



**STUDIO DI LOCALIZZAZIONE DEL
TERMOVALORIZZATORE DELLA ZONA NORD DELLA
PROVINCIA DI TORINO**

Capitolo 5 - Esame della componente atmosfera

SOMMARIO

5	ESAME DELLA COMPONENTE ATMOSFERA	3
5.2	Obiettivi e contenuti del capitolo	3
5.3	Inquadramento normativo	5
5.3.1	La normativa sull'incenerimento dei rifiuti	5
5.3.2	La normativa sulla qualità dell'aria.....	7
5.3.3	La valutazione della qualità dell'aria	8
5.3.4	La zonizzazione per il conseguimento degli obiettivi di qualità dell'aria.....	9
5.3.5	I principali riferimenti normativi	14
5.4	Caratterizzazione meteorologica	16
5.4.1	Climatologia provinciale	16
5.4.2	Climatologia locale	16
5.4.2.1	Regime anemologico.....	17
5.4.2.2	Piovosità	22
5.4.2.3	Temperatura	24
5.5	Stato della qualità dell'aria	24
5.5.1	I dati delle stazioni di monitoraggio.....	24
5.5.2	Il sistema modellistico di stima dei campi di concentrazione.....	34
5.6	La sorgente emissiva	38
5.7	Simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera con il modello Windimula	40
5.7.1	Descrizione del modello	40
5.7.1.1	Dominio di calcolo.....	41
5.7.1.2	Dati di input utilizzati	42
5.7.2	Simulazione annuale e risultati	43
5.8	Simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera con il modello SPRAY 3	46
5.8.1	Descrizione del modello	46
5.8.1.1	Dominio di calcolo.....	46
5.8.1.2	Dati di input utilizzati	48
5.8.2	Simulazione di un episodio critico e calibrazione dei parametri	48
5.8.3	Simulazione annuale e risultati	56
5.8.4	Microinquinanti e metalli.....	57
5.8.5	Confronto tra i risultati ottenuti con il modello gaussiano Windimula 2.0 e il modello lagrangiano Spray 3	58
5.9	Stima degli effetti sulla qualità dell'aria nella situazione post operam	58
5.10	Bilanci emissivi e considerazioni energetiche.....	60
5.10.1	Emissioni di ossidi di azoto	60
5.10.2	Emissioni di CO ₂	61
5.10.3	Possibilità di utilizzo dell'energia	62
5.11	Analisi comparativa dei siti esaminati	64
5.11.1	Stato ambientale del sito.....	64
5.11.2	Capacità dispersive del sito	65
5.11.3	Valutazione degli impatti cumulati	66
5.11.4	Giudizio sintetico complessivo	67

5 ESAME DELLA COMPONENTE ATMOSFERA

5.2 Obiettivi e contenuti del capitolo

Il capitolo relativo alla componente atmosfera è finalizzato alla descrizione della qualità dell'aria nei tre siti in esame e alla valutazione della potenziale variazione dello stato di qualità dell'aria in relazione alle emissioni in atmosfera generate durante la fase di esercizio dell'impianto.

Oltre ad una prima sezione di carattere introduttivo e normativo, lo studio, realizzato con finalità comparative fra i tre siti, presenta nell'ordine:

- una descrizione dello stato di qualità dell'aria nei tre siti;
- due simulazioni modellistiche, finalizzate a stimare le ricadute dell'impianto in questione per ognuno dei tre siti analizzati;
- una valutazione delle modificazioni che le ricadute dell'impianto potrebbero comportare in termini di qualità dell'aria;
- l'analisi comparativa dei tre siti esaminati.

Lo studio delle ricadute è stato condotto per passi successivi di approfondimento: ad un primo livello si è utilizzato un modello gaussiano in modalità short-term (Windimula), che assicura una valutazione media dell'impatto dell'impianto sul lungo periodo (un anno) con tempi ridotti di calcolo (qualche ora).

L'eventuale insorgenza di fenomeni di accumulo, favoriti da particolari condizioni meteorologiche, descrivibili solo attraverso un modello non stazionario, è stata poi valutata simulando un episodio critico (della durata di 8 giorni) con un modello lagrangiano (SPRAY). Infine, anche considerando le peculiarità della circolazione dei venti in uno dei tre siti in esame (Ivrea), si è effettuata una simulazione annuale con il modello lagrangiano. Le considerazioni relative ai risultati ottenuti con i due modelli sono stati inserite alla fine del paragrafo 5.8.

Per la valutazione degli impatti cumulati e per il calcolo degli indicatori di comparazione tra i tre siti sono stati utilizzati i risultati ottenuti con il codice lagrangiano SPRAY, tridimensionale e non stazionario, in quanto fornisce una rappresentazione più realistica dei fenomeni di dispersione.

A conclusione del presente capitolo sono riportate alcune considerazioni circa i bilanci emissivi e l'utilizzo dell'energia termica prodotta in cogenerazione. Nella Tab. 5.1 è riportato lo schema, relativo al presente capitolo, delle attività previste e dei contenuti del lavoro.

Si desidera ringraziare ARPA Piemonte – Area Previsione e Monitoraggio Ambientale - per la predisposizione dei campi tridimensionali orari di vento utilizzati nella simulazione modellistica, per aver fornito i dati necessari alla caratterizzazione meteorologica e Regione Piemonte e per aver concesso l'utilizzo dei risultati preliminari del sistema modellistico tridimensionale di stima dei campi di concentrazione sul territorio regionale, predisposto da ARPA Piemonte.

Tab. 5.1 – Esame della componente atmosfera – sintesi dei contenuti del capitolo

N.	Attività prevista	Descrizione dell'attività prevista e dei documenti prodotti
1-E	Inquadramento normativo	Descrizione della normativa di riferimento in materia di qualità dell'aria ed emissioni in atmosfera provenienti da impianti di termovalorizzazione dei rifiuti. Gli strumenti di pianificazione locale. La zonizzazione regionale.
2-E	Caratterizzazione meteorologica	Descrizione sintetica del clima locale ed acquisizione dei dati meteorologici necessari per le elaborazioni modellistiche.
3-E	Stato della qualità dell'aria	Descrizione dei livelli attuali di concentrazione degli inquinanti sul territorio. Valori di concentrazione degli inquinanti atmosferici misurati delle centraline di rilevamento della qualità dell'aria significative per i tre siti. Rappresentazione del dato con tabelle. Valori di concentrazione degli inquinanti atmosferici stimati sul territorio per mezzo di strumenti modellistici da ARPA nell'ambito della Valutazione Annuale della Qualità dell'Aria del 2005.
4-E	La sorgente emissiva	Caratterizzazione della sorgente emissiva sulla base delle ipotesi progettuali, per l'utilizzo nei modelli di dispersione..
5-E	Simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera con il modello WinDimula	Descrizione del modello utilizzato e dei dati di input utilizzati Simulazione annuale e risultati Mappa multiscala delle ricadute medie annuali Mappa del 99,8 percentile delle medie orarie di NOx
6-E	Simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera con il modello SPRAY 3	Descrizione del modello utilizzato e dei dati di input utilizzati. Episodio critico (definizione dell'altezza della sorgente e calibrazione dei parametri) Simulazione annuale e risultati. Mappa multiscala delle ricadute medie annuali. Mappa del 99,8 percentile delle medie orarie di NOx. Considerazioni sulla deposizione dei microinquinanti. Confronto tra i risultati ottenuti con Windimula e SPRAY.
7-E	Stima degli effetti sulla qualità dell'aria nella situazione post operam.	Stima tramite applicazioni modellistiche delle ricadute emissive dell'impianto in questione. Sulla base dei risultati delle applicazioni modellistiche e facendo riferimento all'inquinante NO _x sono rappresentati gli effetti sulla qualità dell'aria dell'opera.
8-E	Bilanci emissivi	Quantificazione delle emissioni connesse alla realizzazione dell'impianto in termini di nuove emissioni e di emissioni evitate.
9-E	Considerazioni energetiche	Valutazioni sulla possibilità di utilizzare il calore prodotto in cogenerazione. Analisi comparativa dei siti esaminati
10-E	Analisi comparativa dei siti esaminati	Definizione degli indicatori di stato, performance e impatto Analisi comparativa dei siti esaminati

La principale documentazione esaminata è citata nella tabella che segue.

Tab. 5.2 - Documentazione consultata per la stesura del capitolo 5

N.	Oggetto	Estremi del documento
Doc. 5.1	Relazione annuale sui dati rilevati dalla rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria Anno 2006 – Provincia di Torino e Arpa Piemonte	Documento reperibile all'indirizzo: http://www.provincia.torino.it/ambiente/inquinamento/eventi/sguardo
Doc. 5.2	EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2006	Documento reperibile all'indirizzo: http://reports.eea.europa.eu/EMEPCORINAIR4/en/page002.html
Doc. 5.3	ENEL – Rapporto ambientale 2005	Documento reperibile all'indirizzo: http://www.enel.it/azienda/investor_relations/bilanci_documenti/bilancio_ambientale/bilancio_ambientale_05/
Doc. 5.4	Ricostruzione dei campi di vento sul territorio provinciale – Anno 2005 – Arpa Piemonte	Dati forniti su supporto informatico
Doc. 5.5	Dati della rete meteo-idrografica di Arpa Piemonte	Dati reperibili su meteoweb – accesso riservato
Doc. 5.6	Studio di caratterizzazione del bianco ambientale connesso alla realizzazione del termovalorizzatore del Gerbido – Arpa Piemonte	Documento consegnato a giugno 2007
Doc. 5.7	Studio sul teleriscaldamento in provincia di Torino: stato di fatto e potenzialità di sviluppo	Documento reperibile all'indirizzo: http://www.provincia.torino.it/ambiente/energia/progetti/teleriscaldamento

Nella seguente tabella è riportato l'elenco della principale documentazione prodotta e/o allegata al presente capitolo.

