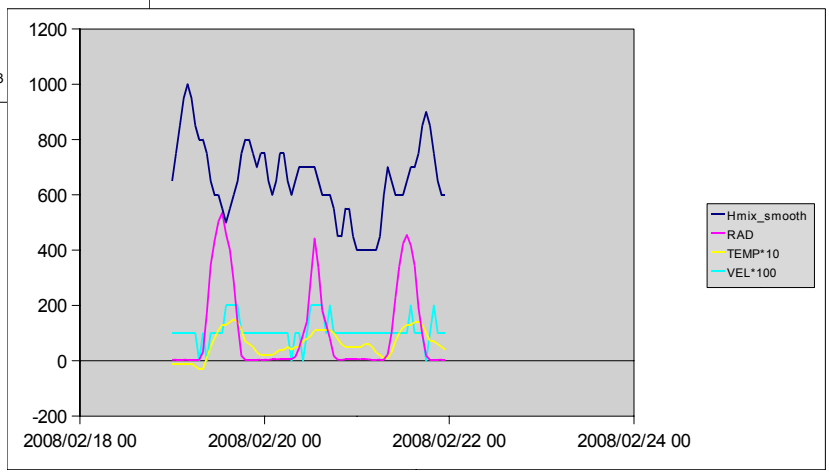
Stato: quasi completo, da verificare

Meteorologia e qualità dell'aria 1/3

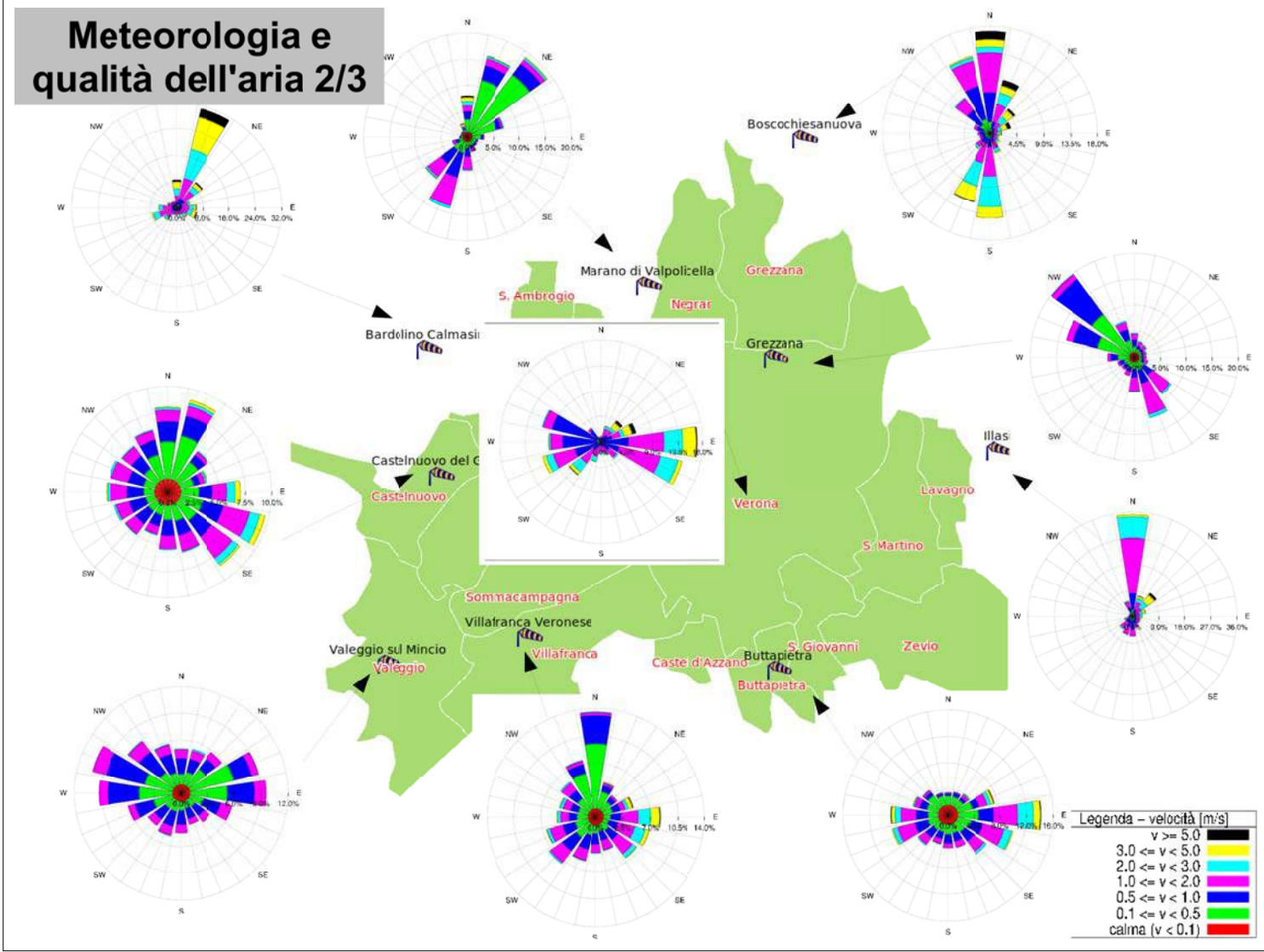
L'elaborazione di dati meteo non standard permette di correlare l'occorrenza di situazioni critiche con le condizioni meteorologiche e dedurre quindi fino a che punto è ragionevole attendersi miglioramento sulla base di provvedimenti di riduzione delle emissioni



Esempi di elaborazione dati forniti da Centro Meteo Teolo per ottenere la quota di miscelamento e correlazione con dati meteo e qualità dell'aria (es. Cason PM10 e NOx)



Meteorologia e qualità dell'aria 2/3



Meteorologia e qualità dell'aria 3/3

Analisi climatologica

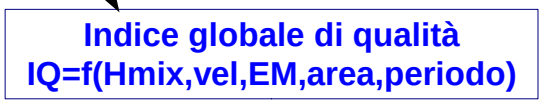
SCOPO:
individuare le criticità meteo favorevoli all'accumulo di inquinanti
- venti deboli
- bassa altezza di rimescolamento

Analisi della qualità dell'aria

SCOPO:
individuare le criticità relative alle emissioni tramite elaborazione dti QA ed emissioni

Indice criticità meteo
IM=f(Hmix,vel)
derivato da progetto ALPNAP (terminato)

Indice di emissione
IE=f(EM,area,periodo)
in corso di elaborazione



Indice globale di qualità
IQ=f(Hmix,vel,EM,area,periodo)

Risultati previsti nel documento finale

• Relazione generale su tutta l'area in esame descrittiva dell'analisi dettagliata sullo stato attuale con riferimento alla meteorologia, qualità dell'aria ed emissioni.

• Scheda per comune contenente
  - Classificazione climatica e sulla base della qualità dell'aria complessiva
  - Totale emissioni stimate e ripartizione per settore / inquinate
  - Individuazione dei settori su cui è possibile agire
  - Efficienza provvedimenti attesa (limitatamente ai macrosettori in cui c'è sufficiente informazione)

Mentre il risultato generale è in qualche maniera omogeneizzato, la scheda per comune potrà avere contenuti in parte differenziati a causa della disomogeneità delle informazioni pervenute.

Caso di studio 1/5

Azienda: Mondadori

INPUT, la scheda emissioni fornita:

a) che emissioni rappresenta (autorizzate? misurate?)

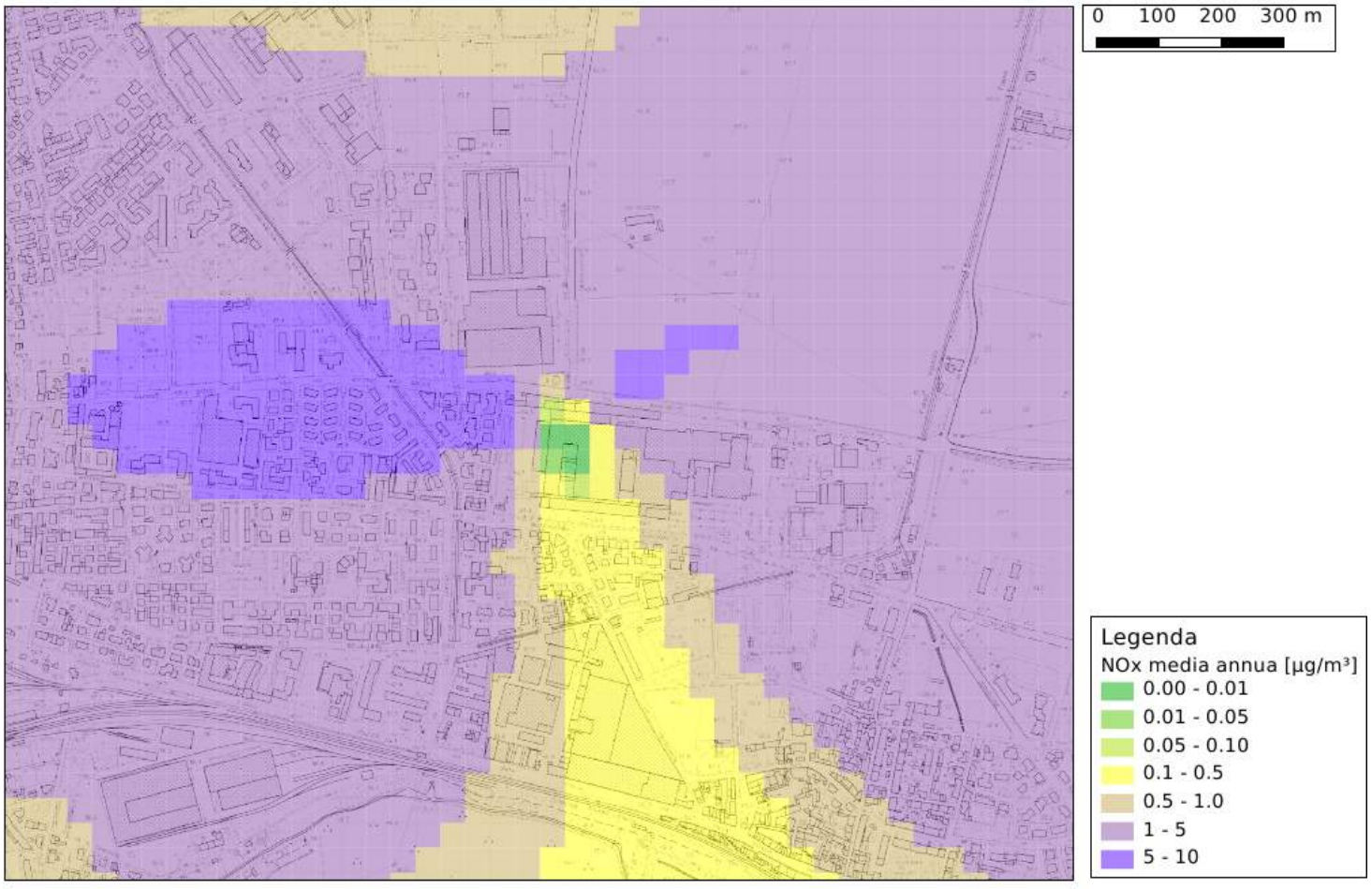
b) a quale data si riferisce, è aggiornata o meno alla situazione attuale?

Emissioni (+ di 100 punti di emissione a bassa quota <= 25 m):
- NOx → 12,8 kg/h
- SO2 → 2,4 kg/h
- PTS → 3,7 kg/h
- Cr6 → 0,004 kg/h

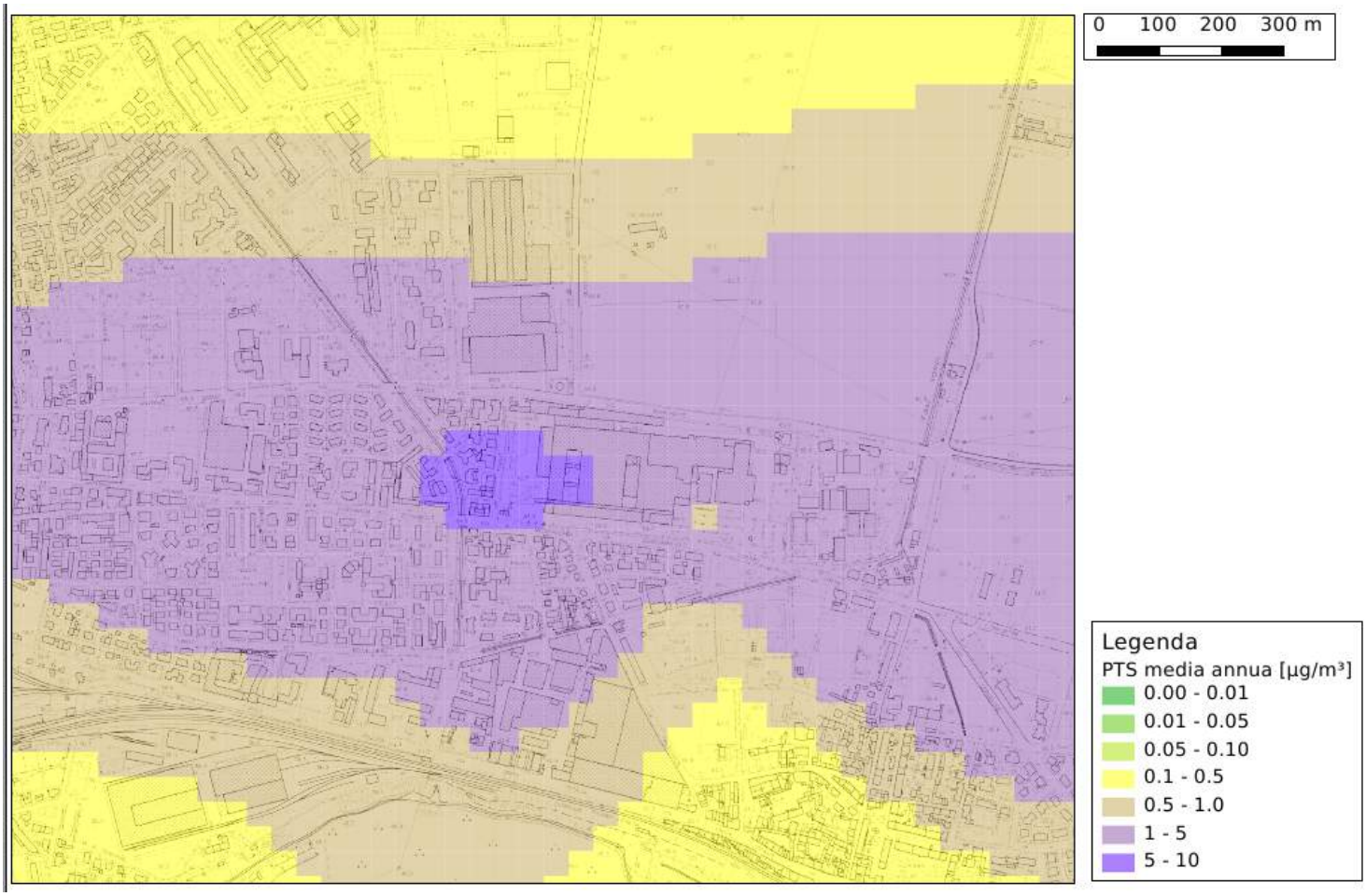
Parametri di impianto utilizzati:
- temperatura
- portata
- diametro camini

METODO, Calcolo eseguito con il modello ISC (U.S. EPA) su un dominio di 4x4 km con risoluzione orizzontale di griglia pari a 40 m.
Dati meteo: ARPAV via Dominutti, anno di riferimento 2007;
Parametri utilizzati:
- velocità e direzione del vento
- temperatura
- pioggia
- radiazione solare