Tab. 5.3 - Le tavole del capitolo 5

N.	Titolo
Tav. 5.1	Sito 1 – Mappa multiscala delle concentrazioni medie annuali (scala 1:75.000) - Windimula
Tav. 5.2	Sito 2 – Mappa multiscala delle concentrazioni medie annuali (scala 1: 75.000) - Windimula
Tav. 5.3	Sito 3 – Mappa multiscala delle concentrazioni medie annuali (scala 1: 75.000) - Windimula
Tav. 5.4	Sito 1 – Ossidi di azoto: mappa del 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie (scala 1: 75.000) - Windimula
Tav. 5.5	Sito 2 – Ossidi di azoto: mappa del 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie (scala 1: 75.000) - Windimula
Tav. 5.6	Sito 3 – Ossidi di azoto: mappa del 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie (scala 1: 75.000) - Windimula
Tav. 5.7	Sito 1 – Mappa multiscala delle concentrazioni medie annuali (scala 1:150.000) - Spray
Tav. 5.8	Sito 2 – Mappa multiscala delle concentrazioni medie annuali (scala 1: 150.000) - Spray
Tav. 5.9	Sito 3 – Mappa multiscala delle concentrazioni medie annuali (scala 1: 150.000) - Spray
Tav. 5.10	Sito 1 – Ossidi di azoto: mappa del 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie (scala 1: 150.000) - Spray
Tav. 5.11	Sito 2 – Ossidi di azoto: mappa del 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie (scala 1: 150.000) - Spray
Tav. 5.12	Sito 3 – Ossidi di azoto: mappa del 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie (scala 1: 150.000) - Spray
Tav. 5.13	Sito 1 – Ossidi di azoto: impatti cumulati delle concentrazioni medie annuali (scala 1: 150.000) - Spray
Tav. 5.14	Sito 2 – Ossidi di azoto: impatti cumulati delle concentrazioni medie annuali (scala 1: 150.000) - Spray
Tav. 5.15	Sito 3 – Ossidi di azoto: impatti cumulati delle concentrazioni medie annuali (scala 1: 150.000) - Spray

5.3 Inquadramento normativo

Di seguito si riporta la descrizione dei principali riferimenti normativi relativi a:

- Incenerimento dei rifiuti;
- Qualità dell'aria

5.3.1 La normativa sull'incenerimento dei rifiuti

In Italia la materia dell'incenerimento di rifiuti è disciplinata dal D. Lgs. 133 dell'11 maggio 2005 "Attuazione integrale della direttiva 2000/76/CE in materia di incenerimento di rifiuti".

Agli artt. 9 e 10 e agli allegati 1, 2 e 3 il Decreto disciplina le emissioni in atmosfera e i relativi limiti.

In merito ai valori limite di emissione in atmosfera, da un confronto (Tab. 5.4) è possibile ravvisare che i valori indicati nel D. Lgs. n. 133/2005 sono uguali ai limiti previsti dal D.M. 124/2000 (ormai abrogato per effetto dello stesso decreto 133/2005) *in materia di incenerimento dei rifiuti pericolosi*, valori che dall'entrata in vigore della nuova normativa si applicano non solo agli impianti che trattano rifiuti pericolosi ma anche agli *inceneritori dei rifiuti non pericolosi*. Questo nuovo approccio è volto a chiarire che la distinzione tra rifiuti pericolosi e rifiuti non pericolosi si basa essenzialmente sulle loro caratteristiche prima dell'incenerimento o coincenerimento, e non sulle emissioni provocate dalla loro combustione.

Per quanto riguarda il D.M. 503/97, che prima regolava la materia, si riscontra l'inasprimento dei limiti relativamente ai parametri HCl e SO₂; inoltre, sempre con riferimento al D.M. 503/97 per i limiti alle emissioni da rispettare nel breve periodo, è stato ridotto l'intervallo temporale di riferimento da 1 ora a 30 minuti, con un conseguente inasprimento delle prescrizioni da rispettare: in relazione a ciò, vengono previsti anche i limiti alternativi di cui alla colonna (B) (limiti da rispettare nel 97% dei casi).

Riguardo alla questione delle emissioni in atmosfera è importante notare che i moderni sistemi di abbattimento sono altamente sviluppati e tali da assicurare le massime garanzie di sicurezza sia

per l'ambiente che per la salute dei cittadini, ponendosi ben al di sotto dei limiti tabellari fissati dalle nuove norme.

Tab. 5.4 – Confronto tra i limiti di emissione previsti dal D. Lgs. 133/2005 sull'incenerimento di rifiuti e le normative vigenti in Italia fino alla sua entrata in vigore

Inquinante ⁽²⁾ (mg/m ³)	D.Lgs. 11/05/05 n. 133 Inceneritori		D.M. 19/11/97 n. 503 RSU e RS		D.M. 25/02/2000 n. 124 Rifiuti pericolosi		
	Giornaliero	Semiorario	Giornaliero	Orario	Giornaliero	Semiorario	
Polveri (mg/m ³) ¹⁾	10	(A) 100% 30	(B) 97% 10	10	30	10	30
COT	10	20	10	10	20	10	20
HCL	10	60	10	10	60	10	60
HF	1	4	2	1	4	1	4
SO ₂	50	200	50	50	200	50	200
NO _x (come NO ₂)	200	400	200	200	400	200	400
CO	50	100 ⁽⁷⁾		50	100	50	100
Cd+Tl ⁽³⁾	0,05			0,05		0,05	
Hg ⁽³⁾	0,05			0,05		0,05	
Metalli ⁽³⁾	0,5 ⁽⁵⁾			0,5 ⁽⁴⁾		0,5 ⁽⁴⁾	
PCDD/DF ⁽⁶⁾ ng/Nm ³ (I-TEQ)	0,1			0,1		0,1	
IPA	0,01			0,01		0,01	

(1)valori normalizzati a: fumi secchi, 101,3 kPa, 273 °K, O₂ 11% vol
 (2)medie giornaliere, se non diversamente specificato
 (3)valori medi di un periodo di campionamento di ora
 (4)Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn
 (5)Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V
 (6)valori medi di un periodo di campionamento di 8 ore
 (7)in caso di non totale rispetto del limite di colonna (A), il 95% dei valori medi su 10 minuti non deve superare il valore di 150 mg/Nm³

I valori d'emissione attesi per gli impianti di termovalorizzazione dei rifiuti sono spesso inferiori di qualche ordine di grandezza ai limiti di legge (Tab. 5.5).

Questo perché i limiti alle emissioni fissati dalla Direttiva 2000/76/CE sono da ritenersi livelli minimi che devono essere comunque garantiti. In sede di progettazione e gestione dell'impianto ci si riferisce alle indicazioni prestazionali, generalmente più restrittive, riportate nel "BRef for Waste Incineration" che non possono costituire dei limiti prescrittivi ma solo dei valori operativi auspicabili in condizioni di normale funzionamento a regime dell'impianto.

Tab. 5.5 – Confronto tra i limiti di emissione previsti dalla normativa e quelli conseguibili mediante l'applicazione delle BAT [Fonte: BREF Waste Incineration]

Parametri	Limiti D.Lgs. n. 133/2005	BAT	Unità di misura
Polveri	10	1 - 5	mg/Nm ³
COT	10	1 -10	mg/Nm ³
HCl (acido cloridrico)	10	1 - 8	mg/Nm ³
HF (acido fluoridrico)	1	< 1	mg/Nm ³
SO ₂ (ossido di zolfo)	50	1 – 40	mg/Nm ³
NO _x (ossidi di azoto)	200	40 – 100	mg/Nm ³
CO (monossido di carbonio)	50	5 - 30	mg/Nm ³
Cd + Tl (Cadmio e Tallio)	0,05	0,005– 0,05	mg/Nm ³
Hg (mercurio)	0,05	0,001 – 0,02	mg/Nm ³
Metalli Pesanti	0,5	0,005– 0,5	mg/Nm ³
Diossine	0,1	0,01– 0,1	ng TEQ/Nm ³
IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici)	0,01		mg/Nm ³

5.3.2 La normativa sulla qualità dell'aria

La tutela e la gestione della qualità dell'aria sono oggetto di una specifica normativa nazionale, frutto del recepimento ad opera dell'Italia delle direttive della Comunità Europea, finalizzata ad impedire il costante riprodursi di situazioni di criticità ambientale.

In particolare, il D. Lgs. 04/08/1999, n. 351 (attuativo della direttiva quadro 1996/62/CE) definisce i principi fondamentali per la diminuzione dell'inquinamento atmosferico prevedendo la fissazione di valori limite e di soglie di allarme per alcune sostanze inquinanti nonché del valore obiettivo per l'ozono al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso. Il decreto prevede inoltre l'individuazione di metodi e criteri di valutazione comuni che permettano di distinguere nell'ambito del territorio nazionale le zone in cui è opportuno conservare la qualità dell'aria, perché buona, da quelle in cui è necessario migliorarla.

Il nostro legislatore, con il D.M. 2/4/2002 n. 60 (attuativo delle direttive figlie 1999/30/CE e 2000/69/CE), ha fissato per una serie di agenti inquinanti (biossido di zolfo, biossido di azoto e ossidi di azoto, materiale particolato, piombo, benzene e monossido di carbonio) i predetti valori limite e le soglie di allarme. Il decreto introduce per tali inquinanti, con l'eccezione del monossido di carbonio, dei valori limite annuali per la protezione della salute umana e degli ecosistemi.

L'introduzione di questa nuova classe di limiti è finalizzata all'adozione di interventi che siano volti ad una reale diminuzione dell'emissione di questi inquinanti piuttosto che alla sola introduzione di misure di contenimento dei picchi di concentrazione che si verificano in determinati periodi dell'anno. Inoltre, per il raggiungimento dei limiti, viene scandito il percorso da compiere nel corso dei prossimi anni, attraverso la definizione di margini di tolleranza, che si riducono progressivamente nel tempo, per portare al graduale raggiungimento del rispetto del limite.

Per il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, il PM10 e il monossido di carbonio sono anche definiti dei valori limite giornalieri o orari.

Inoltre per il biossido di zolfo ed il biossido di azoto il decreto ha fissato delle soglie di allarme, a cui corrispondono dei livelli di concentrazione di inquinanti in atmosfera il cui superamento determina il sorgere di seri rischi per la salute umana anche in caso di esposizioni di breve durata. In caso si verifici siffatta situazione di pericolo le autorità competenti sono ovviamente tenute all'adozione immediata di misure capaci di portare ad una riduzione delle concentrazioni di inquinante al di sotto del valore di allarme.

Con il D. Lgs. 21/05/2004 n. 183 è stata recepita dal legislatore italiano la direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria.

Per il parametro ozono si individuano, come riferimento a lungo termine, i valori bersaglio e gli obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione. Il valore bersaglio rappresenta il livello fissato al fine di evitare effetti nocivi sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso, da conseguirsi per quanto possibile entro un dato periodo di tempo (2010). L'obiettivo a lungo termine rappresenta la concentrazione di ozono nell'aria al di sotto della quale si ritengono improbabili, in base alle conoscenze scientifiche attuali, effetti nocivi diretti sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso. Tale obiettivo deve essere conseguito, salvo quando ciò non sia realizzabile, tramite misure progressive nel lungo periodo, al fine di fornire un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente. Per l'ozono sono definite inoltre la soglia di allarme e la soglia di informazione alla popolazione.

Per una migliore comprensione dei dati riportati nel presente capitolo, si riportano in Tab. 5.6 alcune definizioni normative.

Tab. 5.6 - Definizioni normative

Valore limite	livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso, che dovrà essere raggiunto entro un dato termine e che non dovrà essere superato.
Soglia di allarme	livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale gli stati membri devono immediatamente intervenire secondo quanto disposto dalla direttiva 96/62/CE
Valore bersaglio	livello fissato al fine di evitare a lungo termine effetti nocivi sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso, da conseguirsi per quanto possibile entro un dato periodo di tempo.
Obiettivo a lungo termine	concentrazione di ozono nell'aria al di sotto della quale si ritengono improbabili, in base alle conoscenze scientifiche attuali, effetti nocivi diretti sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso. Tale obiettivo deve essere conseguito, salvo quando ciò non sia realizzabile tramite misure proporzionate, nel lungo periodo al fine di fornire un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente.
Margine di superamento	la percentuale del valore limite nella cui misura tale valore può essere superato alle condizioni stabilite dalla direttiva 96/62/CE.
Soglia di informazione	livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili
Soglia di valutazione superiore	livello al di sotto del quale le misurazioni possono essere combinate con le tecniche di modellizzazione al fine di valutare la qualità dell'aria ambiente
Soglia di valutazione inferiore	livello al di sotto del quale è consentito ricorrere soltanto alle tecniche di modellizzazione o di stima oggettiva al fine di valutare la qualità dell'aria ambiente

5.3.3 La valutazione della qualità dell'aria

L'articolo 6 del D. Lgs. n. 351 del 4 agosto 1999 assegna alle Regioni il compito di effettuare la valutazione della qualità dell'aria ambiente sul proprio territorio, attraverso l'individuazione di aree a diverso grado di criticità in relazione ai valori limite previsti dalla normativa per i diversi inquinanti atmosferici.

Lo stesso D. Lgs. n. 351/99 e i successivi D.M. n. 60 del 2 aprile 2002 e D. Lgs. 183/2004 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 previsti dalla normativa sull'intero territorio regionale.

L'Allegato X.II al D.M. 60/2002 e l'Allegato VII.II al D. Lgs. 183/2004 indicano le informazioni generali che devono essere contenute nella relazione di valutazione della qualità dell'aria per le zone o agglomerati in cui si ricorra a fonti diverse dalla misurazione in siti fissi.

Coerentemente con tale quadro normativo, le attività di valutazione della qualità dell'aria sul territorio regionale sono state effettuate nell'ottica di una progressiva integrazione dei tre principali strumenti informativi disponibili: la base dati delle misure rilevate dal Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria (S.R.R.Q.A.), l'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (I.R.E.A.) e i Sistemi Modellistici di Dispersione degli Inquinanti in Atmosfera, in linea con l'evoluzione delle conoscenze di tipo tecnico-scientifico in materia.

La valutazione preliminare della qualità dell'aria sul territorio della Regione Piemonte (ex art 5 D. Lgs 351/99), che è parte integrante della L.R. 7 aprile 2000, n. 43, è stata effettuata sulla base dei dati forniti dalle stazioni di misura fisse e mobili afferenti al S.R.R.Q.A. nel quinquennio 1995-1999.

A seguito dell'entrata in vigore dei nuovi valori limite previsti dal D.M. 60/2002 e del rilascio della prima versione dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera (I.R.E.A.), la valutazione della qualità dell'aria per l'anno 2001, approvata con D.G.R. 109-6941 del 5 agosto 2002, è stata effettuata utilizzando in maniera integrata le informazioni fornite dal S.R.R.Q.A. e da I.R.E.A., sulla base di una metodologia di stima obiettiva di tipo statistico in grado di fornire sull'intero territorio una valutazione degli indicatori di lungo periodo (medie annuali).

Come espressamente riportato nell'Allegato alla D.G.R. n. 18-12878 del 28 giugno 2004 (Attuazione della legge regionale 7 aprile 2000 n. 43. Disposizioni per la tutela dell'ambiente in

materia di inquinamento atmosferico. Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria, ex art. 8 e 9 Decreto legislativo n. 351/99), a seguito dell'aggiornamento dell'inventario regionale delle emissioni, la valutazione della qualità sarà effettuata mediante l'applicazione di un sistema modellistico avanzato di tipo deterministico, che permette il calcolo degli indicatori sia di breve che di lungo periodo su tutto il territorio regionale con una elevata risoluzione sia spaziale che temporale.

A partire dal 2005 ARPA Piemonte su incarico della Regione Piemonte ha messo a punto un sistema modellistico tridimensionale in grado di simulare l'emissione, il trasporto, la diffusione e le trasformazioni chimiche dei principali inquinanti atmosferici (CO, NO₂, SO₂, PM10, PM2,5, O₃) per stimarne i campi di concentrazione su tutto il territorio regionale.

Il sistema modellistico:

- integra tutte le informazioni attualmente disponibili sulla qualità dell'aria;
- può effettuare simulazioni di lungo periodo (annuale) o di breve periodo con risoluzione temporale oraria;
- ha una griglia di calcolo tridimensionale che copre tutto il territorio regionale, con risoluzione orizzontale di 4 km.

Tale sistema modellistico, insieme ai rilevamenti delle reti di monitoraggio necessari per una verifica dell'affidabilità del sistema, rappresenta attualmente lo strumento più avanzato di conoscenza della situazione della qualità dell'aria. I risultati prodotti da tale sistema, che saranno utilizzati come base conoscitiva per la redazione della valutazione della qualità dell'aria di prossima approvazione, sono utilizzati nel presente studio per caratterizzare la situazione della qualità dell'aria dei tre siti in esame.

5.3.4 La zonizzazione per il conseguimento degli obiettivi di qualità dell'aria

La zonizzazione rappresenta uno strumento di pianificazione che consente di individuare le aree del territorio nelle quali i livelli di uno o più inquinanti comportano il rischio di superamento dei valori limite e delle soglie d'allarme. Sulla base della zonizzazione vengono conseguentemente costruiti i piani e i programmi per il miglioramento della qualità dell'aria.

Utilizzando i risultati della valutazione della qualità dell'aria nella Regione Piemonte - Anno 2001, effettuata in relazione ai nuovi limiti di qualità dell'aria stabiliti con D.M. 2 aprile 2002 n. 60 ed approvata con D.G.R. n. 109-6941 del 5 agosto 2002 con la Deliberazione della Giunta Regionale n. 14-7623 dell'11 novembre 2002, si è proceduto all'aggiornamento dell'assegnazione dei Comuni del territorio piemontese alle Zone 1, 2 e 3 previste dal Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria, secondo i criteri indicati nello stesso ed approvati ai sensi dell'articolo 12 della legge regionale 7 aprile 2000, n. 43.

Sono stati assegnati alla Zona 1 i Comuni già precedentemente individuati in tale zona in sede di prima applicazione dalla L.R. 43/2000 nonché quelli per i quali la citata valutazione della qualità dell'aria Anno 2001 stima, anche per un solo inquinante, valori superiori al limite aumentato del margine di tolleranza (Classe 5 della valutazione).

Sono assegnati alla Zona 2 i Comuni già precedentemente individuati in tale zona in sede di prima applicazione dalla L.R. 43/2000 nonché quelli per i quali la citata valutazione della qualità dell'aria Anno 2001 stima, anche per un solo inquinante, valori superiori al limite di qualità dell'aria ma entro il margine di tolleranza (Classe 4 della valutazione).

Nell'ambito dei restanti Comuni, assegnati pertanto alla Zona 3, sono enucleati i Comuni denominati di Zona 3p in quanto, pur essendo assegnati alla Zona 3 vengono inseriti in Zona di Piano; si tratta dei Comuni per i quali:

- la citata valutazione della qualità dell'aria Anno 2001 stima il rispetto dei limiti di qualità dell'aria stabiliti dal D.M. 2 aprile 2002 n. 60, ma con valori tali da poter comportare il rischio di superamento dei limiti medesimi in quanto, essendo stimato il superamento della soglia di valutazione superiore per due inquinanti, si è in condizioni appena inferiori al limite (Classe 3 della valutazione per entrambi gli inquinanti);

- le Province hanno proposto l'individuazione in Zona di piano sulla base degli strumenti della programmazione provinciale al fine di rendere più razionali ed omogenei gli interventi di riduzione delle emissioni individuabili nei Piani.

Questi Comuni (zona 3p) completano pertanto con i Comuni di zona 1 e 2 di ogni Provincia la Zona di Piano, che rappresenta l'area complessiva per la quale le Province, di concerto con i Comuni interessati, devono predisporre i Piani di Azione (articolo 7 del D. Lgs. n. 351/1999) al fine di ridurre il rischio di superamento dei limiti e delle soglie di allarme stabiliti dal D.M. 2 aprile 2002 n. 60, nell'ambito dei Piani per il miglioramento progressivo dell'aria ambiente predisposti affinché sia garantito entro i tempi previsti, il rispetto dei limiti stabiliti dallo stesso D.M. 2 aprile 2002 n. 60 (articolo 8 del D.Lgs. n. 351/1999).

Restano pertanto assegnati alla Zona 3 tutti i restanti Comuni non espressamente assegnati alle Zone 1 e 2 e 3p, in quanto la valutazione della qualità dell'aria conferma la regolarità della situazione e quindi per questi devono essere elaborati dalle Province i Piani ai sensi dell'articolo 9 del D. Lgs. n. 351/1999 al fine di conservare i livelli di inquinamento al di sotto dei limiti stabiliti, nonché preservare la migliore qualità dell'aria ambiente compatibile con lo sviluppo sostenibile.

Si riporta nel seguito un elenco dei comuni "zonizzati" (Tab. 5.7, Tab. 5.8, Tab. 5.9) e una mappa che ne identifica la loro disposizione sul territorio (Fig. 5.1). L'osservazione della mappa identifica in modo chiaro quali siano le aree più critiche sul territorio della Provincia di Torino.