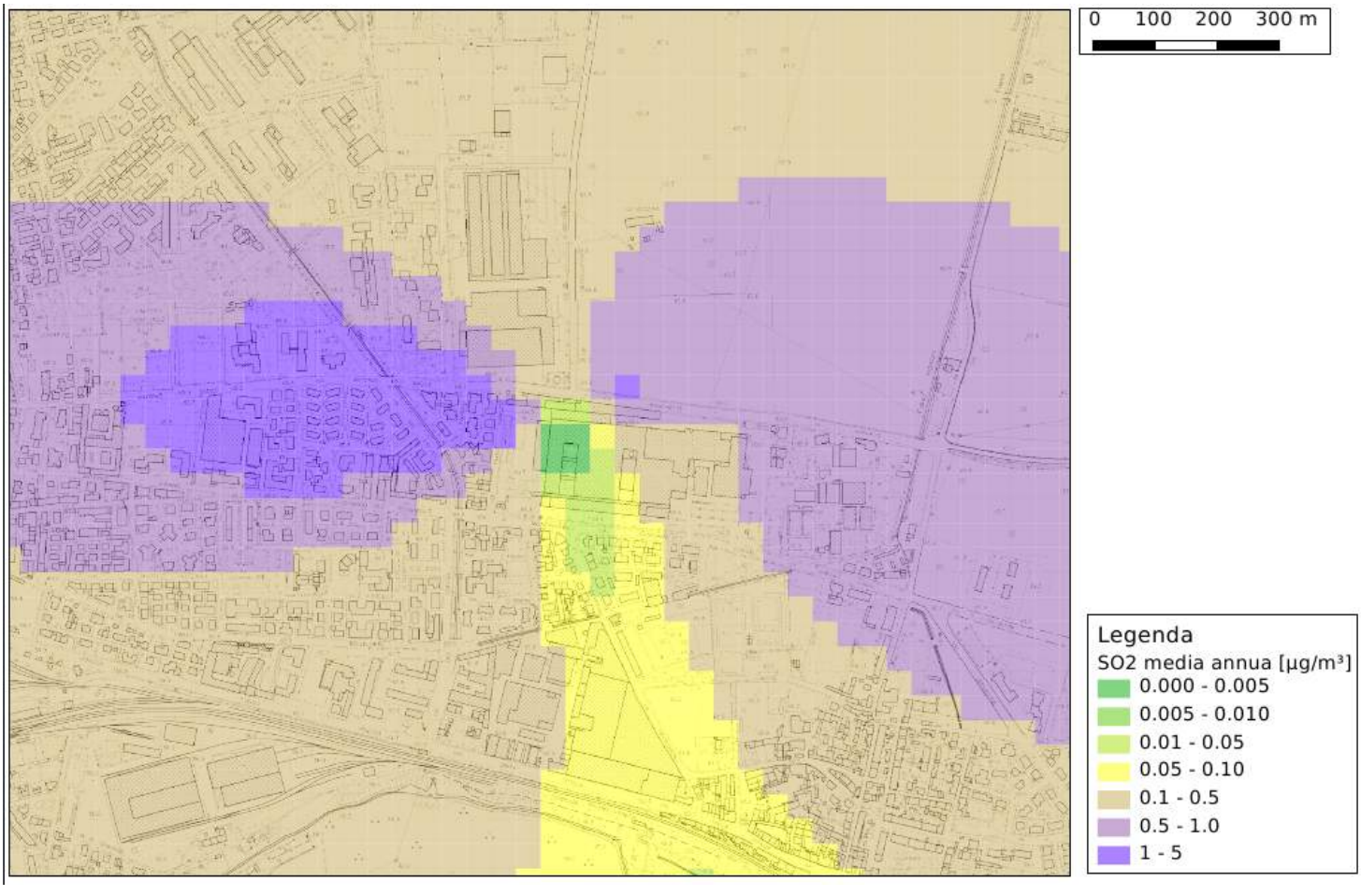
Caso di studio 2/5



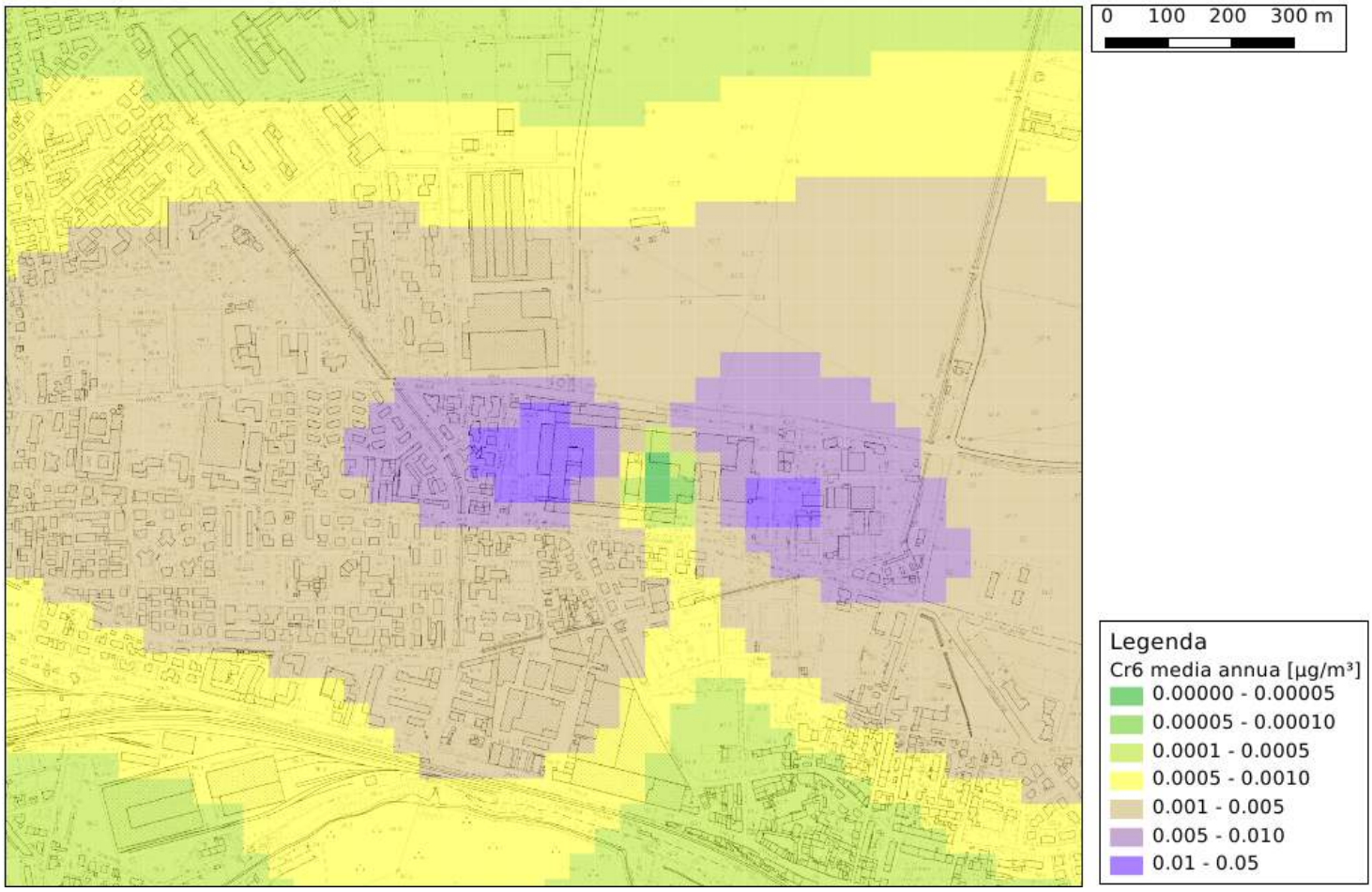
Caso di studio 3/5



Caso di studio 4/5



Caso di studio 5/5



3. Aggiornamenti sullo stato di avanzamento dei lavori:

UniTN

- Elaborazione dati emissioni per settori;
- Elaborazione dati meteorologici non standard;
- Considerazioni relative alle elaborazioni connesse ai dati:
  - disomogeneità degli attrattori di traffico,
  - disomogeneità delle informazioni arrivate dai Comuni;
  - confronto stime emissioni con dati ORAR per macrosettore;
- Stati di completamento delle parti della relazione finale di competenza

Comuni

(Dott.ssa Marocchio): aggiornamento reperimento dati allevamenti dalla Regione.

Provincia

chiarimenti in ordine alle procedure di autorizzazione alle emissioni in atmosfera

4. Valutazione degli scenari attuali, con particolare riguardo all'utilizzo dei dati meteo e dell'inventario delle emissioni.

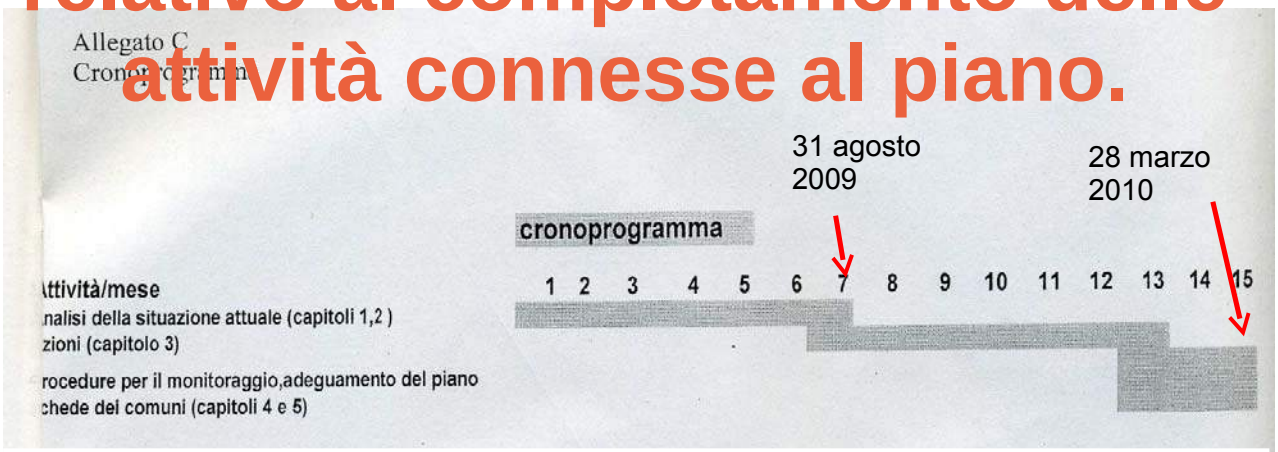
5. Definizione dei casi di studio

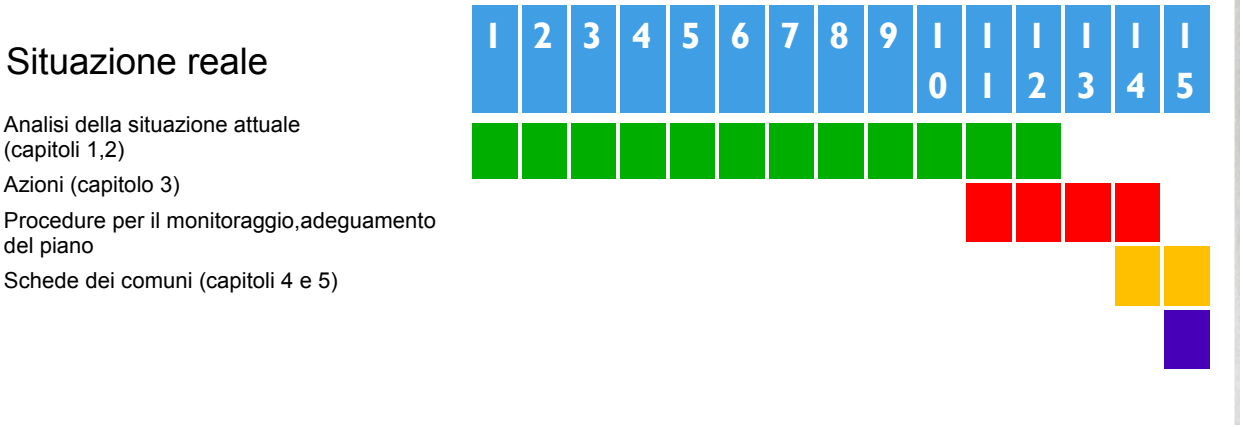
6. Quantificazione delle emissioni negli scenari futuri

7. Aggiornamento dell’indice della relazione finale.

Indice Convenzione

8. Definizione del cronoprogramma relativo al completamento delle attività connesse al piano.





9. Attività attuali di ARPAV connesse al piano.

10. Discussione della proposta ARPAV relativa alla stima dei costi-benefici.

11. Approfondimenti connessi al piano.

1	Ruolo del cittadino; quali sono le decisioni che può prendere per contribuire al miglioramento della QA.
2	Campionamenti di levoglucosano e ruolo della legna (residenziale e pizzerie).
3	Emissioni a bassa quota: potenziali criticità.
4	Il problema della risospensione del particolato.
5	Modellazione di ricaduta NO_x in funzione della distanza dall'asse stradale (ALPNAP).
6	Inquinamento INDOOR: indicazioni di esposizione negli ambienti interni.
7	Caso di studio (Riva Acciai, Mondadori?)
8	Climatologia operativa
9	Efficacia diverse tipologie di barriere nella diminuzione delle concentrazioni degli inquinanti.
10	Valutazione degli effetti dovuti ai sistemi di aspirazione e filtro all'interno delle gallerie e parcheggi.

Riunione Gruppo Tecnico Operativo

14/01/2010

Grazie per l'attenzione

PRESENTAZIONE A CURA DI:

Comune		totale per comune CORRETTO (fattura UNITN) IVA INCLUSA	Importo PRIMA rata (iva inclusa) (già fatturata) 30% importo da convenzione	Importo SECONDA rata (iva inclusa) (non ancora fatturata) 30% importo da convenzione	Importo rata FINALE (iva inclusa) (non ancora fatturata) CONGUAGLIO Totale-prime due rate
1	Buttapietra	€ 4.783,20	€ 1.432,89	€ 1.432,89	€ 1.917,43
2	Lavagno	€ 4.786,51	€ 1.433,86	€ 1.433,86	€ 1.918,79
3	Castelnuovo del Garda	€ 7.935,85	€ 2.377,31	€ 2.377,31	€ 3.181,22
4	Grezzana	€ 7.938,91	€ 2.378,22	€ 2.378,22	€ 3.182,48
5	Sant'Ambrogio di Valpolicella	€ 7.953,28	€ 2.382,45	€ 2.382,45	€ 3.188,39
6	Castel d'Azzano	€ 7.967,35	€ 2.386,59	€ 2.386,59	€ 3.194,16
7	Valeggio sul Mincio	€ 8.152,70	€ 2.441,74	€ 2.441,74	€ 3.269,23
8	San Pietro in Cariano	€ 8.163,82	€ 2.445,01	€ 2.445,01	€ 3.273,80
9	Zevio	€ 8.172,78	€ 2.447,65	€ 2.447,65	€ 3.277,47
10	San Martino Buon Albergo	€ 8.296,64	€ 2.484,68	€ 2.484,68	€ 3.327,28
11	Sommacampagna	€ 8.342,27	€ 2.498,12	€ 2.498,12	€ 3.346,02
12	Pescantina	€ 8.481,88	€ 2.539,79	€ 2.539,79	€ 3.402,30
13	Sona	€ 8.526,00	€ 2.552,79	€ 2.552,79	€ 3.420,43
14	Negrar	€ 8.708,77	€ 2.607,17	€ 2.607,17	€ 3.494,43
15	Bussolengo	€ 9.017,33	€ 2.699,15	€ 2.699,15	€ 3.619,03
16	San Giovanni Lupatoto	€ 11.452,30	€ 3.428,37	€ 3.428,37	€ 4.595,56
17	Villafranca di Verona	€ 12.525,79	€ 3.747,86	€ 3.747,86	€ 5.030,08
18	Verona	€ 50.794,61	€ 15.153,98	€ 15.153,98	€ 20.486,64
TOTALE		**€ 192.000,00**	**€ 57.437,63**	**€ 57.437,63**	**€ 77.124,73**

Verbale dell'incontro del comitato tecnico "PIANO DI AZIONE E RISANAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA"	DIPARTIMENTO ARPAV DI VERONA 11/03/2010	Inizio h. 14.30 Fine h. 17.30

Partecipanti

Francesca Predicatori	ARPAV – DAP VERONA
Paolo Frontero	ARPAV – DAP VERONA
Simona De Zolt Sappadina	ARPAV – DAP VERONA
Davide Tajoli	COMUNE DI VERONA
Andrea Bombieri	COMUNE DI VERONA
Irene Gobbo	COMUNE DI VERONA
Elisa Marocchio	COMUNE DI BUSSOLENGO
Placido Camponogara	COMUNE DI S. MARTINO BUONALBERGO
Marco Ragazzi	UNIVERSITA' DI TRENTO
Dino Zardi	UNIVERSITA' DI TRENTO
Elena Cristina Rada	UNIVERSITA' DI TRENTO
Marina Venturi	UNIVERSITA' DI TRENTO
Gianluca Antonacci	UNIVERSITA' DI TRENTO
Silvia Rigetti	PROVINCIA VERONA
Lucia De Noni	ULSS 20
Silvana Manservisi	ULSS 20
Roberto Oliosi	COMUNE CASTELNUOVO DEL GARDA

Verbale

In data 11 marzo 2010, presso il Dipartimento ARPAV di Verona in via Dominutti 8, si è riunito il comitato tecnico per confrontarsi sulla stesura della relazione del piano di azione e risanamento della qualità dell'aria.

F. Predicatori chiede all'Università di Trento come pensi di accogliere le richieste dei comuni, emerse nelle riunioni del 9 e 11 febbraio, e se, in seguito a questi incontri, non sia il caso di rivedere i titoli dei capitoli, così come la scaletta per la stesura delle diverse parti del piano.

M. Ragazzi risponde che l'Università ha pronta una proposta di modifica dell'indice, tuttavia non sostanziale, relativa solo a qualche titolo. Per quanto riguarda gli "studi pilota", rimane confermata la prima parte del lavoro; nella parte finale del lavoro verranno indicati alcuni approfondimenti ritenuti utili per possibili sviluppi successivi alla definitiva chiusura dell'elaborato; in essi saranno contenuti anche alcuni aspetti trattati in ricerche svolte dall'Università, sottolineando l'importanza e il ruolo sul territorio di alcuni elementi, per tracciare gli sviluppi futuri. Sottolinea che è necessario cambiare il titolo del capitolo "Costi-benefici", svolto da ARPAV, ma i cui contenuti sono sviluppati anche dall'Università nel corso della relazione. Chiede se gli altri partecipanti abbiano letto i documenti messi in rete. Dice che l'Università ha letto quanto scritto da ARPAV e ULSS e che domani caricherà sul sito ftp le sue correzioni. Per la parte scritta da ULSS suggerisce di spezzare in due il documento, usando la seconda parte come cappello introduttivo a "Azioni e strategie", dal momento che aiuta ad una lettura più chiara di quanto segue. Non ci sono tuttavia modifiche sostanziali.

L. De Noni e S. Manservisi dicono che il documento da loro inviato all'Università era una bozza, e che hanno già provveduto a un aggiornamento.

M. Ragazzi dice che l'Università è in attesa di osservazioni/modifiche da parte del comitato tecnico su quello che l'Università ha scritto e condiviso mediante caricamento sul sito ftp ARPAV, e chiede,

se possibile, di averle quanto prima. Dice che la parte della relazione contenente gli approfondimenti, nella versione attuale, è molto più razionalizzata rispetto all'inizio, essendo state selezionate le cose più interessanti. In essa c'e' un breve richiamo alla ricerca di settore.
Un ulteriore modifica riguarda la rete di monitoraggio, paragrafo 2.2.3

E. Marocchio dice di aver letto la maggior parte del documento dell'Università, e di aver apprezzato, dell'Introduzione, il paragrafo "Adeguare". Ritiene che, per il capitolo 3, "Azioni", il titolo sia fuorviante, in quanto si parla di scenari. Sottolinea che è importante la presentazione del capitolo "Azioni", che sarà quello di maggiore interesse per gli amministratori cui è rivolto il piano.

M. Ragazzi dice che, di quel capitolo, una parte riguarda azioni e un'altra scenari. Però capisce l'osservazione.

D. Zardi dice che il PQA non può dare indicazioni dettagliate sugli interventi (anche perché molti interventi ricadono nell'ambito di varie competenze e talora anche di altri strumenti di pianificazione), ma può solo dire quali sono le azioni possibili, e in questo senso, nel capitolo in questione, si parla di scenari.

E. Marocchio ribadisce che il titolo "Azioni" è fuorviante e propone di riformularlo.

F. Predicatori dice che bisogna distinguere lo scenario dalle indicazioni sul tipo di azioni che si possono intraprendere. Forse è più corretto parlare di obiettivi.

P. Camponogara dice che la chiave di lettura esposta da D. Zardi sia chiarita, essendo le azioni il punto di maggior interesse dello studio.

G. Antonacci dice che non sono state ancora descritte in dettaglio le azioni, come ad es. l'aumento delle corsie preferenziali per gli autobus; tali azioni potranno essere in contrasto con un piano di traffico che c'è già: per questo si parla di "azioni potenziali".

F. Predicatori dice che è importante indicare, tra le azioni, la possibilità o auspicabilità di collegamenti con gli altri strumenti di pianificazione.

G. Antonacci ribatte che è un'operazione delicata esprimersi sulla predominanza di un piano rispetto agli altri. Per l'amministratore questa è una decisione. Si deve sottolineare che l'amministrazione deve integrare i piani con il PQA.

D. Zardi dice di essere al corrente di due piani energetici del comune. L'università di Bologna che si occupa del piano energetico è molto indietro nella sua stesura rispetto al PQA. Per quanto riguarda invece il piano energetico provinciale, dovrebbe uscire a momenti.

M. Ragazzi dice che per il 12 marzo era prevista la pubblicazione del capitolo sulle azioni, che è già stato messo in rete. Il 12 verrà aggiunto il capitolo sulle politiche adottate, quello sulla determinazione degli indicatori e le modalità di monitoraggio delle fasi del piano, e quello sulla correlazione tra situazioni meteorologiche e inquinamento.

P. Frontero specifica che quest'ultimo è in forma di bozza.

M. Ragazzi dice che il prossimo aggiornamento della relazione, previsto per il 19 marzo, riguarda l'analisi delle prospettive di sviluppo del territorio. Uno scenario può riguardare la filovia. Chiede al Comitato tecnico se le elaborazioni svolte per questo PQA (elaborazioni per la S.S. n.11 di Vago di

Lavagno), essendo proprietà dei 18 comuni aderenti al piano, possono essere utilizzate anche per una consulenza richiesta da AMT. Per contro propone di mettere a disposizione alcune elaborazioni fatte per AMT (in base a dati di maggior dettaglio sulla filovia) all'interno del Piano per la Qualità dell'Aria (PQA)

A. Bombieri dice che i dati di maggior dettaglio sulla filovia che sono stati trasmessi all'Università per il progetto da AMT, possono essere usati per il presente piano, previa autorizzazione di AMT
Il Comitato tecnico autorizza l'utilizzo dei dati sulla SS11.

E. Marocchio chiede avere qualche informazione in più relativamente a quanto emerso nelle riunioni con i singoli comuni.
ARPAV e Università di Trento illustrano brevemente.

M. Ragazzi dice che l'Università inserirà nel piano elementi utili per sviluppare linee guida relativamente alle biomasse, che localmente possono portare delle criticità. Per quanto riguarda la previsione relativa a nuove volumetrie per insediamenti residenziali, il piano già contiene indicazioni su cosa significhi prevedere un'edilizia sostenibile in termini di risparmio energetico.
Per quanto riguarda il problema di traffico del comune di Buttapietra si può fare riferimento ai casi pilota come Vago di Lavagno: le iniziative utili, in casi simili, sono la creazione di strade/circonvallazioni che evitino l'attraversamento dei centri abitati

F. Predicatori evidenzia che tali azioni vanno studiate bene poichè da sole, senza una politica di mobilità complessiva, possono sul medio/lungo periodo favorire il trasporto privato e quindi aumentare il volume di traffico con conseguente congestione anche delle nuove strade.

L. De Noni dice di essere rimasta molto colpita dalle stime modellistiche relative allo studio su Vago di Lavagno, che evidenziano concentrazioni di inquinanti allarmanti. E' importante capire come verrà presentata l'informazione ad esso relativa. Chiede se le stime modellistiche possano essere considerate attendibili o abbiano bisogno della validazione delle misure. In caso affermativo potrebbero essere utilizzate per imporre l'adozione di misure di emergenza.

F. Predicatori dice che ARPAV ha appena completato la relazione sulla campagna di monitoraggio in via Unità d'Italia. Queste misure possono essere utilizzate per operare un confronto con i risultati del modello, tenendo conto che esse non si riferiscono direttamente alla S11, ma a via Unità d'Italia che confluisce nella SS 11

D. Zardi dice che si tratta di valutazioni modellistiche, rappresentate da medie annue in base a fattori di emissione stimate sulla base di dati di flussi di traffico, parco veicoli e condizioni meteorologiche valutate con criteri ragionevoli.

G. Antonacci corregge, dicendo di aver utilizzato dati medi orari.

M. Ragazzi aggiunge che, quindi, tali valutazioni servono a evidenziare le criticità.

L. De Noni dice che dalle elaborazioni emergono profili che fanno scattare la necessità di provvedimenti immediati e questo non è possibile senza la certezza che il dato sia reale. Si tratta infatti di provvedimenti molto rilevanti per l'amministrazione dei comuni e delle provincia; è molto importante curare e valutare la presentazione delle elaborazioni realizzate per spiegare adeguatamente il dato, nonché proporre uno studio di approfondimento con delle misure.

G. Antonacci specifica che le concentrazioni massime di inquinanti si riferiscono al centro della carreggiata, mentre in genere le misure sono fatte a 20 m di distanza dall'asse stradale.

D. Zardi dice che bisognerebbe presentare quel dato calcolando il rischio sanitario associato alle concentrazioni calcolate con il modello.

L. De Noni chiede conferma ulteriore sulla possibilità di usare quel dato di concentrazione relativo al centro della carreggiata per effettuare una stima di rischio sanitario.

F. Predicatori conferma e dice che è possibile utilizzare la relazione di via Unità d'Italia per una conferma delle previsioni del modello applicato.

D. Zardi chiede pertanto la possibilità di avere copia della relazione.

A. Bombieri dice che in via del tutto generale non ci sono problema, chiederà tuttavia conferma all'Assessore, in quanto la relazione è appena arrivata agli uffici e deve ancora essere consegnata alla circoscrizione che aveva fatto richiesta del posizionamento.

Si riporta l'attenzione sui contenuti del capitolo "Azioni".
E. Marocchio propone, di suddividere le azioni in due tipologie: quelle connesse agli scenari e quelle non connesse. Per es. il cambio degli autobus è connesso ad uno degli scenari contenuti nel piano, il pedibus no. Nonostante ciò può essere significativo proporre tale azioni non solo ai fini della riduzione dell'inquinamento atmosferico. Relativamente al capitolo "Costi-benefici" sostiene che si potrebbe almeno dare indicazioni di massima.

M. Ragazzi ribadisce che può essere controproducente per l'elevato numero di parametri in gioco.

E. Marocchio propone di dare almeno un'indicazione non quantitativa del costo (poco-medio-tanto costoso).

M. Ragazzi e F. Predicatori sostiengono che il risultato sarebbe che le azioni virtuose sono talmente costose da ritenerle poco vantaggiose e non attuabili, essendo difficile valutare in termini monetari il beneficio per la salute. Inoltre esistono altre conseguenze delle azioni non facilmente quantificabili in termini monetari.

D. Zardi dice che sarebbero necessari molti dati relativi a un caso specifico, e il risultato non è generalizzabile.

ARPAV e Università concordano che, pertanto, un'analisi critica delle conseguenze delle azioni sembra essere l'approccio migliore.

F. Predicatori sottolinea che bisogna distinguere tra costo-beneficio dell'azione e valutazione della sua l'efficacia: questo secondo aspetto potrà essere valutato a posteriori, sulla base delle indicazioni che verranno date nel piano (capitolo "Determinazione delle risorse necessarie al monitoraggio")

M. Ragazzi propone, come nuovo titolo per il capitolo oggetto di discussione, "Analisi critica".

D. Taioli evidenzia che manca, nella relazione, la trattazione dell'ozono.

G. Antonacci spiega che è difficile definire azioni per la riduzione della concentrazione di ozono, essendo questo un inquinante secondario e con diffusione a scala regionale.

F. Predicatori suggerisce di trattare l'argomento nel paragrafo relativo agli ossidi di azoto.

F. Predicatori sottolinea che la presentazione dei dati del Piano è una fase molto delicata. Le figure assumono molta più importanza della scrittura. Propone di riprendere i dati del TOP-DOWN di ISPRA per la valutazione delle fonti di emissione: infatti, pur avendo dei limiti, è l'unico database costruito con criteri omogenei disponibile.

M. Ragazzi fa una proposta per la modalità di consegna del Piano: il 29 marzo viene consegnata una copia unica, in dvd, a uno dei committenti, che provvede alla distribuzione agli altri comuni.

P. Camponogara chiede se alla consegna verrà presentato il lavoro definitivo o ci sarà margine per osservazioni e richiesta di modifiche. Era stato richiesto di dare tempo alle amministrazioni di leggere e discutere il piano. Se fosse possibile, si chiede di presentare il lavoro il 29 marzo, prevedere poi un tempo di circa un mese per recepire osservazioni delle amministrazioni, e infine consegnare definitivamente.

M. Ragazzi dice che nel caso del piano per la qualità dell'aria di Trento, questa possibilità è stata tenuta aperta praticamente per 6 mesi, ma non erano pervenute osservazioni.

D. Zardi dice che per l'Università è necessario consegnare il 29 marzo. Dopo, se in sede di validazione i comuni chiederanno chiarimenti, l'Università provvederà a fornirli. Ulteriori approfondimenti su argomenti di specifico di interesse sono demandati alla libera determinazione dei singoli Comuni, che potrebbe ritenere di effettuarli con personale interno o avvalendosi di esperti di propria loro fiducia.

F. Predicatori dice che vorrebbe avere il tempo di leggere il documento prima di condividerlo

E. Rada dice che all'Università serve la firma di tutti i committenti alla consegna.

F. Predicatori chiede se non è sufficiente fare una nota in cui si attesta che il materiale è stato consegnato, ma ci si riserva di chiedere modifiche.

A. Bombieri dice che è importante non trascurare la fase di lettura complessiva del documento da parte delle amministrazione. Basterebbero 15 giorni, dopo i quali il comitato tecnico si può riunire per l'approvazione definitiva.

F. Predicatori sottolinea che c'è un problema di coerenza del piano che, essendo scritto da soggetti diversi, necessita di una revisione globale che gli conferisca unità.

D. Zardi sottolinea che gli eventuali approfondimenti richiesti non potranno contenere nuove elaborazioni.

M. Ragazzi dice che nella lettera di accettazione va scritto che il documento presentato corrisponde alle richieste. Sostiene che è ovvio che si mantenga un'interazione dopo la consegna, e questo è di interesse anche dell'Università.

E. Marocchio fa notare che, dato che i comuni hanno già avviato un documento VAS sul Piano, se la regione richiede integrazioni dopo aver valutato la VAS, ci si dovrebbe ritrovare per rivedere il piano.

M. Ragazzi dice che nel contratto non si parla di VAS.

E. Marocchio propone di fare, eventualmente, una appendice al piano.

A. Bombieri ribadisce che, se durante l'elaborazione della VAS emergesse la necessità di qualche altro approfondimento, i comuni si rivolgeranno all'Università.

M. Ragazzi dice che se e' necessario fare delle integrazioni, lo possono fare le amministrazioni o dare l'incarico anche a un altro soggetto.

Si chiude la riunione concordando:

- UniTn fornisce il documento conclusivo il 29 marzo su DVD al Comune di Verona in rappresentanza della committenza;
- il comune di Verona rilascia una nota come certificazione dell'avvenuta consegna (pervenuto del Protocollo);
- comuni ed ARPAV si riservano di effettuare osservazioni e proporre modifiche prima di consegnare il documento a tutte le amministrazioni: il tempo richiesto è 20 giorni;
- dopo la consegna a tutti i comuni dell'accordo, ci sono 30 giorni per la validazione della documentazione, salvo motivata richiesta di integrazione, come previsto dall' art. 4 dell'Accordo;
- Unitn si rende disponibile a recepire le osservazioni/modifiche ma non a effettuare nuove elaborazioni, che esulino dall'oggetto dell'accordo stipulato.