Tab. 5.7 - Comuni in zona 1

ISTAT	COMUNE	PROV	Sup. km ²	Abitanti ⁽¹⁾	Classificazione per inquinanti ⁽³⁾			
					NO ₂	PM10	BTX	CO (8h)
001008	ALPIGNANO	TO	12,2	16 648	4	5	3	1
001024	BEINASCO	TO	6,6	17 344	5	3	3	2
001028	BORGARO TORINESE	TO	14,5	12 754	4	5	3	1
001030	BORGOFRANCO D'IVREA	TO	13,9	3 634	4	5	2	1
001059	CARMAGNOLA	TO	96,1	24 670	3	4	2	1
001078	CHIERI	TO	54,8	32 136	3	3	2	1
001082	CHIVASSO	TO	51,0	23 283	5	3	2	1
001090	COLLEGNO	TO	18,4	47 828	5	3	4	2
001110	FROSSASCO	TO	15,9	2 699	3	5	2	1
001120	GRUGLIASCO	TO	12,9	36 929	4	4	3	2
001125	IVREA	TO	30,0	23 507	3	3	3	1
001146	MATHI	TO	6,8	3 960	4	5	2	1
001156	MONCALIERI	TO	48,1	53 120	5	3	3	1
001164	NICHELINO	TO	20,3	46 858	4	3	3	2
001171	ORBASSANO	TO	22,3	21 563	4	3	3	1
001176	OZEGNA	TO	5,6	1 151	3	5	2	1
001191	PINEROLO	TO	50,5	33 269	3	3	3	1
001219	RIVOLI	TO	29,6	49 505	4	3	3	2
001265	SETTIMO TORINESE	TO	31,8	45 495	5	3	3	1
001272	TORINO	TO	130,5	857 433	5	5	4	3
001292	VENARIA REALE	TO	20,1	34 777	4	3	3	1
001309	VINOVO	TO	17,9	13 425	3	5	2	1
001314	VOLPIANO	TO	32,2	13 008	3	5	2	1

(1) primi risultati del censimento 2001 (<http://dawinci.istat.it:2001/>)

(2) come da L.R. n. 43/2000

(3) come da DGR 5/8/2002, n. 109-6941

Classificazione per inquinanti:

1 concentrazione inferiore alla soglia di valutazione inferiore

2 concentrazione inferiore alla soglia di valutazione superiore

3 concentrazione inferiore al valore limite

4 concentrazione inferiore al valore limite + tolleranza

5 concentrazione superiore al valore limite + tolleranza

Tab. 5.8 - Comuni in zona 2

ISTAT	COMUNE	PROV.	Sup. km ²	Abitanti ⁽¹⁾	Classificazione per inquinanti ⁽³⁾			
					NO ₂	PM10	BTX	CO (8h)
001018	BALDISSERO TORINESE	TO	15,6	3 240	2	3	2	1
001020	BANCHETTE	TO	2,2	3 427	4	3	3	1
001032	BORGONE SUSA	TO	5,3	2 227	4	3	3	1
001034	BRANDIZZO	TO	6,6	7 399	4	3	3	1
001038	BRUINO	TO	5,6	7 308	4	3	3	1
001048	CAMBIANO	TO	14,1	5 798	3	3	2	1
001063	CASELLE TORINESE	TO	28,8	15 437	4	3	2	1
001099	DRUENTO	TO	27,5	8 228	2	3	2	1
001127	LA LOGGIA	TO	12,5	6 485	4	3	3	1
001130	LEINI'	TO	32,5	11 948	3	3	2	1
001159	MONTALENGHE	TO	6,6	889	4	3	3	1
001183	PECETTO TORINESE	TO	9,7	3 687	2	3	2	1
001189	PIANEZZA	TO	16,0	11 237	3	3	3	1
001192	PINO TORINESE	TO	21,7	8 238	3	3	2	1
001194	PIOSSASCO	TO	40,6	16 138	3	3	2	1
001214	RIVALTA DI TORINO	TO	24,9	17 565	4	3	3	1
001228	ROSTA	TO	9,1	3 626	4	3	2	1
001249	SAN MAURO TORINESE	TO	12,8	17 672	4	3	3	1
001257	SANTENA	TO	15,6	10 019	4	3	3	1
001261	SCARMAGNO	TO	7,8	740	4	3	3	1
001280	TROFARELLO	TO	12,2	10 352	4	3	3	1
001308	VILLASTELLONE	TO	19,8	4 641	3	3	2	1

 (1) primi risultati del censimento 2001 (<http://dawinci.istat.it:2001/>)

(2) come da L.R. n. 43/2000

(3) come da DGR 5/8/2002, n. 109-6941

Classificazione per inquinanti:

- 1 concentrazione inferiore alla soglia di valutazione inferiore
- 2 concentrazione inferiore alla soglia di valutazione superiore
- 3 concentrazione inferiore al valore limite
- 4 concentrazione inferiore al valore limite + tolleranza
- 5 concentrazione superiore al valore limite + tolleranza

Tab. 5.9 - Ccomuni in zona 3p

ISTAT	COMUNE	PROV.	Sup. km ²	Abitanti ⁽¹⁾	Classificazione per inquinanti ⁽³⁾			
					NO ₂	PM10	BTX	CO (8h)
001001	AGLIE'	TO	13,3	2 572	3	3	2	1
001002	AIRASCA	TO	15,9	3 554	3	3	2	1
001006	ALMESE	TO	17,9	5 658	2	3	2	1
001009	ANDEZENO	TO	7,4	1 705	3	3	2	1
001013	AVIGLIANA	TO	24,2	11 053	3	3	2	1
001016	BALANGERO	TO	12,9	3 048	2	3	2	1
001027	BOLLENGO	TO	13,7	1 996	3	3	2	1
001033	BOSCONERO	TO	10,7	2 924	3	3	2	1
001040	BRUZOLO	TO	12,4	1 336	2	3	2	1
001044	BUSSOLENO	TO	36,2	6 455	2	3	2	1
001045	BUTTIGLIERA ALTA	TO	8,9	6 522	3	3	2	1
001046	CAFASSE	TO	10,0	3 516	2	3	2	1
001051	CANDIOLO	TO	11,2	5 080	3	3	2	1
001055	CAPRIE	TO	16,1	1 882	2	3	2	1
001058	CARIGNANO	TO	51,1	8 623	3	3	2	1
001061	CASCINETTE D'IVREA	TO	2,2	1 448	3	3	2	1

ISTAT	COMUNE	PROV.	Sup. km ²	Abitanti ⁽¹⁾	Classificazione per inquinanti ⁽³⁾			
					NO2	PM10	BTX	CO (8h)
001062	CASELETTE	TO	13,2	2 641	2	3	2	1
001068	CASTIGLIONE TORINESE	TO	13,9	5 480	3	3	2	1
001076	CHIANOCOCO	TO	18,6	1 690	2	3	2	1
001081	CHIUSA DI SAN MICHELE	TO	6,2	1 602	3	3	2	1
001083	CICONIO	TO	3,3	345	3	3	2	1
001086	CIRIE'	TO	18,0	18 178	3	3	3	1
001092	COLLERETTO GIACOSA	TO	4,6	627	3	3	2	1
001093	CONDOVE	TO	69,1	4 364	2	3	2	1
001096	CUCEGLIO	TO	6,8	925	2	3	2	1
001098	CUORGNE'	TO	18,2	10 037	3	3	2	1
001102	FELETTO	TO	8,2	2 341	3	3	2	1
001104	FIANO	TO	12,6	2 558	2	3	2	1
001106	FOGLIZZO	TO	15,5	2 180	3	3	2	1
001113	GERMAGNANO	TO	15,1	1 291	3	3	2	1
001119	GROSSO	TO	4,3	988	2	3	2	1
001128	LANZO TORINESE	TO	10,4	5 144	3	3	2	1
001132	LESSOLO	TO	8,2	1 952	3	3	2	1
001139	LUSERNA SAN GIOVANNI	TO	17,4	7 867	3	3	2	1
001141	LUSIGLIE'	TO	5,0	536	2	3	2	1
001147	MATTIE	TO	27,6	706	2	3	2	1
001150	MERCENASCO	TO	12,5	1 186	2	3	2	1
001160	MONTALTO DORA	TO	7,2	3 465	3	3	2	1
001166	NOLE	TO	11,4	6 238	3	3	2	1
001168	NONE	TO	25,4	7 759	3	3	2	1
001173	OSASCO	TO	5,6	944	3	3	2	1
001180	PAVAROLO	TO	4,5	920	3	3	2	1
001181	PAVONE CANAVESE	TO	11,3	3 781	3	3	2	1
001185	PEROSA CANAVESE	TO	4,8	564	3	3	2	1
001195	PISCINA	TO	10,2	3 146	3	3	2	1
001200	PORTE	TO	4,4	921	3	3	2	1
001209	QUASSOLO	TO	4,5	403	3	3	2	1
001215	RIVA PRESSO CHIERI	TO	35,9	3 831	3	3	2	1
001217	RIVAROLO CANAVESE	TO	32,3	11 949	3	3	2	1
001220	ROBASSOMERO	TO	8,4	3 028	3	3	2	1
001222	ROLETTO	TO	8,3	1 987	2	3	2	1
001223	ROMANO CANAVESE	TO	10,9	2 943	3	3	2	1
001225	RONDISSONE	TO	10,5	1 655	3	3	2	1
001231	SALASSA	TO	5,3	1 668	3	3	2	1
001233	SALERANO CANAVESE	TO	2,1	532	3	3	2	1
001235	SAMONE	TO	2,5	1 471	3	3	3	1
001236	SAN BENIGNO CANAVESE	TO	22,2	5 156	3	3	2	1
001239	SAN DIDERO	TO	3,4	430	2	3	2	1
001243	SAN GILLIO	TO	9,0	2 581	3	3	2	1
001244	SAN GIORGIO CANAVESE	TO	20,1	2 397	2	3	2	1
001245	SAN GIORIO DI SUSÀ	TO	19,5	949	2	3	2	1
001246	SAN GIUSTO CANAVESE	TO	9,6	3 074	3	3	3	1
001248	SAN MAURIZIO CANAVESE	TO	17,3	7 259	3	3	2	1
001250	SAN PIETRO VAL LEMINA	TO	12,3	1 475	2	3	2	1
001252	SAN RAFFAELE CIMENA	TO	11,2	2 815	3	3	2	1
001254	SAN SECONDO DI PINEROLO	TO	13,0	3 403	3	3	2	1

ISTAT	COMUNE	PROV.	Sup. km ²	Abitanti ⁽¹⁾	Classificazione per inquinanti ⁽³⁾			
					NO2	PM10	BTX	CO (8h)
001241	SANGANO	TO	7,0	3 705	3	3	2	1
001255	SANT'AMBROGIO DI TORINO	TO	9,0	4 274	3	3	3	1
001256	SANT'ANTONINO DI SUSÀ	TO	10,6	4 016	2	3	2	1
001268	STRAMBINELLO	TO	2,2	258	3	3	2	1
001269	STRAMBINO	TO	19,2	6 020	3	3	2	1
001270	SUSÀ	TO	10,8	6 552	3	3	3	1
001283	VAIE	TO	7,1	1 349	3	3	2	1
001287	VALPERGA	TO	12,8	3 136	3	3	2	1
001293	VEROLENGO	TO	29,8	4 466	3	3	2	1
001296	VIALFRE'	TO	4,6	229	2	3	2	1
001301	VILLANOVA CANAVESE	TO	4,1	1 010	2	3	2	1
001303	VILLAR DORA	TO	5,8	2 716	2	3	2	1
001305	VILLAR FOCCHIARDO	TO	24,9	2 037	2	3	2	1
001307	VILLAR PEROSA	TO	11,4	4 173	3	3	2	1
001315	VOLVERA	TO	20,5	6 966	3	3	2	1