La coordinatrice del PQA
Dott.ssa Francesca Predicatori

Allegato 5

Elenco dei dati resi disponibili

ARPAV					
Materiale	**Stato documentazione**	**Data richiesta**	**Data arrivo**	**Note trasmissione**	**Note documentazione**
Documenti relativi ai piani di gestione territoriale per i comuni di Bussolengo	files		12/05/2009	Trasmissione dati	
Documenti relativi ai dati di traffico Castel D'Azzano	files		12/05/2009	Trasmissione dati	
Documenti relativi ai dati di traffico Castelnuovo del Garda	files		12/05/2009	Trasmissione dati	
Documenti relativi ai dati di traffico Negrar	files		12/05/2009	Trasmissione dati	
Documenti relativi ai dati di traffico San Martino Buon Albergo	files		12/05/2009	Trasmissione dati	
Documenti relativi ai dati di traffico Sona	files		12/05/2009	Trasmissione dati	
Comunicazione niente dati traffico per Sant'Ambrogio	files		12/05/2009	Trasmissione dati	
Documento con i link dei piani (PAT, PRG) da scaricare per i comuni di Sommacampagna, Valeggio, Grezzana, Castel d'Azzano	files		12/05/2009	Trasmissione dati	
Documenti relativi ai dati di traffico Bussolengo: documenti cartacei: “Piano di riorganizzazione del traffico veicolare e dei parcheggi delle autovetture”-> - B) L’individuazione della viabilità tangenziale per traffico di attraversamento urbano - allegato B.1 - allegato B.2 - allegato B.3)	cartaceo		12/05/2009	Trasmissione dati	
Documenti relativi ai piani di gestione territoriale per i comuni di Villafranca	files		18/05/2009	Trasmissione dati	
Documenti relativi ai dati di traffico Sommacampagna	files		18/05/2009	Trasmissione dati	
Documenti relativi ai dati di traffico Villafranca	files		18/05/2009	Trasmissione dati	
dati meteorologici della centralina meteo di Grezzana relativi agli anni 2004, 2005, 2006, 2007, 2008	files		18/05/2009	Trasmissione dati	
dati relativi al traffico aereo dell’aeroporto di Villafranca (report 2007 VRN)	files		18/05/2009	Trasmissione dati	

documenti relativi ai dati di traffico per il comune di Grezzana (documenti cartacei): • Piano di lottizzazione di iniziativa privata di un'area Industriale/Artigianale in località Carrara. Studio di traffico. Relazione Generale. • Piano di lottizzazione di iniziativa privata di un'area Industriale/Artigianale in località Carrara. Studio di traffico. Tabulati piastre hi star. • Piano di lottizzazione di iniziativa privata di un'area Industriale/Artigianale in località Carrara. Studio di traffico. Appendice allo studio di traffico.	cartaceo		26/05/2009	Trasmissione dati	NB: RESTITUITO AD ARPAV IN DATA 21/01/2010
files relativi alle aziende, allevamenti, attrattori di traffico, produzione di energia per i comuni di: Bussolengo (1 file)	files		26/05/2009	Trasmissione dati	
files relativi alle aziende, allevamenti, attrattori di traffico, produzione di energia per i comuni di: Castelnuovo del Garda (2 files)	files		26/05/2009	Trasmissione dati	
files relativi alle aziende, allevamenti, attrattori di traffico, produzione di energia per i comuni di: Pescantina (1 file)	files		26/05/2009	Trasmissione dati	
dati aeroporto relativi al 2007 aggiornati (file)	files		11/06/2009	Trasmissione dati	
dati relativi al traffico autostradale per gli anni 1999, 2000, 2001 (file)	files		11/06/2009	Trasmissione dati	
parco macchine relativo alla provincia di Verona per gli anni 2004, 2005, 2006 (file)	files		11/06/2009	Trasmissione dati	
files relativi alle aziende, allevamenti, attrattori di traffico, produzione di energia per i comuni di Sant'Ambrogio di Valpolicella	files		11/06/2009	Trasmissione dati	
files relativi alle aziende, allevamenti, attrattori di traffico, produzione di energia per i comuni di Verona	files		11/06/2009	Trasmissione dati	
grafo stradale della provincia di Verona e flussi di traffico	files	29/04/2009	11/06/2009	Trasmissione dati	
layer PTCP	files	29/04/2009	11/06/2009	Trasmissione dati	
elenco aziende (scaricate dal Sirav) presenti sul territorio di tutti i comuni aderenti al Piano di Qualità dell'Aria	files		11/06/2009	Trasmissione dati	
dati di traffico relativi al comune di San Pietro in Cariano	cartaceo		11/06/2009	Trasmissione dati	
relazioni ARPAV relative alla qualità dell'aria per i comuni di Buttapietra	files		11/06/2009	Trasmissione dati	
relazioni ARPAV relative alla qualità dell'aria per i comuni di Castel d'Azzano	files		11/06/2009	Trasmissione dati	
relazioni ARPAV relative alla qualità dell'aria per i comuni di San Giovanni Lupatoto	files		11/06/2009	Trasmissione dati	
relazioni ARPAV relative alla qualità dell'aria per i comuni di Bussolengo	files		11/06/2009	Trasmissione dati	

relazioni ARPAV relative alla qualità dell'aria per i comuni di Sona	files		11/06/2009	Trasmissione dati	
relazioni ARPAV relative alla qualità dell'aria per i comuni di Sommacampagna	files		11/06/2009	Trasmissione dati	
relazioni ARPAV relative alla qualità dell'aria per i comuni di Villafranca	files		11/06/2009	Trasmissione dati	
elenco degli allevamenti zootecnici del comune di San Martino Buon Albergo	cartaceo		23/06/2009	Trasmissione dati	
dati e informazioni sui dati di traffico per i comuni di San Giovanni Lupatoto	files		17/07/2009	Trasmissione dati	
dati e informazioni sui dati di traffico per i comuni di Buttapietra	files		17/07/2009	Trasmissione dati	
dati e informazioni sui dati di traffico per i comuni di Negrar	files		17/07/2009	Trasmissione dati	
elenco sorgenti per i comuni di Buttapietra	files		17/07/2009	Trasmissione dati	
elenco sorgenti per i comuni di Sona	files		17/07/2009	Trasmissione dati	
elenco sorgenti per i comuni di San Giovanni Lupatoto	files		17/07/2009	Trasmissione dati	
informazioni relative alle iniziative intraprese dai comuni per migliorare la qualità dell'aria per i comuni di Buttapietra (tabella indicatori)	files		17/07/2009	Trasmissione dati	
informazioni relative alle iniziative intraprese dai comuni per migliorare la qualità dell'aria per i comuni di Lavagno (tabella indicatori),	files		17/07/2009	Trasmissione dati	
informazioni relative alle iniziative intraprese dai comuni per migliorare la qualità dell'aria per i comuni di Sant'Ambrogio di Valpolicella (tabella indicatori),	files		17/07/2009	Trasmissione dati	
informazioni relative alle iniziative intraprese dai comuni per migliorare la qualità dell'aria per i comuni di Castelnuovo del Garda (informazioni sugli indicatori)	files		17/07/2009	Trasmissione dati	
informazioni relative alle iniziative intraprese dai comuni per migliorare la qualità dell'aria per i comuni di Verona (tabella indicatori, dati scuole, dati bici elettriche)	files		17/07/2009	Trasmissione dati	
materiale relativo al Motorcity di Trevenzuolo-Vigasio (files)	files		17/07/2009	Trasmissione dati	
materiale relativo alle aziende Ferriera Valsider S.p.A. e S.P.S.-Sider Plating Scaligera S.p.A.	files		17/07/2009	Trasmissione dati	
tabella riassuntiva dei punti di emissione del cementificio di Fumane (impianto attuale) (cartaceo)	cartaceo		17/07/2009	Trasmissione dati	
dati relativi alla discarica di Pescantina (scheda INEMAR) (file)	files		17/07/2009	Trasmissione dati	
files relativi alle aziende, allevamenti, attrattori di traffico, produzione di energia per il comune di Villafranca	files		23/07/2009	Trasmissione dati	
dati di traffico relativi al comune di Zevio	files		23/07/2009	Trasmissione dati	

dati relativi alle iniziative intraprese dai comuni per il miglioramento della qualità dell'aria per i comuni di Villafranca	files		23/07/2009	Trasmissione dati	
dati relativi alle iniziative intraprese dai comuni per il miglioramento della qualità dell'aria per i comuni di San Giovanni Lupatoto	files		23/07/2009	Trasmissione dati	
dati relativi alle iniziative intraprese dai comuni per il miglioramento della qualità dell'aria per i comuni di Negrar	files		23/07/2009	Trasmissione dati	
verifica assoggettabilità alla procedura di VAS per la variante al P.R.G. vigente in adeguamento all'art. 17 del P.A.Q.E. – Comune di Bussolengo	files		23/07/2009	Trasmissione dati	
protocollo di misura progetto Escape	files		23/07/2009	Trasmissione dati	
dati relativi alle iniziative intraprese dai comuni per il miglioramento della qualità dell'aria comune di Bussolengo (file)	files		27/07/2009	Trasmissione dati	
rassegna stampa ARPAV dal 11/06/2009 al 27/07/2009	files		27/07/2009	Trasmissione dati	
dati relativi alle iniziative intraprese dai comuni per il miglioramento della qualità dell'aria comune di Castel d'Azzano (file)	files		03/08/2009	Trasmissione dati	
dati relativi alle iniziative intraprese dai comuni per il miglioramento della qualità dell'aria comune di comune di Pescantina (file)	files		03/08/2009	Trasmissione dati	
dati relativi alle sorgenti di emissione presenti sul territorio (aziende, allevamenti, attrattori di traffico, impianti di produzione di energia) comune di Castel d'Azzano	files		03/08/2009	Trasmissione dati	
PRG di Buttapietra	files		03/08/2009	Trasmissione dati	
informazioni relative alle sorgenti presenti sul territorio, alle misure di traffico, alle azioni intraprese dal comune per migliorare la qualità dell'aria comune di Valeggio sul Mincio	files		03/08/2009	Trasmissione dati	
materiale relativo al cementificio di Fumane (contestuale domanda di VIA e approvazione del progetto di riduzione del consumo di materie prime naturali nel processo produttivo mediante utilizzo di rifiuti non pericolosi - trasmissione integrazioni; attività dell'impianto e situazione autorizzativi; punti di emissione nuovi e da dimettere; …)	1 foglio cartaceo + alcune pagine estratte del nuovo progetto		03/08/2009	Trasmissione dati	
dati relativi alle iniziative intraprese dai comuni per il miglioramento della qualità dell'aria comune di Grezzana (file)	files		10/08/2009	Trasmissione dati	

dati relativi alle iniziative intraprese dai comuni per il miglioramento della qualità dell'aria comune di San Pietro in Cariano (file),	files		10/08/2009	Trasmissione dati	
dati relativi alle iniziative intraprese dai comuni per il miglioramento della qualità dell'aria Sommacampagna (file)	files		10/08/2009	Trasmissione dati	
dati relativi alle iniziative intraprese dai comuni per il miglioramento della qualità dell'aria Sona (2 files)	files		10/08/2009	Trasmissione dati	
files relativi alle aziende, allevamenti, attrattori di traffico, produzione di energia per i comuni di Grezzana	files		10/08/2009	Trasmissione dati	
files relativi alle aziende, allevamenti, attrattori di traffico, produzione di energia per i comuni di Negrar	files		10/08/2009	Trasmissione dati	
elenco degli allevamenti – comune di Zevio	files		24/08/2009	Trasmissione dati	
Metodologie di analisi per l'individuazione di relazioni tra esposizione a prodotti fitosanitari e salute degli operatori di settore	cartaceo e file		06/10/2009		scaricato dal sito dopo indicazione
I prodotti fitosanitari nel veneto	cartaceo e file		06/10/2009		scaricato dal sito dopo indicazione
campagne misura.xls	file	13/03/2009	17/03/2009	mail	posizionamento centraline
campagne misura 2.xls	file	13/03/2009	17/03/2009	mail	posizionamento centraline fisse
link_piani.doc	file		01/04/2009	mail	link ai piani dei comuni
campagne di misura effettuate con griglia	file		09/04/2009	mail	campagne_misura_griglia.xls griglia 18X18.jpg mappa_campagne_griglia.jpg
Materiale rassegna stampa	file		08/05/2009	mail	Rassegna stampa 5 file
elenco aziende IPPC Verona.xls	file		12/05/2009	mail	elenco aziende IPPC
Rassegna stampa dal 9 al 15 maggio 09	file		15/05/2009	mail	rassegna stampa 9 file
Rassegna stampa fino al 08-06	file		08/06/2009	mail	9 file
Traffico lavagno	file		12/06/2009	mail	20090526101657524_traffico_lavagno.pdf
link_piani3.doc	file	13/03/2009	12/06/2009	mail	
sommacampagna_sorgenti	file	15/05/2009	12/06/2009	mail	
situazione al 12 giugno 2009	file		12/06/2009	mail	situazione raccolta dati dai comuni aggiornata al 12 giugno
materiale IPPC	files	dal 10/06/2009	al 17/07/2009	trasmissione dati (ARPAV Territoriali)	Scheda B e Allegato B18 per le aziende: (Agricola 3 Valli - S. Martino B. A. - Sommacampagna, Cartiera Ca' di David, Cartiere SACI, Cartiere Fedrigoni, Fondver, Riva Acciaio, SIME, Verall e Zincol)
materiale IPPC	files	dal 10/06/2009	al 17/07/2009	trasmissione dati (ARPAV Territoriali)	Scheda B e Allegato B18 per le aziende: (Exide Technologies Fumane, Valsider, SPS, VR Steel)
domande AIA allevamenti	files		21/07/2009	trasmissione dati (ARPAV Territoriali)	Trasmissione dati AIA in possesso di ARPAV

DATI disaggregazione MS (ORAR)	files	attesi in ottobre 2009	12/11/2009		Relazione e dati: (classificazione_SNAP97.pdf, DB_emiss_com.mdb, DISAGGR_90_05_Rel.pdf, Emissioni ISPRA 90_95_00_95.xls) 30 mappe jpg (regione veneto a livello comunale) Versione non definitiva
dati_via_dominutti.xls	file	11/06/2009	12/06/2009	mail	da riunione 11/06 esistenza di una stazione meteo in via Dominutti. Segnalati dei problemi con i decimali
meteo 2004-2009.zip	files	11/06/2009	18/06/2009	mail	dati meteo dominutti con correzioni.
PM10 a Verona.xls	file		23/06/2009	mail	correzione file polveri delle centraline di Verona. Correzione ai dati di QA ricevuti il 6 aprile
San Pietro in Cariano_sorgenti.xls	file	15/05/2009	23/06/2009	mail	
San Martino BA_sorgenti.xls	file	15/05/2009	23/06/2009	mail	
Rapporto_ambientale_preliminare	file		23/06/2009	mail	variante al PRG del comune di Bussolengo. Valutazione di assoggetabilità a procedura di VAS.
san Giovanni Lup_sorgenti_aggiornato.xls	file	15/05/2009	17/07/2009	mail	sorgenti San Giovanni
Tab_indicatori_x_comuni.xls	file		21/07/2009	mail	indicatori San giovanni
eventi acuti PM10 - PQA.xls	file		03/08/2009	mail	Episodi acuti evidenziati da Frontero
eventi acuti PM10 - PQA_Ferrario.xls	file		03/08/2009	mail	confronto diversi episodi
Dati A22	file		11/08/2009	mail	Note_flussi A22 BRENNERO 2005-07-08.doc Flussi A22 Brennero 2005-07-08.jpg (Materiale poco di dettaglio)
Tabelle indicatori	files		13/08/2009	mail	Tabelle indicatori per i Comuni di: San Martino BA; Pescantina
elenco piste ciclabili_VR_mail.xls	file		14/08/2009	mail	
zevio_sorgenti.xls	file	26/05/2009	20/08/2009	mail	file sorgenti Zevio
DATI_ARPAV.XLS	file	06/04/2009	24/08/2009	mail	richiesta durante la riunione del 6 aprile a Pezzuto. TGM di alcuni giorni
Veicoli_atv_VR.xls	file		02/09/2009	mail	Dati veicoli ATV Verona
Sona_sorgenti.xls	file		03/09/2009	mail	chiarimenti sorgenti
sommacampagna_sorgenti.xls	file		07/09/2009	mail	chiarimenti sorgenti
Lavagno	file	13/05/2009	09/09/2009	mail	Tab_indicatori_LAVAGNO_mail.xls Lavagno_sorgenti_mail.xls
industrie comune VR.xls	file		16/09/2009	mail	richiesta chiarimenti aziende esistenti
Postazioni unità mobili.xls	file		21/09/2009	mail	calendario postazioni mobili QA (Salomoni)
Buttapietra_sorgenti.xls	file		29/09/2009	mail	chiarimento sorgenti
Postazioni unità mobili.xls	file		28/10/2009	mail	aggiornamento file fornito in data 21/09

telesriscaldamento_AIRU annuario 3_2008.pdf	file		18/11/2009	mail	documento teleriscaldamento
Integrazioni MS 8 ORAR	files		21/11/2009	mail	emissioni_Verona.xls Verona Macrosettore 8.xls Prima integrazione dati disaggregazione trasmessi il 12/11/2009
chiarimenti dati QA.pdf	file		24/11/2009	mail	Chiarimenti dati di QA. Richiesta chiarimenti durante CT del 10 /09 e durante riunione UNITN, ARPAV e ULSS del 12/11
Chiarimenti inventario TD ISPRA.doc	file	19/11/2009	24/11/2009	mail	chiarimenti da dubbi disaggregazione MS 9 dei dati trasmessi il 12/11/2009
cogenerazione	files		25/11/2009	mail	cogenerazione_via_ascari.pdf cogenerazione_golosine.pdf
questioni_ORAR - 2.doc	file	23/11/2009	26/11/2009	mail	Chiarimenti dati disaggregazione trasmessi il 12/11/2009
PM10_Cason_2008.xls	file	12/11/2009	26/11/2009	mail	correzione file polveri delle centraline di Verona. Seconda correzione ai dati di QA ricevuti il 6 aprile e poi il 23 giugno.
DATI disaggregazione MS (ORAR)	files		30/11/2009	mail	classificazione_SNAP97.pdf Emissioni ISPRA_90_95_00_05.xls emissioni_Verona.xls Relazione_disaggreg_com.pdf Correzioni MS 8
campagne mobili	files	18/11/2009	01/12/2009	mail	campagne_misura_riscaricate.xls Riepilogo dati QA.doc
dati_cogenerazione2003.xls	file	01/12/2009	02/12/2009	mail	Risposta a richiesta di chiarimenti. Nota: non completa
cogenerazione.zip	files	02/12/2009	03/12/2009	mail	Risposta a richiesta di chiarimenti. Non completa. Banchette.pdf Banchette_1.pdf Borgo Trento.pdf Forte Procolo.pdf Via Ascari.pdf
disaggr_90_05_Rev1.zip	files		10/12/2009	mail	correzioni a disaggregazione per MS2 classificazione_SNAP97.pdf DISAGGR_90_05_Rel_rev1.pdf emismacro_Veneto.xls Emissioni ISPRA 90_95_00_05.xls Correzioni alla disaggregazione: dati ricevuti il 12/11/2009
Procedura_monitoraggio_traffico.pdf	file	19/11/2009	16/12/2009	mail	

Aziende t/anno	files	19/11/2009	15/12/2009	mail	Aziende_Grezzana.xls Aziende_Sona.xls Relazione generale_sona.xls
pescantina.pdf + testo della mail discarica_chiarimenti.pdf	file	17/12/2009	21/12/2009	mail	chiarimenti discarica
aziende puntuali (ditte_scansionate)	files	11/12/2009	18/12/2009	ftp	20 ditte in pdf più file elenco in xls
dati AGSM: CBA_planimetria.pdf CBT_planimetria_2010.pdf CCC_planimetria.pdf CFP_planimetria.pdf CGO_planimetria.pdf REGISTRO EMISSIONI.xls Riepilogo emissioni 2008.pdf Tabella Riassuntiva Camini Centrali ARPAV 2010.xls	files	02/12/2009	15/01/2010	mail	ultimi dati AGSM Da mail di Intini del 02/12/2009 si apprende che ARPAV ha richiesto i dati ad AGSM e che dovrebbero essere a disposizione entro venerdì 11/12/09
Profili Lavagno layouttn.jpg edifici_TN.zip	files	14/01/2010	15/01/2010	mail	dati concordati in sede del CT del 14/01/10 per il "caso di studio" della statale 11 a Lavagno. NOTA: un file è danneggiato: richiesta di un nuovo invio effettuata il 15/01/10
dati_allevamenti_cinturaMetropolVerona_120110.xls	files	25/09/2009	18/01/2010	mail	dati allevamenti dalla regione che sono stati segnalati dalla dott.ssa Marocchio. Richiesta effettiva fatta dalla dott.ssa il 27/11/2009 dopo accordi con Unitn
Profili Lavagno layouttn.jpg edifici_TN.zip	files	14/01/2010	20/01/2010	mail	Nuovo invio dei file ricevuti in data 15/01/2010. Ora non danneggiati
informazioni Parco Sigurtà	file		12/02/2010	mail	Testo della mail. Numero stimato di visitatori per l'anno 2009
dati popolazione area 18 comuni	files	17/02/2010	17/02/2010	ftp arpav	Regione_istat_2001.aih Regione_istat_2001.ain Regione_istat_2001.dbf Regione_istat_2001.sbn Regione_istat_2001..sbx Regione_istat_2001.shp Regione_istat_2001.shx
documentazione fotocatalitici	files	06/05/2010	06/05/2010	mail	ARPAProgettoPorpora.pdf ARPASperimentazioneCementoAlTiO2.pdf

Comune di Bussolengo				
Nome file	**Argomento**	**Data richiesta**	**Data arrivo**	**Note**
Agronomia	Piani		12/05/2009	
Geologia	Piani		12/05/2009	
PAT	Piani		12/05/2009	
PAT conoscitivo	Piani		12/05/2009	
Rapporto ambientale	Piani		12/05/2009	
VAS	Piani		12/05/2009	
VINCA	Piani		12/05/2009	
Documento preliminare approvato.pdf	Piani		23/06/2009	
Rapporto_ambientale_preliminare.pdf	Piani		23/07/2009	
Bussolengo_sorgenti.xls	Risposta all'elenco sorgenti inviato	13/05/2009	26/05/2009	
Relazione BUSSOLENGO.doc	QA		11/06/2009	Relazione inquinamento ARPAV
Tab_indicatori_BUSSOLENGO.xls	azioni		27/07/2009	azioni del comune per la QA
Documenti relativi ai dati di traffico Bussolengo: documenti cartacei: “Piano di riorganizzazione del traffico veicolare e dei parcheggi delle autovetture”-> - B) L’individuazione della viabilità tangenziale per traffico di attraversamento urbano - allegato B.1 - allegato B.2 - allegato B.3	traffico		12/05/2009	cartaceo
ARPA - INDAGINE scuole.xls	attrattori	09/12/2009	18/12/2009	
Aziende_compilare.xls	sorgenti	19/11/2009	21/12/2009	
Provvedimenti_traffico.xls	azioni	09/12/2009	21/12/2009	

Comune di Buttapietra				
Nome file	**Argomento**	**Data richiesta**	**Data arrivo**	**Note**
Misure_traffico_BUTTAPIETRA.doc	traffico		17/07/2009	comunicazione nessuna rilevazione
Buttapietra_sorgenti.xls	Risposta all'elenco sorgenti inviato	13/05/2009	17/07/2009	
Note_sorgenti_BUTTAPIETRA.doc	Risposta all'elenco sorgenti inviato	13/05/2009	17/07/2009	
Buttapietra04-05.doc	QA		11/06/2009	Relazione inquinamento ARPAV
Buttapietra_PRG	piani		03/08/2009	dwg Buttapietra dwg Marchesino - Bovo dwg nord e sud
Tab_indicatori_BUTTAPIETRA.xls	azioni		17/07/2009	azioni del comune per la QA
Provvedimenti_traffico per Comune di Buttapietra.xls	azioni	09/12/2009	17/12/2009	
Buttapietra_elenco_scuole_con_iscritti_comune.xls	attrattori	09/12/2009	17/12/2009	
Buttapietra_Aziende_compilate.xls	sorgenti	19/11/2009	22/12/2009	

Comune di Castel d'Azzano				
Nome file	**Argomento**	**Data richiesta**	**Data arrivo**	**Note**
Analisi traffico_2002.doc	traffico		12/05/2009	documento relativo ad alcune valutazioni di traffico. estratto.
Castel d'Azzano_sorgenti.xls	Risposta all'elenco sorgenti inviato	13/05/2009	03/08/2009	
Castel d'azzano.doc	QA		11/06/2009	Relazione inquinamento ARPAV
Tab_indicatori_CASTEL_D_AZZANO.xls	azioni		03/08/2009	azioni del comune per la QA
PRG	piani		12/05/2009	Link al PRG: http://www.comune.castel-d-azzano.vr.it/ . Vedi “variante PRG”.
t_anno	sorgenti	19/11/2009	21/12/2009	castel d'azzano.xls dati_interbeta_index_bergen.pdf

Comune di Castelnuovo del Garda				
Nome file	**Argomento**	**Data richiesta**	**Data arrivo**	**Note**
Castelnuovo DG_dati traffico	traffico		12/05/2009	PATI CastelnuovoPeschiera-alla mobilità e traffico.pdf RG01.pdf RT_01_07_A.pdf RT_02_07_A.pdf RT_03_07_a.pdf RT_03_07_A.pdf RT_04_07_a.pdf RT_05_07_A.pdf
Castelnuovo DG	piani		01/04/2009	0681_Rel_idraulica.pdf NORME.rar (da 01 a 09) contiene allegato B PRONTUARIO ZONE AGRICOLE.DOC ALLEGATO VERDE C.DOC NORME081207.DOC PATI.RAR (contiene Tav1.pdf, Tav2.pdf, Tav3.pdf, Tav4.pdf)
Castelnuovo DG_sorgenti.xls	Risposta all'elenco sorgenti inviato	13/05/2009	26/05/2009	
Castelnuovo DG_Peschiera_allevamenti.xls	Risposta all'elenco sorgenti inviato		26/05/2009	indicazione degli allevamenti registrati al comune
PRG	piani		01/04/2009	scaricato al link http://www.comune.castelnuovodelgarda.vr.it/md/md_p_elenco.php?idmodulo=5&x=c7f89a847be7f04cfe2d775fa7d67955&node=2#2
indicatori_CASTELNUOVO_DG.DOC	azioni		17/07/2009	azioni del comune per la QA
CDGAziende_comuni_PQA_UNITN.xls	sorgenti	19/11/2009	14/12/2009	t/anno aziende
RG_01_13.pdf	traffico		19/01/2010	studio di traffico del Comune di Castelnuovo

Comune di Grezzana				
Nome file	**Argomento**	**Data richiesta**	**Data arrivo**	**Note**
Grezzana_sorgenti.xls	Risposta all'elenco sorgenti inviato	13/05/2009	10/08/2009	
Grezzana_dati_meteo.xls	meteo		18/05/2009	dati meteo ARPAV
PAT	piani		12/05/2009	scaricato al link http://66.71.191.169/comunedigrezzana/index.php?page=piano-assetto-territorio
Tab_indicatori_GREZZANA.xls	azioni		10/08/2009	azioni del comune per la QA
documenti relativi ai dati di traffico per il comune di Grezzana (documenti cartacei): • Piano di lottizzazione di iniziativa privata di un'area Industriale/Artigianale in località Carrara. Studio di traffico. Relazione Generale. • Piano di lottizzazione di iniziativa privata di un'area Industriale/Artigianale in località Carrara. Studio di traffico. Tabulati piastre hi star. • Piano di lottizzazione di iniziativa privata di un'area Industriale/Artigianale in località Carrara. Studio di traffico. Appendice allo studio di traffico.	Piani		26/05/2009	cartaceo NB: RESTITUITO AD ARPAV IN DATA 21/01/2010
Aziende_grezzana.xls	sorgenti	19/11/2009	16/12/2009	
Grezzana_elenco_scuole_con_iscritti_comune.xls	attrattori	09/12/2009	16/12/2009	
Provvedimenti_traffico.xls	azioni	09/12/2009	17/12/2009	

Comune di Lavagno				
Nome file	**Argomento**	**Data richiesta**	**Data arrivo**	**Note**
Lavagno_sorgenti.xls	Risposta all'elenco sorgenti inviato	13/05/2009	09/09/2009	
Tab_indicatori_LAVAGNO.xls	azioni		17/07/2009	azioni del comune per la QA
20090526101657524_traffico_lavagno.pdf	traffico		12/06/2009	
link_piani_3.doc	piani		12/06/2009	
Profili Lavagno layouttn.jpg edifici_TN.zip	files	14/01/2010	15/01/2010	dati concordati in sede del CT del 14/01/10 per il "caso di studio" della statale 11 a Lavagno. NOTA: un file è danneggiato: richiesta di un nuovo invio effettuata il 15/01/10
Profili Lavagno layouttn.jpg edifici_TN.zip	files	14/01/2010	20/01/2010	Nuovo invio dei file ricevuti in data 15/01/2010. Ora non danneggiati

Comune di Negrar				
Nome file	**Argomento**	**Data richiesta**	**Data arrivo**	**Note**
Negrar_dati traffico	traffico		12/05/2009	elab1_relazioneTecnica.pdf VAS_Negrar.pdf
Traffico_Negrar.pdf	traffico		12/05/2009	Elementi di analisi del sistema dei trasporti (Note di sintesi)
Negrar_sorgenti.xls	Risposta all'elenco sorgenti inviato	13/05/2009	10/08/2009	
PAT	piani		01/04/2009	Link al P.A.T.: http://www.comunenegrar.it/servizi_cittadino/amministrazione/pat.asp
PRG	piani		01/04/2009	Link al P.R.G.: http://www.comunenegrar.it/servizi_cittadino/amministrazione/piano_regolatore.asp
Tab_indicatori_SAN_GIOVANNI.xls	azioni		23/07/2009	azioni del comune per la QA
Negrar_Aziende_comuni_PQA_UNITN.xls	sorgenti	19/11/2009	14/12/2009	t/anno prodotto aziende giunto non completo
Negrar_elenco_scuole_con_iscritti_comune.xls	attrattori	09/12/2009	21/12/2009	

Comune di Pescantina				
Nome file	**Argomento**	**Data richiesta**	**Data arrivo**	**Note**
Pescantina - INEMAR - Scheda censimento discariche_compilato.xls	emissioni		17/07/2009	
Pescantina_sorgenti.xls	Risposta all'elenco sorgenti inviato	13/05/2009	26/05/2009	
PRG	piani		01/04/2009	http://www.comune.pescantina.vr.it/uffici/aree/area02_edilp/under.htm Si precisa che il Piano è ormai esaurito nella sua programmazione iniziale e che è in corso di redazione il Piano di Assetto del Territorio.
Tab_indicatori_PESCANTINA.xls	azioni		13/08/2009	azioni del comune per la QA
ARPA - Indagine scuole.xls	attrattori	09/12/2009	14/12/2009	numero studenti
discarica pescantina	sorgenti	23/06/2009	14/12/2009	discarica pescantina.pdf discarica_pescantina.doc
pescantina.pdf + testo della mail discarica_chiarimenti.pdf	file	17/12/2009	21/12/2009	chiarimenti discarica

Comune di San Giovanni Lupatoto				
Nome file	**Argomento**	**Data richiesta**	**Data arrivo**	**Note**
Indagini traffico Agosto 2005_Comune San Giovanni Lupatoto	traffico		17/07/2009	COPSCATOLA.pdf Elenco Elaborati.pdf RG0101.PDF TAV0104.PDF TAV0205.PDF TAV0306.PDF TP0102.PDF TP0203.PDF
San Giovanni Lup_sorgenti.xls	Risposta all'elenco sorgenti inviato	15/05/2009	17/07/2009	
piani	piani		01/04/2009	Link di riferimento relativi alla documentazione aggiornata degli strumenti attuativi di gestione del territorio: http://www.comune.sangiovannilupatoto.vr.it/IlComune/Uffici/Urbanisticaoperepubblicheeservizi/UfficioUrbanisticaePatrimonio/UfficioPiano/PATeVAS/tabid/477/Default.aspx http://www.comune.sangiovannilupatoto.vr.it/IlComune/Uffici/Urbanisticaoperepubblicheeservizi/UfficioUrbanisticaePatrimonio/Urbanistica/tabid/475/Default.aspx
rel_SanGiovanniLupatoto.doc	QA		11/06/2009	Relazione inquinamento ARPAV
Tab_indicatori_SAN_GIOVANNI.xls	azioni		23/07/2009	azioni del comune per la QA
SGL_Aziende_comuni_PQA_UNITN.xls	sorgenti	19/11/2009	14/12/2009	file t/anno aziende

Comune di San Giovanni Lupatoto				
Nome file	**Argomento**	**Data richiesta**	**Data arrivo**	**Note**
San Martino BA_dati traffico	traffico		12/05/2009	Relazione.pdf Relazione su traffico PAT.PDF Relazione_traffico_San_Martino BA.PDF
San MartinoBA_sorgenti.xls	Risposta all'elenco sorgenti inviato	15/05/2009	23/06/2009	
PRG	piani		01/04/2009	http://www.comunesanmartinobuonalbergo.it/sito_2008/index3.php?menu_1=1&menu_2=11&menu_3=3
Tab_indicatori_SAN_MARTINO_BA_mail.xls	azioni		13/08/2009	azioni del comune per la QA
elenco degli allevamenti zootecnici del comune di San Martino Buon Albergo		15/05/2009	23/06/2009	cartaceo
aziende_compilare.zip	sorgenti	19/11/2009	21/12/2009	
provv traffico	azioni	09/12/2009	21/12/2009	traffico_SAnMartino.pdf

Comune di San Pietro in Cariano				
Nome file	**Argomento**	**Data richiesta**	**Data arrivo**	**Note**
San Pietro in Cariano_sorgenti.xls	Risposta all'elenco sorgenti inviato	15/05/2009	23/06/2009	
PRG	piani		01/04/2009	http://www.comune.sanpietroincariano.vr.it/index.aspx?IDMenu=49&idMenuAPP=17 Variante 2007 13-3-a, Variante 2007 13-3-b, Variante 2007 13-3-c costituiscono il PRG
Tab_indicatori_SAN_PIETRO.xls	azioni		10/08/2009	azioni del comune per la QA
dati di traffico relativi al comune di San Pietro in Cariano	traffico		11/06/2009	cartaceo
elenco_scuole_con_iscritti_comune.xls	attrattori	09/12/2009	18/12/2009	
SanPietroCariano_Aziende_compilate.xls	sorgenti	19/11/2009	21/12/2009	

Comune di San Ambrogio di Valpolicella				
Nome file	**Argomento**	**Data richiesta**	**Data arrivo**	**Note**
Sant Ambrogio di Valpolicella_sorgenti.xls	Risposta all'elenco sorgenti inviato	15/05/2009	11/06/2009	
PRG	piani		01/04/2009	Link al PRG, comprensivo di norme tecniche e regolamento edilizio: http://www.comune.santambrogio.vr.it/prg2004.html
Dati_traffico_da_comuni.doc	traffico		12/05/2009	comunicazione nessuno studio di traffico
Tab_indicatori_S_AMBROGIO.xls	azioni		17/07/2009	azioni del comune per la QA
Provvedimenti_traffico.xls	azioni	09/12/2009	18/12/2009	
Aziende_compilare.xls	sorgenti	19/11/2009	18/12/2009	
Elenco_scuole_con_iscritti_comune.xls	attrattori	09/12/2009	18/12/2009	