(1) primi risultati del censimento 2001 (<http://dawinci.istat.it:2001/>)

(2) come da L.R. n. 43/2000

(3) come da DGR 5/8/2002, n. 109-6941

Classificazione per inquinanti:

1 concentrazione inferiore alla soglia di valutazione inferiore

2 concentrazione inferiore alla soglia di valutazione superiore

3 concentrazione inferiore al valore limite

4 concentrazione inferiore al valore limite + tolleranza

5 concentrazione superiore al valore limite + tolleranza

CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO PROVINCIALE
AI FINI DELLA GESTIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA
(L.R. n. 34 del 7 aprile, DGR 11/11/2002, n. 14-7632)

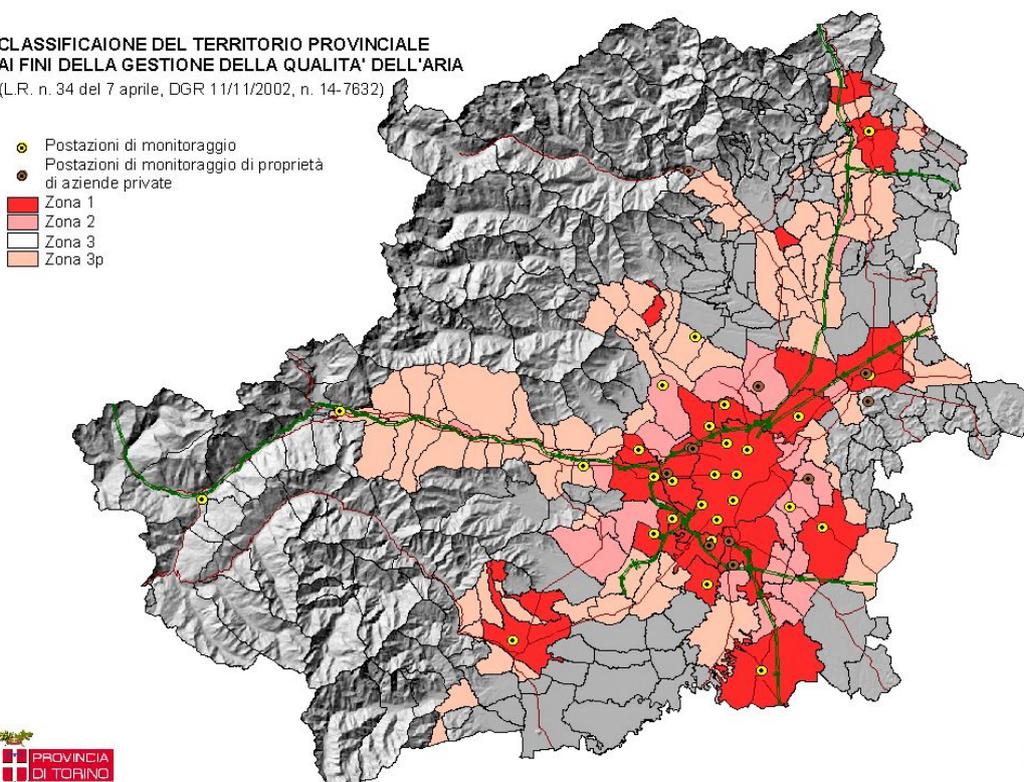


Fig. 5.1 - Zonizzazione del territorio della Provincia di Torino (LR 43/2000 e DGR 14-7623/2002) e disposizione dei punti di misura.

5.3.5 I principali riferimenti normativi

Si riportano nel seguito del paragrafo i principali riferimenti normativi sul tema del controllo della qualità dell'aria e una tabella contenente i valori limite, obiettivo e soglie di riferimento.

D. Lgs. 4/8/1999 n. 351

Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.

Regione Piemonte - L.R. 7/4/2000 n. 43

Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria.

D.M. 2/4/2002 n. 60

Recepimento della direttiva 1999/30/CE del consiglio 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio.

D.M. 20/9/2002

Modalità per la garanzia della qualità del sistema delle misure di inquinamento atmosferico, ai sensi del decreto legislativo n. 351/1999.

D.M. 01/10/2002 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 D.Lgs. 4 agosto 1999, n. 351

D. Lgs 21/5/2004 n.183

Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria.

Direttiva 2004/107/CE

Arsenico, cadmio, mercurio, nickel ed idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente.

D.M. Ambiente 31/01/2005

Emanazione di linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili per le attività elencate nell'allegato I del decreto legislativo 4 agosto 1999, n.372

D. Lgs 18/2/2005, n. 59

Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento.

D. Lgs 11/05/2005, n. 133

Attuazione della direttiva 2000/76/CE, in materia di incenerimento dei rifiuti

D. Lgs 3/4/2006, n. 152

Norme in materia ambientale, parte V e allegati relativi

D. Lgs. 3/8/2007, n. 152

Recepimento della direttiva 2004/107/Ce concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente

Tab. 5.10 - Standard di qualità dell'aria

INQUINANTE	LIMITE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE
BIOSSIDO DI ZOLFO (SO₂) (D.M. 02/04/02 n. 60)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m ³	24 volte/anno civile	1-gen-05
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m ³	3 volte/ anno civile	1-gen-05
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	anno civile	20 µg/m ³	--	19-lug-01
		Inverno (1 ott ÷ 31 mar)			
Soglia di allarme	3 ore consecutive	500 µg/m ³	--	--	
BIOSSIDO DI AZOTO (NO₂) e OSSIDI DI AZOTO (NO_x) (D.M. 02/04/02 n. 60)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m ³ (NO ₂)	18 volte/anno civile	1-gen-10
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³ (NO ₂)	--	1-gen-10
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	400 µg/m ³	--	--
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	anno civile	30 µg/m ³ (NO _x)	--	19-lug-01
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO) (D.M. 02/04/02 n. 60)	Valore limite per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	---	1-gen-05
PIOMBO (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	0,5 µg/m ³	---	1-gen-05
PARTICELLE (PM10) FASE 1 (D.M. 02/04/02 n. 60)	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³	35 volte/anno civile	1-gen-05
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³	---	1-gen-05
BENZENE	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	5 µg/m ³	---	1-gen-10
OZONO espresso come O₃ (D.Lgs 21/05/04 n.183)	Soglia di informazione	media oraria	180 µg/m ³	-	-
	Soglia di allarme	media oraria	240 µg/m ³	-	-
	Valore bersaglio per la protezione della salute umana	media su 8 ore massima giornaliera	120 µg/m ³ (1)	25 giorni per anno civile come media su 3 anni	2010
	Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 µg/m ³ *h come media su 5 anni (2)		2010
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000 µg/m ³ *h (2)		
BENZO(A)PIRENE (D.M. 25/11/94)	Obiettivo di qualità	media mobile valori giornalieri (3)	1 ng/m ³ (4)	-	-

(1): La media mobile trascinata è calcolata ogni ora sulla base degli 8 valori relativi agli intervalli h+(h-8)

(2): Per AOT40 si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e il valore di 80 µg/m³, rilevate in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8.00 e le 20.00;

(3): La frequenza di campionamento è pari a 1 prelievo ogni z giorni, ove z=3+6; z può essere maggiore di 7 in zone rurali; in nessun caso z deve essere pari a 7.

(4): Il periodo di mediazione è l'anno civile (1 gennaio – 31 dicembre)

5.4 Caratterizzazione meteoroclimatica

La conoscenza delle condizioni meteorologiche medie, caratteristiche dei siti in esame, è fondamentale per lo studio della dispersione degli inquinanti in atmosfera. La disponibilità di informazioni validate, complete e di lungo periodo costituisce un elemento indispensabile per effettuare valutazioni attendibili sulle dinamiche diffuse e di ricaduta al suolo delle sostanze emesse in aria ambiente.

5.4.1 Climatologia provinciale

In termini di area vasta (il territorio della provincia di Torino) le condizioni meteoroclimatiche sono caratteristiche del sottotipo moderato del clima continentale, tipico della valle padana.

Si rilevano, tuttavia in modo particolare, gli effetti di barriera determinati dall'arco alpino, con una conseguente prevalenza dei fenomeni termici su quelli dinamici (ne derivano le frequenti nebbie durante la stagione invernale e l'abbondanza dei temporali sul finire della primavera ed in estate). Inoltre la presenza in direzione est della collina torinese, di altezza massima attorno ai 650/700 m, altera localmente l'uniformità del clima della zona pianeggiante, soprattutto per quanto riguarda il regime dei venti ai livelli inferiori.

La distribuzione annuale delle precipitazioni presenta massimi primaverili/autunnali e minimi invernali/estivi tipici della valle padana.

L'effetto schermante dell'arco alpino, che rende il clima della Provincia di Torino "meteorologicamente tranquillo", influenza anche il tipo e la frequenza delle depressioni che interessano la zona. Circa l'85% di tali depressioni ha origine in seguito al passaggio di un fronte caldo proveniente da nord/ovest o da nord. Queste stesse situazioni, alle quali sono associate nuvolosità e precipitazioni estese, possono talora convertirsi in situazioni di *foehn*, con umidità relativa molto bassa, venti intensi, temperatura mite ed ottima visibilità.

L'andamento termico si presenta uniforme nella parte pianeggiante della provincia. Diversa è la situazione nella parte montuosa, a causa delle differenti altitudini e degli effetti orografici.

L'umidità atmosferica assume valori piuttosto alti, con leggere differenze da luogo a luogo in dipendenza dell'altitudine e del regime anemologico.

Le nebbie che risultano favorite dalle situazioni anticicloniche di lunga durata, mostrano, per questa ragione, caratteristiche di elevata persistenza.

Per quanto attiene il regime anemologico, in condizioni perturbate prevalgono i venti in quota meridionali, associati alle depressioni sottovento, alle depressioni atlantiche e a quelle mediterranee che portano sulla valle Padana aria calda e umida da sud/est o da est. In condizioni imperturbate, associate alla presenza di anticicloni estesi e stazionari, i venti risentono dell'origine termica suddetta. La loro circolazione nei mesi caldi ha le caratteristiche tipiche dei regimi di brezza, unite ad ampi moti convettivi, mentre nei mesi freddi sono spesso favorite le condizioni di ristagno nel fondovalle di spessi strati di aria fredda, cui conseguono nebbie persistenti.