Comune di Sommacampagna				
Nome file	**Argomento**	**Data richiesta**	**Data arrivo**	**Note**
Sommacampagna_sorgenti.xls	Risposta all'elenco sorgenti inviato	15/05/2009	12/06/2009	
Piano della circolazione Sommacampagna	traffico		18/05/2009	Sessione 1 (da a.pdf a n.pdf) Sessione 2 (da 1.pdf a 9.pdf) - info abb dettagliate -
PAT	piani		12/05/2009	www.comune.sommacampagna.it
PRG	piani		12/05/2009	www.comune.sommacampagna.it
Tab_indicatori_SOMMACAMPAGNA.xls	azioni		10/08/2009	azioni del comune per la QA
Sommacampagna.doc	QA		11/06/2009	Relazione inquinamento ARPAV
Sommacampagna_elenco_scuole_con_iscritti_comune.xls	attrattori	09/12/2009	22/12/2009	
Provvedimenti_traffico.xls	azioni	09/12/2009	23/12/2009	
aziende_compilare.xls	sorgenti	19/11/2009	23/12/2009	

Comune di Sona				
Nome file	**Argomento**	**Data richiesta**	**Data arrivo**	**Note**
Sona_sorgenti.xls	Risposta all'elenco sorgenti inviato	22/05/2009	17/07/2009	
Note_elenco_sorgenti.doc	Risposta all'elenco sorgenti inviato	22/05/2009	17/07/2009	Documento esplicativo del foglio inviato
PGTU (Piano Generale di Traffico Urbano)	traffico		12/05/2009	PGTU -Fase A - Indagini.pdf PGTU - Fase B - Progetto.pdf
PRG	piani		01/04/2009	http://www.comune.sona.vr.it/servizi/urbanistica/urbanistica.htm
Tab_indicatori_SONA.xls	azioni		10/08/2009	azioni del comune per la QA
Iniziative_pro_QA_SONA.doc	azioni		10/08/2009	comunicazione del comune cireca le azioni
relazione Sona.doc	QA		11/06/2009	Relazione inquinamento ARPAV
aziende_sona.xls	sorgenti	19/11/2009	16/12/2009	t/anno
Relazionegenerale_sona.doc	sorgenti	19/11/2009	16/12/2009	
azioni traffico 16-12	azioni	09/12/2009	17/12/2009	primo file arrivato al 16/12 e poi corretto con altra mail del 17/12
Sona_elenco_scuole_con_iscritti_comune1.xls		09/12/2009	21/12/2009	

Comune di Valeggio sul Mincio				
Nome file	**Argomento**	**Data richiesta**	**Data arrivo**	**Note**
Valeggio_sorgenti.xls	-	22/05/2009	03/08/2009	
sorgenti_traffico_indicatori.doc	Risposta all'elenco sorgenti inviato		03/08/2009	comunicazione circa: - iniziative di QA; - indicazione di importanza delle sorgenti; - mancanza studi di traffico
PRG	piani		12/05/2009	http://www.veronaland.it/valeggio.com-new-site/piano-regolatore.php
Valeggio_elenco_scuole_con_iscritti_comune.xls	attrattori	09/12/2209	23/12/2009	
Valeggio_traffico.pdf	azioni	09/12/2009	23/12/2009	
informazioni Parco Sigurtà	attrattori		12/02/2010	Testo della mail. Numero stimato di visitatori per l'anno 2009

Comune di Verona					
Nome file	**Argomento**	**Data richiesta**	**Data arrivo**	**Note trasmissione**	**Note**
Verona_sorgenti.xls	Risposta all'elenco sorgenti inviato	26/05/2009	11/06/2009		
Verona_sorgenti_note.doc	Risposta all'elenco sorgenti inviato	26/05/2009	11/06/2009		file di note al foglio sorgenti
Piani	piani		01/04/2009		atti di pianificazione territoriale: http://intranet.comune.verona.it/nqcontent.cfm?a_id=5502 avvio del procedimento di partecipazione e concertazione sullo strumento urbanistico in formazione di cui all'art.5 - 2° comma della L.R. 11/2004: http://portale.comune.verona.it/nqcontent.cfm?a_id=5502 accordi di Programma sottoscritti dopo l'approvazione del PAT: http://portale.comune.verona.it/nqcontent.cfm?a_id=12097&tt=verona sistema informativo territoriale integrato: http://portale.comune.verona.it/nqcontent.cfm?a_id=17324&tt=verona
Dati volumetrici dalle stazioni di traffico	traffico				Giorni presi a riferimento: dom 23-03-08 Lun 24-03-08 Dom 29-06-08 Lun 30-06-08 Dom 13-07-08Pi
PAT	piani		26/03/2009	scaricato dal sito del comune	File da 1 a 7 del PAT con gli allegati A, B e C e tavole VAS
elenco piste ciclabili_VR_mail.xls	azioni				elenco piste ciclabili per il comune
Pianodiazione2005.pdf	QA				Comune di Verona - Piano di Azione per la Qualità dell'aria
16355graffetta.pdf	opere				Scheda 1: Programma triennale delle opere pubbliche. Solo costi con indicazione generale
INIZIATIVE QA	azioni		17/07/2009		Tab_indicatori_Verona.xls bici_elettriche_verona.doc bici_elettriche_verona.pdf centro in bici-statistica.doc

Dati previsti piano aria	sorgenti	10/09/2009	15/10/2009	shtraffico il 15 ottobre	Attrattori: autovie venete.xls ca' del Bue.doc Ferrovie.xls Filovia.xls Previsioni urbanistiche.xls Tangenziale Nord (Traforo).xls Approfondimenti (Filovia.pdf) Aziende: altri dati - cogenerazione, cave, carrozzerie.xls Aziende.xls Camini.xls Camini (21 file pdf) ALTRO- AGSM 2006 TErritorio del comune di Verona.pdf ALTRO - Consumi Ente Comune.xls Indicatori per ARPAV.xls
simulazione traffico	traffico			shtraffico il 15 ottobre	Alcune mappe dal PGTU e impegno di riduzione dei diversi comuni capoluogo tra cui Verona. Alcune valutazioni fatte dal comune su dati provinciali. Calcolo con dati Provincia VR.xls comparazionetpl.pdf galleria.pdf indici_di_mobilità.pdf relazione Comuni capoluogo.pdf
DATI_ARPAV.XLS	traffico	06/04/2009	24/08/2009	TGM di alcuni giorni	richiesta durante la riunione del 6 aprile a Pezzuto
Verona_sorgenti_mod.xls	sorgenti		16/09/2009		aggiornamento sorgenti Controllo non solo di quelle segnate in verde ma di tutte quelle indicate
Iniziative	azioni		24/10/2009	shtraffico	indicazione di numero alunni per le diverse scuole e descrizione iniziative per il risparmio energetico nella città di Verona. dati aggiornati prot comm.xls descrizione azioni comune di verona.pdf elencoscuoleconiscritti comune.xls ISTITUTI SUPERIRORI 2008 09.PDF istituti superiori verona.pdf ordinanza sindacale n.111.pdf

cogenerazione	sorgenti		18/11/2009 25/11/2009		teleriscaldamento_AIRU annuario 3_2008.pdf (arrivo il 18/11/2009) cogenerazione_via_ascari.pdf cogenerazione_golosine.pdf (arrivo con mail 25/11/2009)
PGTU	traffico		01/12/2009		Attività Matrice OD
Camini verona	sorgenti		03/12/2009	integrazione ai dati inviati con le t/anno per aziende	aziende.xls camini.xls Camini II.xls note.doc dati industrie (22 file pdf con alcuni dati per alcune industrie)
Ca' del bue	sorgenti		giu-09	bando scaricato dal sito	nota: richiesta al Comune di Verona con telefonata nel dicembre 09 se il bando scaricato corrisponde all'intera documentazione per il bando di gara
Galtarossa	sorgenti		30/11/2009		203_galt.doc parere_commissione_aprile_1998.pdf parere_commissione_gennaio_1998.pdf
matrice O/D	traffico	09/10/2009	30/11/2009	shtraffico	dati PGTU
calendario_comune_VR.xls	azioni	09/12/2009	11/12/2009		file di calendario compilato relativamente ai giorni di limitazioni del traffico
servizio di lavaggio strade.doc	azioni	09/12/2009	14/12/2009		file con indicazioni dei soldi spesi per l'intervento e numero di uscite. Dato consumo di acqua
Emissioniriva.doc	sorgenti		15/12/2009		alcune informazioni riva acciai
richieste azioni traffico	azioni	09/12/2009	21/12/2009		Circonvallazione_interna.pdf dati_2008.pdf dati_2009.pdf domenica_ecol_8_febbraio_2009.pdf Pianta_AVC.pdf
dati AGSM: CBA_planimetria.pdf CBT_planimetria_2010.pdf CCC_planimetria.pdf CFP_planimetria.pdf CGO_planimetria.pdf REGISTRO EMISSIONI.xls Riepilogo emissioni 2008.pdf Tabella Riassuntiva Camini Centrali ARPAV 2010.xls	sorgenti	02/12/2009	15/01/2010	mail	ultimi dati AGSM Da mail di Intini del 02/12/2009 si apprende che ARPAV ha richiesto i dati ad AGSM e che dovrebbero essere a disposizione entro venerdì 11/12/09
doc20100128161905.pdf	QA	28/01/2010	28/01/2010	mail	coordinate campagne punti di misura benzene progetto Escape
Controlli BOLLINO BLU.xls	traffico		08/02/2010	mail	controlli sul bollino blu

Tav4_4_Popolazione_residente_per_Quartiere_e_zona_2008.pdf	altro		16/02/2010	mail	popolazione
ZONE_OMO_2004.dwg	altro		17/02/2010	mail	popolazione
Relazione Via Unità d'italia.pdf	QA		15/03/2010	mail	Relazione ARPAV relativamente alla campagna di valutazione della qualità dell'aria condotta in via Unità d'Italia a Verona

Comune di Villafranca di Verona				
Nome file	**Argomento**	**Data richiesta**	**Data arrivo**	**Note**
Villafranca_sorgenti.xls	Risposta all'elenco sorgenti inviato	26/05/2009	23/07/2009	
BancaDatiAllevamenti_VILLAFRANCA.xls	Risposta all'elenco sorgenti inviato		23/07/2009	
CensAllevamenti_VILLAFRANCA.pdf	Risposta all'elenco sorgenti inviato		23/07/2009	
Note_sorgenti_VILLAFRANCA.doc	Risposta all'elenco sorgenti inviato		23/07/2009	
PRG	piani		18/05/2009	http://www.comune.villafranca.vr.it/nqcontent.cfm?a_id=1258
Capacità_residua_prg.pdf	piani		18/05/2009	file aggiuntivo al PRG
Relazione_tecnica_fase_02[1].pdf	traffico		18/05/2009	Piano della mobilità urbana Elaborazioni valutativer e propositive del sistema mobilità - traffico a supporto del PAT
Tavole per il PUM	traffico		18/05/2009	Tavole per il PUM: http://www.comune.villafranca.vr.it/nqcontent.cfm?a_id=1201
Villafranca.doc	QA		11/06/2009	Relazione inquinamento ARPAV
report 2007 VRN.xls	aeroporto		18/05/2009	dati orar (aggiornamento in data 11/06/2009)
appunti su dati aeroporto.doc	aeroporto		18/05/2009	Appunti intini su colloquio Susanetti al telefono
dati_aeroporti_vrn07_aggiornato.xls	aeroporto		18/05/2009	dati orar (aggiornamento in data 11/06/2009)
Info impianti termici aeroporto villafranca	aeroporto		19/10/2009	documentazione allegato IX aeroporto da Provincia di Verona
Tab_indicatori_VILLAFRANCA.xls	azioni		23/07/2009	azioni del comune per la QA
Dati aeroporto	aeroporto		16/02/2010	Dati anni dal 2004 al 2009 di: traffico_movimenti_anno.zip traffico_passeggeri_anno.zip Testo della mail riporta numero di accessi ai parcheggi

Comune di Zevio				
Nome file	**Argomento**	**Data richiesta**	**Data arrivo**	**Note**
Zevio_sorgenti.xls	Risposta all'elenco sorgenti inviato	26/05/2009	20/08/2009	
Traffico_ZEVIO.doc	traffico		23/07/2009	comunicazione nessuno studio
PRG	piani		01/04/2009	Link al PRG, comprensivo di Norme Tecniche di Attuazione e Regolamento Edilizio, e al Documento Preliminare al PAT: http://www.comune.zevio.vr.it/3-uffici-comunali/66-urbanistica.html
elenco allevamenti	Risposta all'elenco sorgenti inviato		24/08/2009	cartaceo
Elenco scuole con iscritti comune zevio.xls	attrattori	09/12/2009	18/12/2009	

Dati meteo e sulla Qualità dell'Aria					
Materiale	**Stato documentazione**	**Data richiesta**	**Data arrivo**	**Note trasmissione**	**Note documentazione**
CD con i dati meteo e di qualità dell'aria	files		06/04/2009		
integrazione ai dati di QA via mail	files		06/04/2009		
dati meteorologici della centralina meteo di Grezzana relativi agli anni 2004, 2005, 2006, 2007, 2008	files		18/05/2009		
protocollo di misura progetto Escape	files		23/07/2009		escape NOx sop final-1.doc Study manual ESCAPE final.doc
campagne misura.xls	file	13/03/2009	17/03/2009	mail	posizionamento centraline
campagne misura 2.xls	file	13/03/2009	17/03/2009	mail	posizionamento centraline fisse
campagne di misura effettuate con griglia	file		09/04/2009	mail	campagne_misura_griglia.xls griglia 18X18.jpg mappa_campagne_griglia.jpg
dati_via_dominutti.xls	file	11/06/2009	12/06/2009	mail	da riunione 11/06 esistenza di una stazione meteo in via Dominutti. Segnalati dei problemi con i decimali
meteo 2004-2009.zip	files	11/06/2009	18/06/2009	mail	dati meteo dominutti con correzioni.
PM10 a Verona.xls	file		23/06/2009	mail	Correzione file polveri delle centraline fisse di Verona. Correzione ai dati di QA ricevuti il 6 aprile
eventi acuti PM10 - PQA.xls	file		03/08/2009	mail	Episodi acuti evidenziati da Frontero
eventi acuti PM10 - PQA_Ferrario.xls	file		03/08/2009	mail	confronto diversi episodi
Postazioni unità mobili.xls	file		21/09/2009	mail	calendario postazioni mobili QA (Salomoni)
Postazioni unità mobili.xls	file		28/10/2009	mail	aggiornamento file fornito in data 21/09
chiarimenti dati QA.pdf	file		24/11/2009	mail	chiarimenti dati di QA. Richiesta chiarimenti durante CT del 10 /09 e durante riunione UNITN, ARPAV e ULSS del 12/11
PM10_Cason_2008.xls	file	12/11/2009	26/11/2009	mail	correzione file polveri delle centraline di Verona. Seconda correzione ai dati di QA ricevuti il 6 aprile e poi il 23 giugno
dati_allevamenti_conturaMetropolVerona_120110.xls	files	25/09/2009	18/01/2010	mail	dati allevamenti dalla regione che sono stati segnalati dalla dott.ssa Marocchio. Richiesta effettiva fatta il 27/11/2009 dopo accordi con Unitn.

Dati di traffico				
Materiale	**Stato documentazione**	**Data richiesta**	**Data arrivo**	**Note**
dati aeroporto relativi al 2007 aggiornati (file)	files		11/06/2009	dati_aeroporto_vrn07_aggiornato.xls
dati relativi al traffico autostradale per gli anni 1999, 2000, 2001 (file)	files		11/06/2009	DATI AUTOSTRADE_riassunto_PRT.xls
parco macchine relativo alla provincia di Verona per gli anni 2004, 2005, 2006 (file)	files		11/06/2009	PARCO MACCHINE E DATI AUTOSTRADE.DOC parcoVR_2004.txt parcoVR_2005.txt parcoVR_2006.txt
grafo stradale della provincia di Verona e flussi di traffico	files	29/04/2009	11/06/2009	
layer PTCP	files	29/04/2009	11/06/2009	59 elementi 5 cartelle
Procedura_monitoraggio_traffico.pdf	file	19/11/2009	16/12/2009	mail
Dati A22	file		11/08/2009	Note_flussi A22 BRENNERO 2005-07-08.doc Flussi A22 Brennero 2005-07-08.jpg
Dati aeroporto	files		16/02/2010	Dati anni dal 2004 al 2009 di: traffico_movimenti_anno.zip traffico_passeggeri_anno.zip Testo della mail riporta numero di accessi ai parcheggi
Dati volumetrici dalle stazioni di traffico (Comune di Verona)	traffico			Giorni presi a riferimento: dom 23-03-08 Lun 24-03-08 Dom 29-06-08 Lun 30-06-08 Dom 13-07-08Pi

simulazione traffico (Comune di Verona)	traffico		shtraffico il 15 ottobre	Alcune mappe dal PGTU e impegno di riduzione dei diversi comuni capoluogo tra cui Verona. Alcune valutazioni fatte dal comune su dati provinciali. Calcolo con dati Provincia VR.xls comparazionetpl.pdf galleria.pdf indici_di_mobilità.pdf relazione Comuni capoluogo.pdf
DATI_ARPAV.XLS (Comune di Verona)	traffico	06/04/2009	24/08/2009	TGM di alcuni giorni
PGTU (Comune di Verona)	traffico		01/12/2009	Attività Matrice OD
matrice O/D (Comune di Verona)	traffico	09/10/2009	30/11/2009	Shtraffico dati PGTU

Aziende, IPPC e progetti					
Materiale	**Stato documentazione**	**Data richiesta**	**Data arrivo**	**Note trasmissione**	**Note documentazione**
File TI.BRE	files		mag-09	trasmissione CD via posta	Progetto RAAA-GNRL-PD-07-01-01.pdf RAAA-GNRL-PD-07-01-02.pdf
elenco aziende (scaricate dal Sirav) presenti sul territorio di tutti i comuni aderenti al Piano di Qualità dell'Aria	files		11/06/2009		
materiale relativo al Motorcity di Trevenzuolo-Vigasio (files)	files		17/07/2009		Cartelle: 01 Quadro di Riferimento Programmatico 01 01 Quadro Rif.Programmatico 02 Quadro di Riferimento Progettuale 02 Quadro di Rif.Progettuale 03 Quadro di Riferimento Ambientale - Caratterizzazione 03 Quadro di Rif.Amb-Caratterizzazione 04 Quadro di Riferimento Ambientale - Impatti 04 QuadroRif.Amb-Impatti 05 sintesi non tecnica 06 VINCA CD PROGETTO PRELIM CD PROGETTO PRELINIMARE MOTORCITY Progetto Preliminare Studio Impatto Ambientale File: ELENCO DOCUMENTI.doc Elenco elaborati Progetti Preliminare. pdf

materiale relativo alle aziende Ferriera Valsider S.p.A. e S.P.S.-Sider Plating Scaligera S.p.A.	files		17/07/2009		**SPS** 3 scheda B1_B17.pdf 4 scheda B18.pdf estratto SIA.pdf SIA (1.1_Quadro_Programamtico.pdf 2.1_Quadro_Progettuale.pdf 3.1_quadro_Ambientale.pdf 3.2_Quadro_Ambientale-Monitoraggio.pdf 4.1_Stima_Impatti.pdf 5.1_Sintesi non Tecnica.pdf 6.1_VIncA.pdf Elenco_Elaborati.pdf nuova domanda AIA_SPA.zip S.P.S.-Sider-plating-scaligela-AIA-9-feb-2009.pdf **VALSIDER** Allegato a (18 file pdf) Allegato b (23 file pdf) Allegato c (20 file pdf) Allegato d (16 file pdf) Allegato e (3 file pdf) Valsider IPPC 17-12-2007 (7 file doc) carta identità.pdf domanda.pdf elenco allegati.pdf Integrazione domanda IPPC 20-12-07.doc Piano monitoraggio integrativo IPPC 20-12-07.doc relazione non tecnica.pdf
tabella riassuntiva dei punti di emissione del cementificio di Fumane (impianto attuale) (cartaceo)	cartaceo		17/07/2009		
dati relativi alla discarica di Pescantina (scheda INEMAR) (file)	files		17/07/2009		
rassegna stampa ARPAV dal 11/06/2009 al 27/07/2009	files		27/07/2009		
materiale relativo al cementificio di Fumane (contestuale domanda di VIA e approvazione del progetto di riduzione del consumo di materie prime naturali nel processo produttivo mediante utilizzo di rifiuti non pericolosi - trasmissione integrazioni; attività dell'impianto e situazione autorizzativi; punti di emissione nuovi e da dimettere; ...)	decina fogli cartacei (documentazione estratta da domanda nuovo impianto)		03/08/2009		
elenco aziende IPPC Verona.xls	file		12/05/2009	mail	elenco aziende IPPC (landinetti)

materiale IPPC	files	dal 10/06/2009	al 17/07/2009	trasmissione dati (ARPAV Territoriali)	Scheda B e Allegato B18 per le aziende: (Agricola 3 Valli - S. Martino B. A. - Sommacampagna, Cartiera Ca' di David, Cartiere SACI, Cartiere Fedrigoni, Fondver, Riva Acciaio, SIME, Verall e Zincol)
materiale IPPC	files	dal 10/06/2009	al 17/07/2009	trasmissione dati (ARPAV Territoriali)	Scheda B e Allegato B18 per le aziende: (Exide Technologies Fumane, Valsider, SPS, VR Steel)
domande AIA allevamenti	files		21/07/2009	trasmissione dati (ARPAV Territoriali)	Trasmissione dati AIA in possesso di ARPAV
DATI disaggregazione MS (ORAR)	files	attesi in ottobre 2009	12/11/2009		Relazione e dati: (classificazione_SNAP97.pdf, DB_emiss_com.mdb, DISAGGR_90_05_Rel.pdf, Emissioni ISPRA 90_95_00_95.xls) 30 mappe jpg (regione veneto a livello comunale)
Integrazioni MS 8 ORAR	files		21/11/2009	mail	emissioni_Verona.xls Verona Macrosettore 8.xls
chiarimenti dati QA.pdf	file		24/11/2009	mail	chiarimenti dati di QA. Richiesta chiiarimenti durante CT del 10 /09 e durante riunione UNITN, ARPAV e ULSS del 12/11
Chiarimenti inventario TD ISPRA.doc	file	19/11/2009	24/11/2009	mail	chiarimenti da dubbi disaggregazione MS 9
cogenerazione	files		25/11/2009	mail	cogenerazione_via_ascari.pdf cogenerazione_golosine.pdf
questioni_ORAR - 2.doc	file	23/11/2009	26/11/2009	mail	chiarimenti disaggregazione
DATI disaggregazione MS (ORAR)	files		30/11/2009	mail	classificazione_SNAP97.pdf Emissioni ISPRA_90_95_00_05.xls emissioni_Verona.xls Relazione_disaggreg_com.pdf Correzioni MS 8
dati_cogenerazione2003.xls	file	01/12/2009	02/12/2009	mail	risposta a richiesta di chiarimenti. Non completa.
cogenerazione.zip	files	02/12/2009	03/12/2009	mail	risposta a richiesta di chiarimenti. Non completa. Banchette.pdf Banchette_1.pdf Borgo Trento.pdf Forte Procolo.pdf Via Ascari.pdf
disaggr_90_05_Rev1.zip	files		10/12/2009	mail	correzioni a disaggregazione per MS2 classificazione_SNAP97.pdf DISAGGR_90_05_Rel_rev1.pdf emismacro_Veneto.xls Emissioni ISPRA 90_95_00_05.xls
aziende puntuali (ditte_scansionate)	files	11/12/2009	18/12/2009	ftp	20 ditte in pdf più file elenco in xls

Dati da Provincia di Verona					
Materiale	**Stato documentazione**	**Data richiesta**	**Data arrivo**	**Note trasmissione**	**Note documentazione**
agricoltura	files		17/06/2009	documentazione scaricata dal sito della regione	6valoricolture_04.zip Agristat_n6.pdf
Piano regionale attività di cava	files		10/06/2009	documentazione scaricata dal sito della regione	
totale rilievi cave.zip	files	26/05/2009	11/06/2009		dwg con il totale dei rilievi delle cave
grafo stradale della provincia di Verona e flussi di traffico	files	29/04/2009	11/06/2009		
layer PTCP	files	29/04/2009	11/06/2009		59 elementi 5 cartelle
Piano Provinciale rifiuti	files		16/06/2009	documentazione scaricata dal sito della provincia	
Riqualificazione degli itinerari viabilistici tra la Valpolicella e Verona	files	26/05/2009	23/07/2009		Studio di fattibilità
TTZ	files		16/06/2009	documentazione scaricata dal sito della provincia	Verbali TTZ 2005-2006-2007-2008
PTCP.zip	files		17/03/2009		
PQA Serafini	files		19/10/2009	Dati riscaldamento modello F e G. Database non completo	Dati modelli inseriti.xls

ULSS						
Materiale	**Stato documentazione**	**Data richiesta**	**Data arrivo**	**Note trasmissione**	**Note documentazione**	**Provenienza**
Relazioni sanitarie	files		17/06/2009	documentazione scaricata dal sito	Relazione sanitaria (2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007)	ULSS
parma_eh_conf final declaration.pdf relazione ulss PQA 22.3.10 oss sintesi HEI.doc	files		29/03/2010		documentazione effetti sulla salute. Richiesto inserimento fra gli allegati all'elaborato	ULSS

Bibliografia

A.N.P.A., (2001), Linee guida V.I.A.: parte generale, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.

A.R.P.A. Lombardia (2003), Sperimentazione "Cemento al TiO_2": relazione finale sintetica, Prot. Int. 8088 del 7 maggio 2003.

A.R.P.A. Lombardia (2004), Progetto "Porpora": relazione sulla sperimentazione per la valutazione dell'efficacia dei rivestimenti al TiO_2 nella riduzione delle immissioni di ossidi di azoto nel tunnel ferroviario di Milano via Porpora, Prot. Int. 8015 del 15/11/2004.

Abu-Allaban M., Gillies J. A., Gertler A. W., Clayton R., Proffitt D., (2003), Tailpipe resuspended road dust, and breake-wear emission factors from on road vehicles, Atmospheric Environment, 37, 5283 – 5293.

Amato F., Pandolfi M., Escrig A., Querol X., Alastuey A., Pey J., Perez N., Hopke P. K. , (2009a), Quantifying road dust resuspension in urban environment by multilinear engine: a comparison with PMF2, Atmospheric Environment 43, 2770 – 2780.

Amato F., Querol X., Alastuey A., Pandolfi M., Moreno T., Garcia J., Rodriguez P., (2009b) , Evaluating urban PM10 pollution benefit induced by street clean activities, Atmospheric Environment 43, 4472 – 4480.

Amministrazione Provinciale di Forlì-Cesena, (2004). Procedura di valutazione di impatto ambientale relativa al progetto per la realizzazione della centrale di termoutilizzazione di rifiuti solidi urbani di Forlì presentato da HERA S.P.A., Deliberazione di giunta provinciale prot. N. 66128/323 del 02/09/2004.

Angelucci G., Bedin K., Tirler W., Donegà M., (2009), L'influenza dell'impianto di incenerimento dei rifiuti urbani di Bolzano sulla qualità dell'aria nella Provincia di Bolzano, Convegno Internazionale SARDINIA 2009 S. Margherita di Pula.

Annesi-Maesano I, Moreau D, Caillaud D, Lavaud F, Le Moullec Y, Taytard A, Pauli G, Charpin D., (2007), Residential proximity fine particles related to allergic sensitisation and asthma in primary school children. Respir Med 2007; 101: 1721-1729.

APAT, (2003), La micrometeorologia e la dispersione degli inquinanti in aria.

APAT, (2004), Linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria in Italia.

ARPA Emilia-Romagna, (2007), Individuazione degli obiettivi minimi di riduzione delle emissioni regionali per il rispetto dei limiti di qualità dell'aria per gli inquinanti ozono, biossido di azoto, PM_{10} della regione Emilia-Romagna.

ARPA Emilia-Romagna, (2008), Rapporto annuale sulla qualità dell'aria provincia di Reggio Emilia.

ARPA Veneto, (2002), Rapporto sullo stato dell'ambiente della Provincia di Verona.

ARPA Veneto, (2004), Valutazione dell'efficacia dei provvedimenti di limitazione del traffico nei comuni capoluogo di provincia del Veneto, novembre 2003- marzo 2004.

ARPA Veneto, (2007), Ottimizzazione della rete regionale di controllo della qualità dell'aria del Veneto e mappatura di aree remote, Rapporto finale.

ARPAV, (2004), Fonti rinnovabili di energia – Potenzialità ed applicazioni in Provincia di Verona.

ASHRAE, (2004 e 2007), ASHRAE STANDARD 62.1-2007, 62.1-2004, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.

Baccarelli A, Martinelli I, Pegoraro V, et al., (2009), Living near major traffic roads and risk of deep vein thrombosis Circulation 2009; 119: 3118-3124.

Baldocchi, D.D., Hicks, B.B., Camara, P., (1987), A canopy stomatal resistance model for gaseous deposition to vegetated surfaces. Atmospheric Environment 21, 91–101.

Barnaba F. and G. P. Gobbi, (2004), Aerosol seasonal variability over the Mediterranean region and relative impact of maritime, continental and Saharan dust particles over the basin from MODIS data in the year 2001", Atmos. Chem. Phys., 4, 2367–2391.

Belgian norm NBN D 50-001

Berti G, Galassi C, Faustini A, Forastiere F; Gruppo coll EpiAir (a cura di), (2009), Inquinamento atmosferico e salute: sorveglianza epidemiologica e interventi di prevenzione. Studio degli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico in 10 città italiane nel periodo 2001-2005 Epidemiologia & Prevenzione 2009; 33(6) Suppl 1: 1-144.

Bessagnet B., A. Hodzic, R. Vautard, M. Beekmann, S. Cheinet, C. Honoré, C. Liousse and L. Rouil, (2004), Aerosol modelling with CHIMERE: preliminary evaluation at the continental scale, Atmospheric Environment, 38, 2803-2817.

Bidwell R.G.S., Fraser D.E.,(1972), Carbon monoxide uptake and metabolism by leaves, Canadian Journal of Botany 50, 1435–1439.

BiggeriA., Bellini P. Terracini B., (2004), Metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico 1996-2002, EPIDEMIOLOGIA & PREVENZIONE Anno 28 (4-5), luglio-ottobre 2004.

Bird, R. E. and Hulstrom, R. L., (1991), A Simplified Clear Sky model for Direct and Diffuse Insolation on Horizontal Surfaces, SERI Technical Report SERI/TR-642-761, Solar Energy Research Institute.

Brook Robert D. et al., (2004), Air pollution and cardiovascular disease: a statement for healthcare professionals from the expert panel on population and prevention science of the American heart association Circulation 2004; 109;2655-2671.

Cercl'Air, (2005), Swiss society of air protection officers: Recommandation Cercl'Air n°27: Indice de pollution de l'air –Report. 20p.

Chai-Mei Yu J., (2002), Ambient Air Treatment by Titanium Dioxide (TiO2) Based Photocatalyst in Hong Kong, Technical Report Prepared for the Environmental Protection Department, HKSAR.

Chang A. T., Ching M., (2003), Indoor-outdoor air quality relationships in vehicle: effect of driving environment and ventilation modes, Atmospheric Environment, 37, 3795 – 3808.

Chang, Y-M., Chou C-M., Su K-T., Tseng C-H., (2005), Effectiveness of street sweeping and washing for controlling ambient TSP, Atmospheric Environment 39, 1891 – 1902.

Chou C-M., Chang Y-M., Lin W-Y., Tseng C-H., Chen L., (2007), Evaluation of street sweeping and washing to reduce ambient PM10, Int. J. Environment and Pollution, Vol. 31, Nos. 3/4, 431-448.

Ciccone G., Forestiere F., Agabiti N., Buggeri A., Bisanti L., Chellini E., Corbo G., Dell'Orco P., Dal Masso P., Volante T.F., Galassi C., Piffer S., Tenzoni E., Rusconi F., Sestini P., Viegi G., (1998), Road traffic and adverse respiratory effects in children. SIDRIA Collaborative Group. Occupational and Environmental Medicine, 55, 771-778.

CNR Istituto Inquinamento Atmosferico, (2003), Relazione tecnica – Malte cementizie fotocatalizzate (ecorivestimento) per la riduzione dell'inquinamento atmosferico.

CTN-ACE, Task OB06.12b, (2002), Manuale dei fattori di emissione - Manuale dei fattori di emissione nazionali.

D. Lgs. 626/94

D. Lgs. 81/08

D. M. 60/2002

DICA (2006), Piano di tutela della qualità dell'aria della Provincia Autonoma di Trento, Università degli Studi di Trento, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale.

DICA, (2006b). Studio per l'approfondimento delle tematiche relative alla combustione della legna, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università degli Studi di Trento.

Dominici F., Peng R.D., Bell M.L., Pham L., McDermott A., Zeger S.L., Samet J.M., (2006), Fine particulate air pollution and hospital admission for cardiovascular and respiratory diseases. JAMA 2006; 295: 1127-1134.