5.4.2 Climatologia locale

L'analisi delle condizioni meteoroclimatiche dei tre siti è basata sui dati raccolti dalle stazioni meteorologiche gestite dall'ARPA Piemonte. (rif. Doc. 5.5)

In particolare sono stati esaminati i dati relativi ai seguenti parametri:

- regime anemologico: direzione e classi di velocità del vento, classi di stabilità dell'atmosfera;
- precipitazioni;
- temperatura.

Per la piovosità sono stati utilizzati direttamente i dati raccolti da tre centraline, poste ad una decina di km dai siti, mentre per la caratterizzazione meteorologica (temperatura, vento) si è preferito ricorrere ai dati ricostruiti da Arpa Piemonte (rif. Doc. 5.4), per l'anno 2005, su di un grigliato ad 1 km di risoluzione orizzontale. I dati di vento, infatti, sono più sensibili a fenomeni

locali e, non potendo disporre di misure effettuate nei siti in esame, si è scelto di utilizzare dati ricostruiti, che costituiscono un'elaborazione dei dati misurati dalla rete meteoidrografica dell'Arpa, dei profili ECMWF (European Centre For Medium-Range Weather Forecasts) e di altri dati misurati, come i radiosondaggi di Milano Linate. La ricostruzione è stata effettuata da Arpa Piemonte, attraverso l'applicazione del preprocessore MINERVE (Aria Technologies, 2001), un modello diagnostico che interpola i dati meteorologici di ingresso tenendo conto dell'orografia locale e imponendo il vincolo fisico della conservazione della massa, producendo in uscita campi di vento e temperatura tridimensionali.

Questi dati, disponibili su base oraria dalle ore 00:00 del 31 dicembre 2004 alle 23:00 del 31 dicembre 2005, forniscono le informazioni meteorologiche (vento e temperatura) sia al suolo che in quota e le informazioni relative alla turbolenza atmosferica, come, per esempio, la classe di stabilità. A partire da questi stessi dati, sono state realizzate le simulazioni di dispersione degli inquinanti, presentate nei paragrafi seguenti.

5.4.2.1 Regime anemologico

In questo paragrafo sono descritte le caratteristiche del regime di circolazione dei venti, per ognuno dei tre siti, in un anno tipo (nella fattispecie il 2005), ad una quota di 10 m e ad una quota di 100 m, che corrisponde approssimativamente all'altezza del camino dell'impianto da installare.

Le rappresentazioni in forma di rosa dei venti sono state realizzate attraverso una serie di elaborazioni successive che hanno comportato le seguenti operazioni:

- per l'intensità del vento: identificazione dei dati appartenenti alla classe definita come "calma di vento" caratterizzata da valori di velocità inferiori a 0,3 m/s; suddivisione delle intensità in 5 classi (0,3-1 m/s, 1-2 m/s, 2-3 m/s, 3-5 m/s e ≥ 5 m/s);
- per la direzione del vento: suddivisione in 16 settori di provenienza del vento, di ampiezza pari a 22,5 gradi, centrati sulle direzioni N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSO, SO,OSO,O,ONO, NO, NNO. Per le intensità del vento inferiori a 0,3 m/s (situazione di calma di vento), il valore di direzione è stato escluso dal calcolo delle percentuali di accadimento per ogni settore.

Ivrea

Il sito di Ivrea, posto a sud dell'abitato, risente della circolazione dei venti provenienti dalla Valle d'Aosta, come confermato dalla rosa dei venti (Fig. 5.2), che mostra una netta prevalenza dei venti provenienti da NNO e da N.

L'analisi delle calme di vento (venti con intensità inferiori a 0,3 m/s) rivela che esse sono molto scarse nella zona costituendo il 2,1% del totale a 100 m di quota, circa il 3,4% a 10 m.

In termini di velocità, i venti prevalenti sono quelli con intensità comprese tra 1 e 2 m/s, corrispondenti al 42,1% a 100 m e al 45,7% a 10 m (Fig. 5.3). Rispetto agli altri due siti considerati, c'è un'incidenza maggiore di venti abbastanza intensi (con velocità maggiori di 5 m/s).

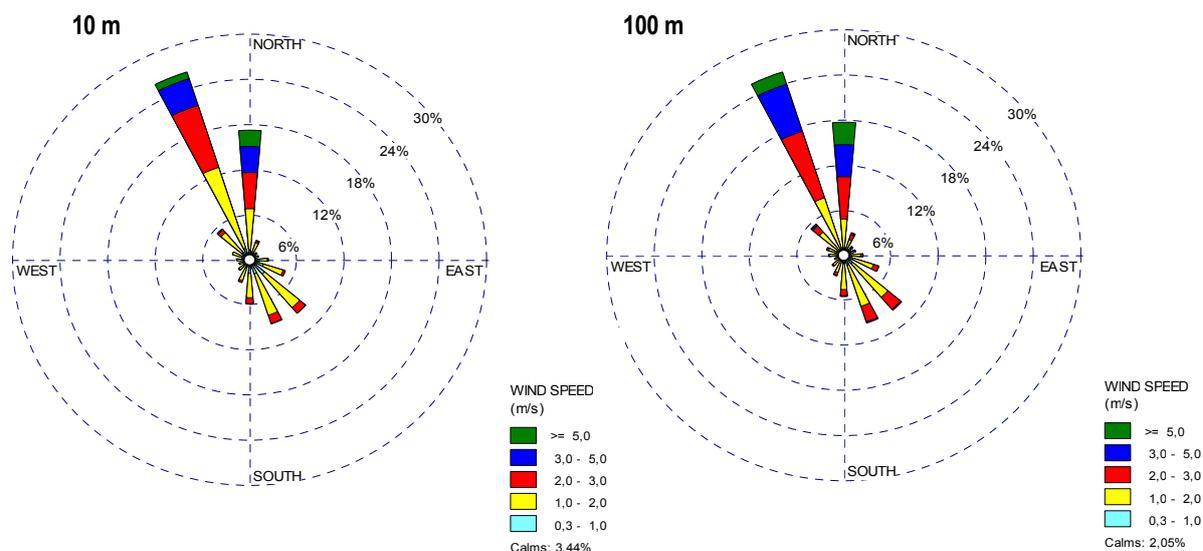


Fig. 5.2- Rosa dei venti a 10 m e a 100 m di quota, sito di Ivrea. (Periodo di riferimento: 01/01/2005 - 31/12/2005; Fonte dati: Arpa Piemonte; Elaborazione dati: Provincia di Torino)

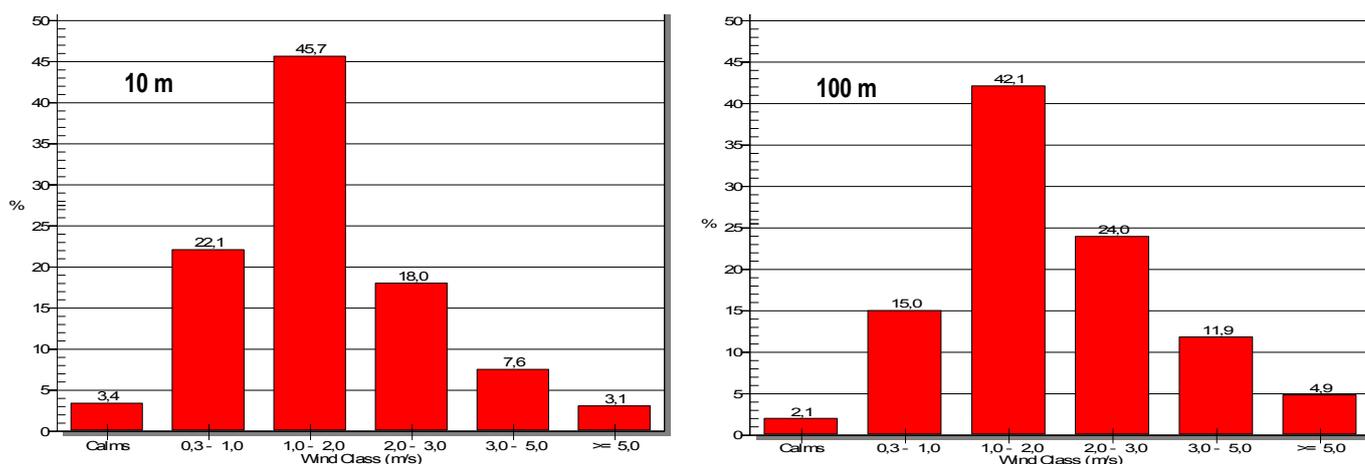


Fig. 5.3 – Frequenza di distribuzione delle classi di velocità dei venti a 10 m e a 100 m di quota, sito di Ivrea. (Periodo di riferimento: 01/01/2005 - 31/12/2005; Fonte dati: Arpa Piemonte; Elaborazione dati: Provincia di Torino)

Dal punto di vista delle condizioni di stabilità atmosferica, che favoriscono l'accumulo degli inquinanti, l'area è caratterizzata da una forte incidenza della classe F+G, ad elevata stabilità (turbolenza termodinamica assente, shear del vento molto forte), condizioni che si applicano al 31,9% delle ore esaminate (Fig. 5.4). Una discreta incidenza (il 27,2%) si riscontra anche per la classe D (situazione neutra adiabatica, turbolenza termodinamica molto debole, shear del vento forte).