El-Fadel, M. and Hashisho, Z., (2001), Vehicular Emissions in Roadway Tunnels: A Critical Review, Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 31: 2, 125 — 174.

Ellor James A. and Stamniski Peter, (2007), Sustainable Practices Concerning the use of Cadmium and Hexavalent Chromium as Corrosion Control Products, Tri-Service Corrosion Conference.

EMEP-CORINAIR, (1999), Atmospheric Emission Inventory Guidebook, 2nd edition

European Environment Agency, (1999), Criteria for EUROAIRNET, The EEA Air Quality Monitoring and Information Network, Technical Report n°12.

European Environment Agency, (2009), EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook.

European Parliament and the Council of the European Union, (2002), Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise.

Fraser M.P., Lakshmanan K, (2000). Using Levoglucosan as a Molecular Marker for the Long-Range Transport of Biomass Combustion Aerosols, Env. Sci. Technol., 2000, 34, 4560-4564.

Freer-Smith P. H., El-Khatib A. A., Taylor G., (2004), Capture of the particulate pollution by trees: a comparison of species typical of semi-arid areas (ficus nitida and eucalyptus globules) with European and north American species. Water, Air and soil pollution 155, 173-187.

Garcia J., Colosio J., (2002), Air-quality indices. Les Presses de l'Ecoles des Mines Paris. 112p.

Gauderman WJ, Vora H, McConnell R, Berhane K,Gilliland F, Thomas D, Lurmann F, Avol E, Künzli N,Jerrett M, Peters J., (2007), Effect of exposure to traffic on lungdevelopment from 10 to 18 years of age: a cohort study. Lancet 2007; 369: 571–577.

Gehring U, Heinrich J, Krämer U, Grote V, Hochadel M, Sugiri D, Kraft M, Rauchfuss K, Eberwein HG, Wichmann HE, (2006), Long-term exposure to ambient air pollution and cardiopulmonary mortality in women. Epidemiology 2006; 17: 545-551.

Gianni Stefanati, (1998), Per una Città Amica delle Biciclette, SATE, ANCMA-AICC-Comune di Ferrara.

Global Engineering and Trade, (2004), La fotocatalisi al servizio dell'ambiente.

Hadolt H., (2009), The tiral walls in the context of the SPAS project and their impacts on noise, "FEIN! Staub frei", Klagenfurt 2nd October 2009.

Heimann D., de Franceschi M., Emeis S., Lercher P., Seibert P. (Eds.), (2007), Air Pollution, Traffic Noise and Related Health Effects in the Alpine Space - A Guide for Authorities and Consulters. ALPNAP comprehensive report. Università degli Studi di Trento, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Trento, Italy, 335 pp.

http://www.italcementi.it

Innocenti M. C., (2008-2009). Il nuovo termovalorizzatore di Forlì: il sistema di trattamento fumi, Tesi di laurea a.a. 2008-2009.

International Institute for Applied Systems Analysis, (2005), A final set of scenarios for the Clean Air For Europe, CAFE Scenario Analysis Report Nr. 6.

ISPRA, (2007), Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2005, National Inventory Report 2007.

ISTAT, (2008), Dati ambientali nelle città.

Italcementi, (2005), TX Millennium – Leganti ad azione fotocatalitica – Relazione tecnica.

Italcementi, (2009), TV Active ® - principio attivo fotocatalitico, Approfondimento tecnico, Novembre 2009. http://www.italcementi.it/NR/rdonlyres/C1C6D010-168C-4694-B7D7-4C3B280A4B85/0/TXactiveapprofondimentonov2009.pdf (ultimo accesso marzo 2010)

Iversen L, Hannaford PC, Price DB, Godden DJ, (2005), Is Living in a Rural Area Good for Your Respiratory Health? Results From a Cross-sectional Study in Scotland, Chest 2005; 128: 2059-2067.

Jaecker-Voirol A., Pelt P., (2000), PM10 emission inventory in Ile de France for transport and industrial sources: PM10 re-suspension, a key factor for air quality, Environmental modeling & software, 15, 575 – 581.

Jerrett M, Burnett RT, Pope CA 3rd, Ito K, Thurston G, Krewski D, Shi Y, Calle E, Thun M., (2009), Long-term ozone exposure and mortality. N Engl J Med 2009;360(11): 1085-1095.

Jordan T.B., (2005), Investigation of the Composition of Woodsmoke and Methods for Apportioning Woodsmoke to Air Pollution in Launceston, PhD Thesis, University of Tasmania.

Jordan T.B., Seen A.J., (2005), Effect of airflow setting on the organic composition of woodheater emissions, Environ. Sci. Technol., 39, 3601-3610.

Jordan T.B., Seen A.J., Jacobsen G. E., (2006), Levoglucosan as an atmospheric tracer for woodsmoke, Atmospheric Environment, 40, 5316-5321.

Kan H, Heiss G, Rose KM, Whitsel E, Lurmann F, London SJ, (2007), Traffic exposure and lung function in adults: the Atherosclerosis Risk in Communities study. Thorax 2007; 62, 873–879.

Katsouyanni K, Touloumi G, Samoli E, Gryparis A, Le Tertre A, Monopolis Y, Rossi G, Zmirou D, Ballester F, Boumghar A, Anderson HR, Wojtyniak B, Paldy A, Braunstein R, Pekkanen J, Schindler C, Schwartz J., (2001), Confounding and effect modification in the

shortterm effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities within the APHEA2 project. Epidemiology 2001; 12(5): 521-531.

Khalil M.A.K., Rasmussen R.A., (2003), Tracers of wood smoke, Atmospheric Environment, 37, 1211-1222.

Killus, J.P., Meyer, J.P., Durran, D.R., Anderson, G.E., Jerskey, T.N., Reynolds, S.D., Ames, J., (1984), Continued Research in Mesoscale Air Pollution Simulation Modeling, Vol. V: refinements in numerical analysis, transport, chemistry, and pollutant removal, EPA/600/3-84/095a. US EPA, Research Triangle Park, NC.

Künzli N., Kaiser R., Medina S., Oberfeld G., Hoark F., (1999), Health Costs due to Road Traffic-related Air Pollution. An impact assessment project of Austria, France and Switzerland - Air pollution Attributable cases - Technical Report epidemiology. Prepared for the WHO Ministerial Conference for Environment and Health, London, June 1999.

Laden F, Schwartz J, Speizer FE, Dockery DW (2006), Reduction in fine particulate air pollution and mortality. Extended follow up of the Harvard six cities Study. Am J Respir Crit Care Med 2006; 173: 667-72.

Lovett G.M., (1994), Atmospheric deposition of nutrients and pollutants in North America: an ecological perspective, Ecological Applications 4, 629–650.

Maistro M., (2010), Criticità ambientali della digestione anaerobica applicata ai reflui zootecnici, Tesi di laurea A.A. 2008-2009.

Mak K. L., Hung W. T., (2008), Developing air pollutant profiles using routine monitoring data in road tunnels: A note, Transportation Research Part D, 13, 404 – 411.

Martuzzi M., Mitis F., Iavarone I., Serinelli M, (2006), Health impact of PM_{10} and ozone in 13 Italian cities, 2006, World Health Organization Regional Office for Europe.

Mercedes MR, Goldberg R, Melly S, et al., (2008), Residential exposure to traffic-related air pollution and survival after heart failure. Environ Health Perspect 2008; 116 (4): 481-5.

Müller W., Steltmann J., (2005), Development and state of the art in road tunnel ventilation technology. Technical information: www.tlt.de.

Neofytou P., Venetsanos A. G., Rafailidis S., Bartzis J. G., (2006), Numerical investigation of the pollution dispersion in an urban street canyon, Environmental Modelling and Software, 2006, 21, 525–531.

Nowak D. J., (2006), Institutionalizing urban forestry as a "biotechnology" to improve environmental quality, Urban Forestry & Urban Greening, 5, 93 – 100.

Nowak D. J., Crane D E., Stevens J. C., (2006), Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States, Urban Forestry & Urban Greening, 4, 115 – 123.

Nowak D. J., Dwyer J. F., (2000), Understanding the benefits and costs of urban forest ecosystems. In: Kuser J., Urban and community Forestry in the Northeast. Plenum Publisher, New York, pp. 11-25.

Nowak, D.J., McHale, P.J., Ibarra, M., Crane, D., Stevens, J., Luley, C., (1998), Modeling the effects of urban vegetation on air pollution. In: Gryning, S.E., Chaumerliac, N. (Eds.), Air Pollution Modeling and its Application XII. Plenum Press, New York, pp. 399–407.

OECD, (1993), OECD Core set of indicators for environmental performance review. Environment Monograph N°83. Report., 39p.

OMS, (2005), Comunicato stampa dell'OMS europeo EURO/08/05 Berlino, Copenhagen, Roma, 22 giugno 2005.

Ostro B, Feng WY, Broadwin R, Green S, Lipsett M., (2007), The Effects of Components of Fine Particulate Air Pollution on Mortality in California: Results from CALFINE. Environ Health Perspect 2007; 114: 13–19.

Pashynska V., Vermeylen R., Vas G., Maenhaut W., Claeys M., (2002). Development of a gas chromatographic/ion trap mass spectrometric method for the determination of levoglucosan and saccharidic compounds in atmospheric aerosols, Application to urban aerosols, J. Mass Spectrom., 37, 1249–1257.

Paternoster L., (2010), Analisi critica di fattori di emissione di PM10, Tesi di laurea a.a. 2008-2009.

Pederson, J.R., Massman, W.J., Mahrt, L., Delany, A., Oncley, S., den Hartog, G., Neumann, H.H., Mickle, R.E., Shaw, R.H., Paw, UKT., Grantz, D.A., MacPherson, J.I., Desjardins, R., Schuepp, P.H., Pearson, R., Arcado, T.E., (1995), California ozone deposition experiment: methods, results, and opportunities. Atmospheric Environment 29 (21), 3115–3132.

Pope Ca 3rd, Ezzati M, Dockery DW, (2009), Fine-particulate air pollution and life expectancy in the United States. N Engl J Med 2009; 360: 376-88.

Pope Ca 3rd, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, Thurston GD, (2002), Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. JAMA 2002; 287: 1132-1141

Provincia Autonoma di Bolzano, (2007), Regolamento delle piste ciclabili e degli itinerari ciclopedonali.

Provincia di Ferrara (Servizio Risorse Idriche e Tutela Ambientale), (2007). Autorizzazione Integrata Ambientale per l'impianto IPCC "esistente" di termovalorizzazione di rifiuti non pericolosi ubicato in Comune di Ferrara (FE), località Cassana.

Provincia di Ferrara (Servizio Risorse Idriche e Tutela Ambientale), (2008). Istanza di riesame e modifica dell'Autorizzazione Integrata Ambientale, avente Prot. Gen. N. 91987 del 30/10/2007, per l'impianto IPCC di termovalorizzazione di rifiuti non pericolosi ubicato in Comune di Ferrara (FE), località Cassana.

Provincia di Verona, (2008), PTCP Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale.

Regione Veneto, (2004), Piano Regionale di Tutela e di Risanamento dell'Atmosfera.

Regione Veneto, (2008), Rapporto Statistico 2008, il Veneto si racconta, il Veneto si confronta.

RodlerJ., Henn M., (2009), Filter effect of SPAS and Impact on Air Quality, "FEIN! Staub frei", Klagenfurt 2nd October 2009.

Romeo E, De Sario M, Forastiere F, Compagnucci P, Stafoggia M, Bergamaschi A, Perucci CA, (2006), PM_{10} exposure and asthma exacerbations in pediatric age: a meta-analysis of panel and time-series studies. Epidemiol Prev 2006; 30(4-5): 245-254.

Schauer J.J., Cass G. R., (2000). Source apportionment of wintertime gas-phase and particle-phase air pollutants using organic compounds as tracers, Environ. Sci. Technol., 34, 1821-1832.

Sharl C., Iser F., (2009), EU-LIFE Projekt SPAS – Task 3: Simulationen, Abshlussbericht, 07 juli 2009.

Sharl C., Iser F., Lechner B., Mariani O., Almbauer A. R., (2009), Considerations on Aerodynamics in the SPAS Project, "FEIN! Staub frei", Klagenfurt 2nd October 2009.

SICEA, (2008), Relazione Divulgativa anno 2008, Discarica per Rifiuti Non Pericolosi di Pescantina (VR) (http://portale.provincia.vr.it/files/newweb/Area-servi/Settore-Ec/REPORT-CON/U-O--RIFIU1/Discarica-/pescantina_rda_2008.pdf Ultimo accesso marzo 2010).

Simoneit B.R.T., Schauer J.J., Nolte C.G., Oros D.R., Elias V.O., Fraser M.P., Rogge W.F., Cass G.R., (1999). Levoglucosan, a tracer for cellulose in biomass burning and atmospheric particles, Atmospheric Environment, 33, 173-182.

Simpson C.D., Dills R.L., Katz B.S., Kalman D.A., (2004). Determination of Levoglucosan in Atmospheric Fine Particulate Matter, Air & Waste Management Association, 54, 689-694.

SIRA, (2007). http://sira.arpat.toscana.it/sira/eper/UL_115269.htm

Sormani Moretti, L., (1904), La Provincia di Verona: monografia statistica-economica-amministrativa, Firenze, Olschki Editore.

Sozzi R., (2002), Introduzione alla turbolenza atmosferica, Pitagora Editrice Bologna.

Stubenvoll J., Böhmer S., Szednyj I., (2002). State of the Art for Waste Incineration Plants, Federal Ministry of Agriculture and Forestry.

TNO,(1992) Emission Factors manual Parcom-Atmos, Emission factors for air pollutants, P.F.J van der Molst, 1992 TNO Institute of Environmental and Energy Technology.

ULSS 20, (2007), Relazione sanitaria 2007.

US Environmental Protection Agency (2007), Review of the National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter, Policy Assessment of Scientific and Technical Information, OAQPS Staff Paper. Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, NC.

US Environmental Protection Agency (US EPA), (2004), Incorporating Emerging and Measures in a State Implementation Plan (SIP). US Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. http://www.epa.gov/ttncaaa1/t1/memoranda/evm_ievm_g.pdf (ultimo accesso: marzo 2010)

Viegi G, Pedreschi M, Baldacci S, Chiaffi L, Pistelli F, Modena P, Vellutini M, Di Pede F, Carrozzi L., (1999), Prevalence rates of respiratory symptoms and diseases in general population samples of North and Central Italy. Int J Tuberc Lung Dis 1999; 3: 1034-1042.

Vineis P. et al., (2006), Air pollution and risk of lung cancer in a prospective study in Europe. Int J Cancer 2006; 119(1): 169-174.

Vocaturo Ernesto (red.), Kunseler Eva (red.), Slovakova Gabriela (red.), Ruut Juri (red.), Cavoura Olga (red.), Otorepec Peter (red.). 3.3 V1.0, (2008), Exposure of children to air pollution (particulate matter) in outdoor air. In: ENHIS, World Health Organisation, Menu. Bilthoven: RIVM, Home\ Environment and health issues\ Air quality, 22 October 2008.

Von Klot S, Peters A, Aalto P, et al. for the Health Effects of Particles on Susceptible Subpopulations (HEAPSS) Study Group, (2005), Ambient air pollution is associated with increased risk of hospital cardiac readmissions of myocardial infarction survivors in five European cities. Circulation 2005; 112: 3073-9.

WHO – World Health Organization, (2006), WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global update 2005, Summary of risk assessment.

WHO Europe, (2005), Effects of air pollution on children's health and development - A review of the evidence.

WHO European Centre for Environment and Health, (2007), Effects of air pollution on children's health and development - a review of the evidence. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2005 (http://www.euro.who.int/document/E86575.pdf, ultimo accesso marzo 2010).

World Meteorological Organization, (2006), Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation.

www.ineris.fr

www.inventaria.sinanet.apat.it

www.prevair.org

Yin Shan, Cai Jinping, Chen Liping, Shen Zhemin, Zou Xiadong, Wu Dan, Wang Wenhua, (2007), Effects of vegetation status in urban green spaces on particle removal in a street canyon atmosphere, Acta Ecologica Sinica, 27(11), 4590 – 4595.

Zanini G., Berico M., Monforti F., Vitali L., Zambonelli S., Chiavarini S., Georgiadis T., Nardino M., (2006), Concentration measurement in a road tunnel as a method to assess "real-world" vehicles exhaust emissions, Atmospheric Envoronment, 40, 1242 – 1254.

Zdrahal Z., Oliveira J., Vermeylen R., Claeys M., Maenhaut W., (2002). Improved method for quantifying levoglucosano and related monosaccharide anhydrides in atmospheric aerosols and application to samples from urban and tropical locations, Environ. Sci. Technol., 36, 747-753.

Zinke P.J., (1967), Forest interception studies in the United States. In: Sopper W.E., Lull H.W., Forest Hydrology, Pergamon Press, Oxford, pp. 137–161.