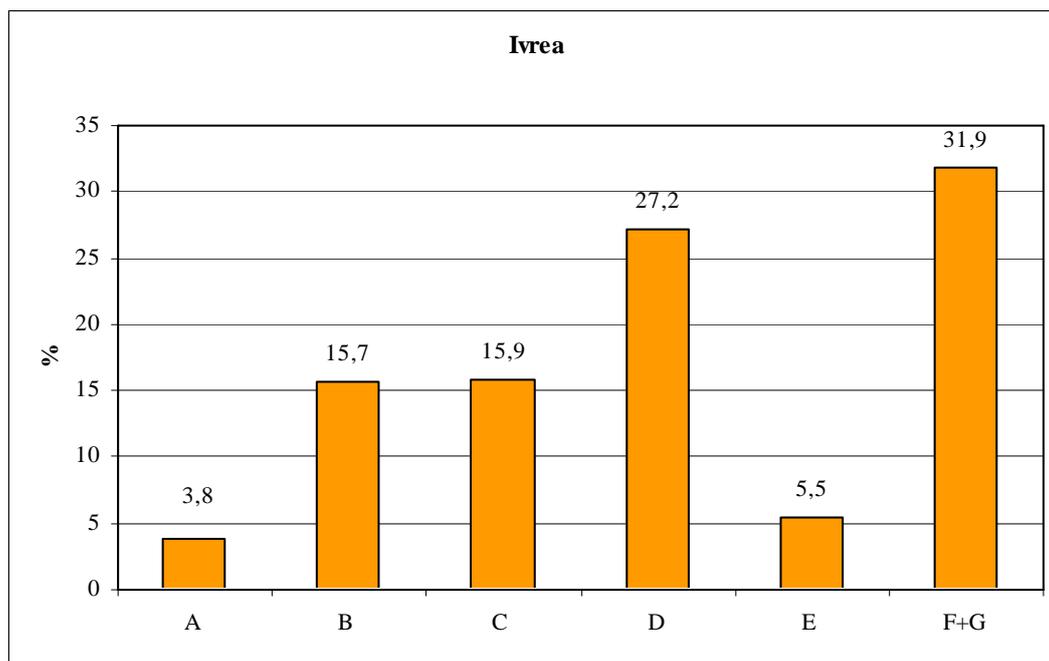


Fig. 5.4 – Frequenza delle classi di stabilità PGT, sito di Ivrea. (Periodo di riferimento: 01/01/2005 - 31/12/2005; Fonte dati: Arpa Piemonte; Elaborazione dati: Provincia di Torino)

Rivarolo Canavese

La rosa dei venti relativa al sito di Rivarolo C.se (Fig. 5.5) mostra una prevalenza dei venti provenienti da NO e ONO sebbene si riscontri una certa incidenza di venti provenienti da tutte le altre direzioni, con una prevalenza dei quadranti settentrionali.

L'analisi delle calme di vento (venti con intensità inferiori a 0,3 m/s) rivela che esse sono molto scarse nella zona costituendo l'1,4% del totale, ma i venti dominanti sono di debole intensità: quelli con velocità comprese tra 1 e 2 m/s sono il 60,3% a 10 m e il 55,1% a 100 m (Fig. 5.6).

L'area è caratterizzata da una forte incidenza della classe F+G, ad elevata stabilità (turbolenza termodinamica assente, shear del vento molto forte), il 34,3% delle ore (Fig. 5.7); una discreta incidenza si riscontra anche per la classe D (situazione neutra adiabatica, turbolenza termodinamica molto debole, shear del vento forte), che si verifica il 28% delle ore esaminate.

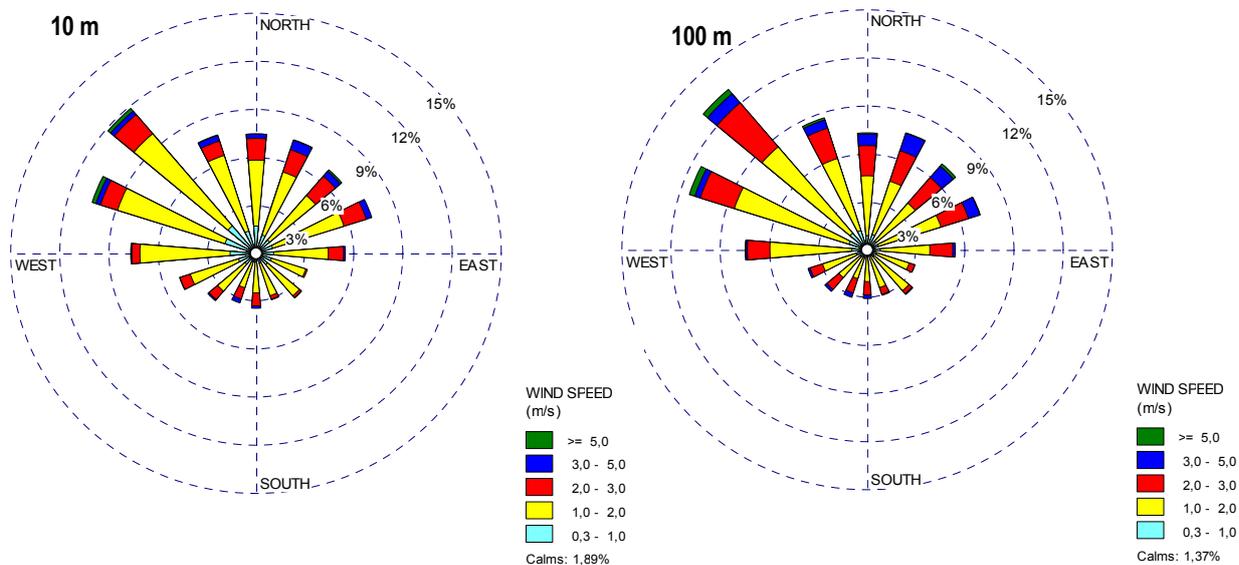


Fig. 5.5 - Rosa dei venti a 10 m e a 100 m di quota, sito di Rivarolo C.se. (Periodo di riferimento: 01/01/2005 - 31/12/2005; Fonte dati: Arpa Piemonte; Elaborazione dati: Provincia di Torino)

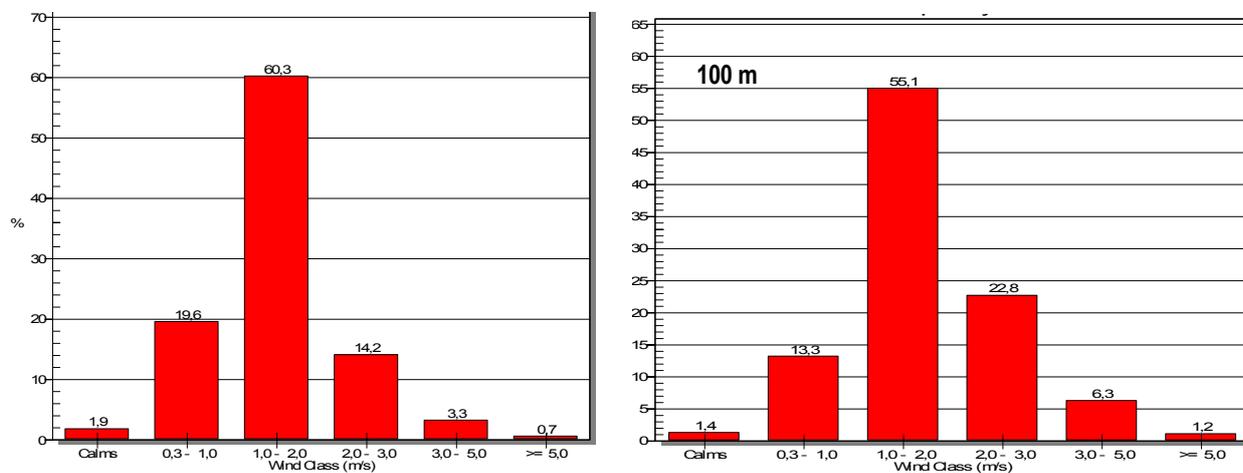


Fig. 5.6 - Frequenza delle classi di velocità dei venti a 10 m e a 100 m di quota, sito di Rivarolo C.se. (Periodo di riferimento: 01/01/2005 - 31/12/2005; Fonte dati: Arpa Piemonte; Elaborazione dati: Provincia di Torino)

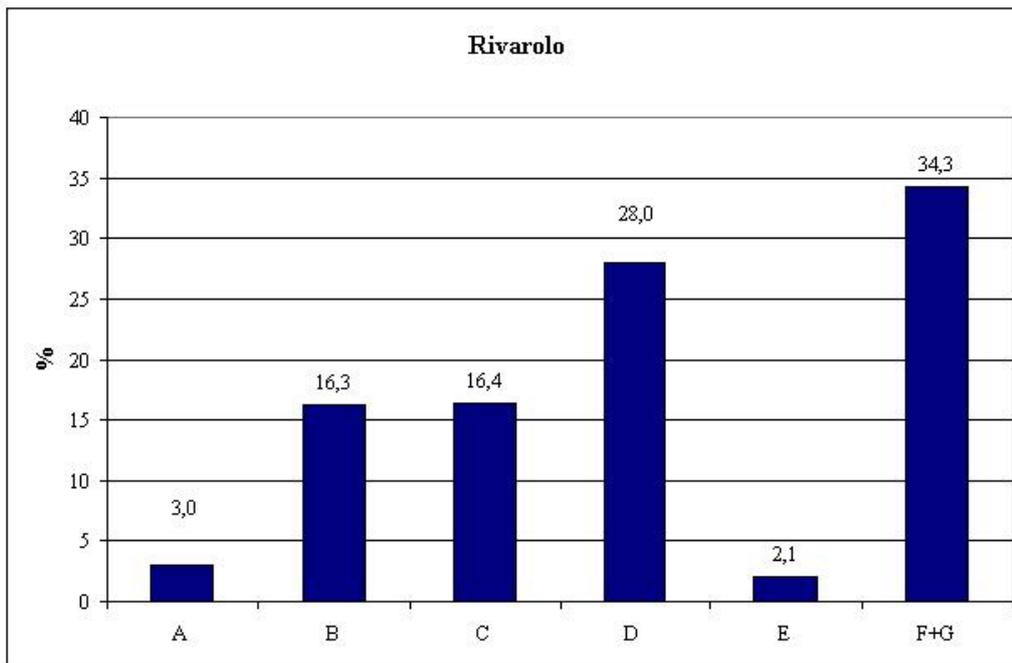


Fig. 5.7 – Frequenza delle classi di stabilità PGT, sito di Rivarolo C.se. (Periodo di riferimento: 01/01/2005 - 31/12/2005; Fonte dati: Arpa Piemonte; Elaborazione dati: Provincia di Torino)

Settimo Torinese

La rosa dei venti relativa al sito di Settimo Torinese (Fig. 5.8) mostra una prevalenza dei venti provenienti dai quadranti settentrionali, da tutte le direzioni con una leggera dominanza della direzione NO. Sono poco presenti venti provenienti da SE, a causa della barriera rappresentata dalla collina torinese che supera i 500 m di altezza.

L'analisi delle calme di vento (venti con intensità inferiori a 0,3 m/s) rivela che esse costituiscono solo l'1,5% del totale, mentre i più frequenti sono i venti con velocità comprese tra 1 e 2 m/s, presenti il 51,8% delle ore a 10 m e il 45,5% delle ore a 100 m (Fig. 5.9).

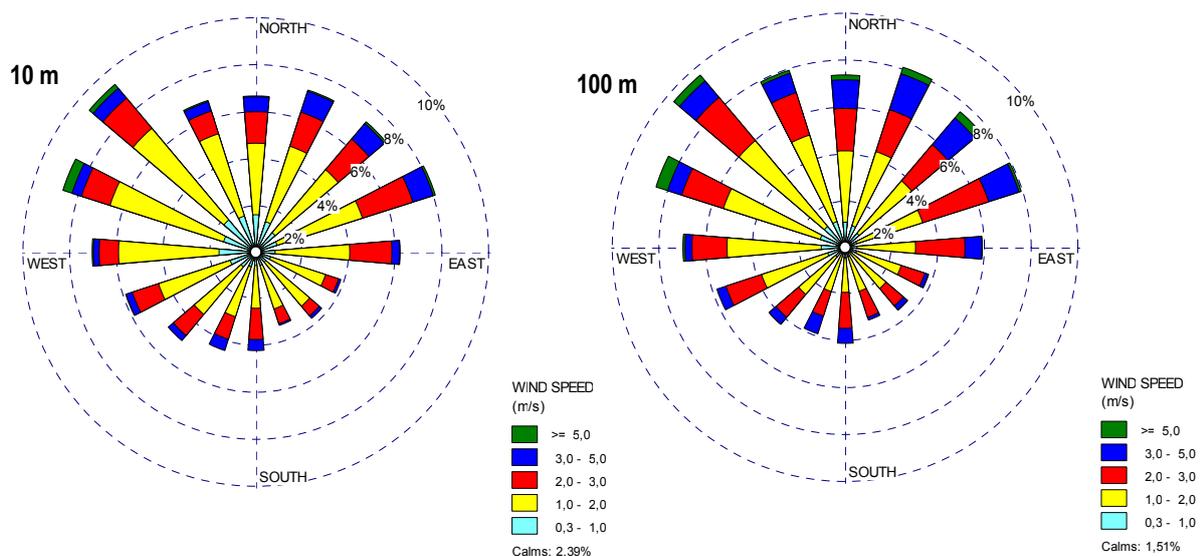


Fig. 5.8- Rosa dei venti a 10 m e a 100 m di quota, sito di Settimo T.se. (Periodo di riferimento: 01/01/2005 - 31/12/2005; Fonte dati: Arpa Piemonte; Elaborazione dati: Provincia di Torino)

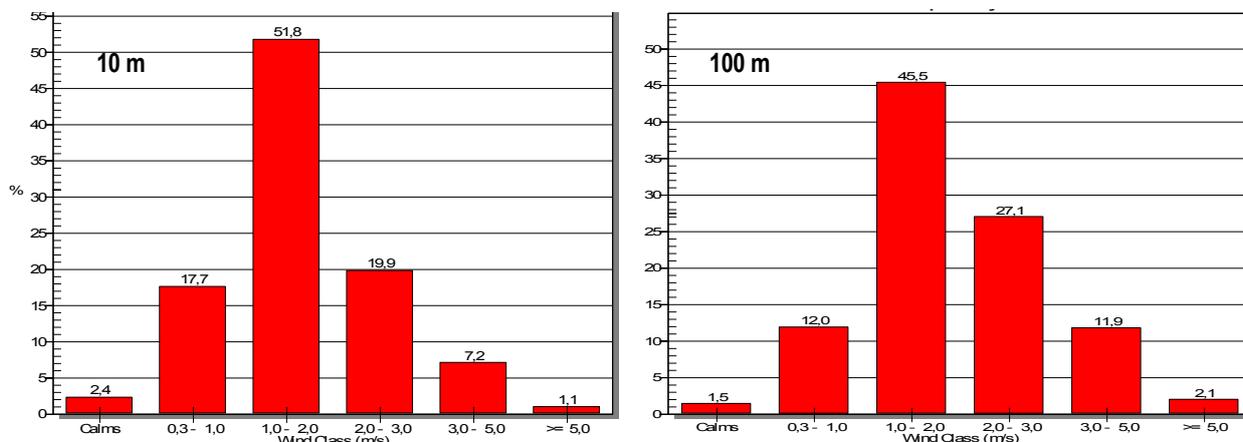


Fig. 5.9 – Frequenza delle classi di velocità dei venti a 10 m e a 100 m di quota, sito di Settimo T.se. (Periodo di riferimento: 01/01/2005 - 31/12/2005; Fonte dati: Arpa Piemonte; Elaborazione dati: Provincia di Torino)

L'area è caratterizzata da una forte incidenza della classe F+G, ad elevata stabilità (turbolenza termodinamica assente, shear del vento molto forte), il 36,6% dei casi (Fig. 5.10); una discreta incidenza si riscontra anche per la classe D (situazione neutra adiabatica, turbolenza termodinamica molto debole, shear del vento forte) il 24,6%.

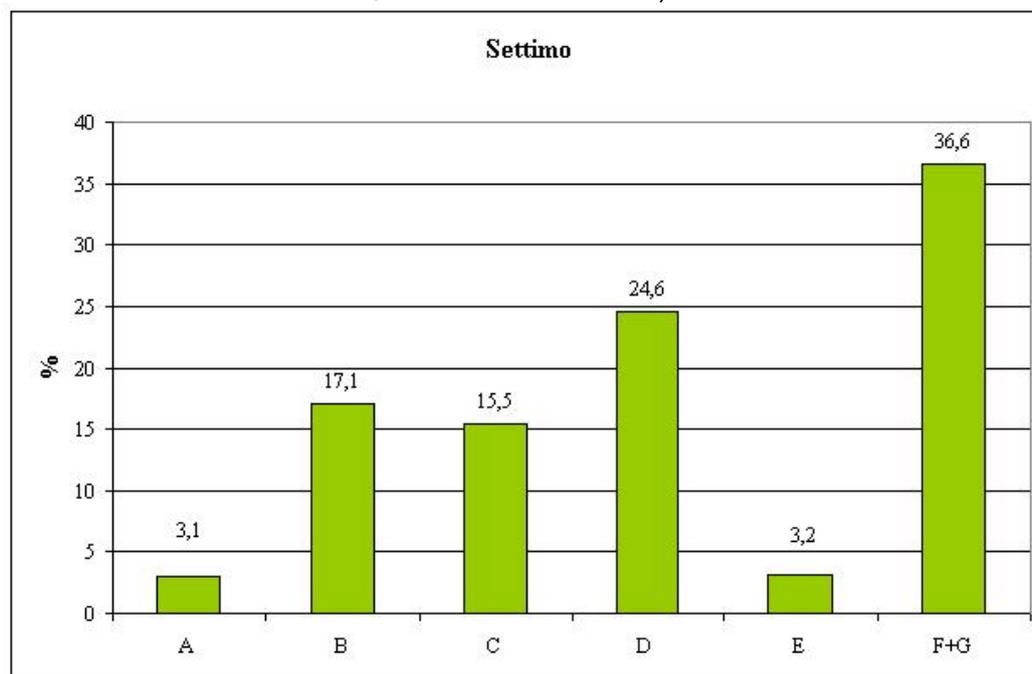


Fig. 5.10 – Frequenza delle classi di stabilità PGT, sito di Settimo T. se. (Periodo di riferimento: 01/01/2005 - 31/12/2005; Fonte dati: Arpa Piemonte; Elaborazione dati: Provincia di Torino)

5.4.2.2 Piovosità

Per la ricostruzione della piovosità mensile per i tre siti si è fatto riferimento ai dati rilevati dalle tre stazioni pluviometriche della rete meteo-idrografica di ARPA Piemonte più vicine (Fig. 5.11): Piverone per il sito di Ivrea (distante ca. 11 km), Front Malone per il sito di Rivarolo (ca. 6 km) e Venaria Ceronda per il sito di Settimo (ca. 13 km).

Il dataset comune alle tre stazioni si estende per 9 anni, dal 1998 al 2006. I valori di precipitazione mensile, mediati sul periodo, mostrano un andamento confrontabile tra i tre siti

(Fig. 5.12), con i mesi invernali più secchi e un massimo primaverile nel mese di maggio. Tra il 1998 e il 2006, in media in un anno sono caduti 952 mm di pioggia a Piverone, 938 mm a Front Malone e 831 mm a Venaria.

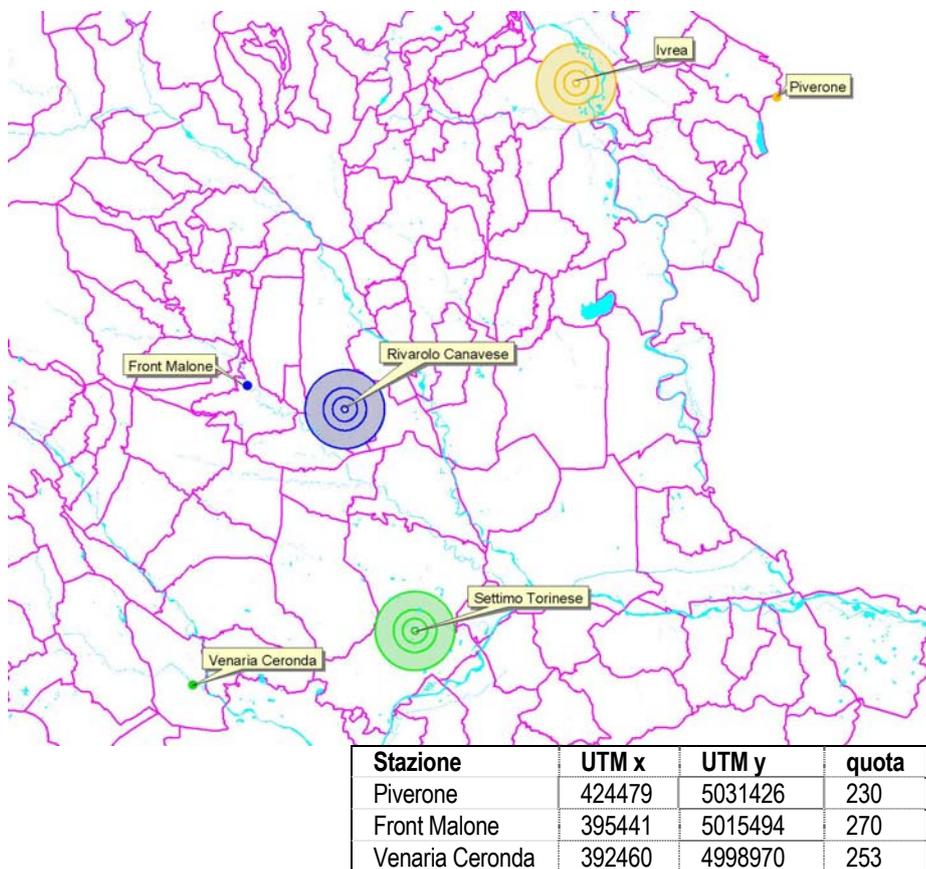


Fig. 5.11 – Stazioni pluviometriche della rete ARPA PIEMONTE considerate.

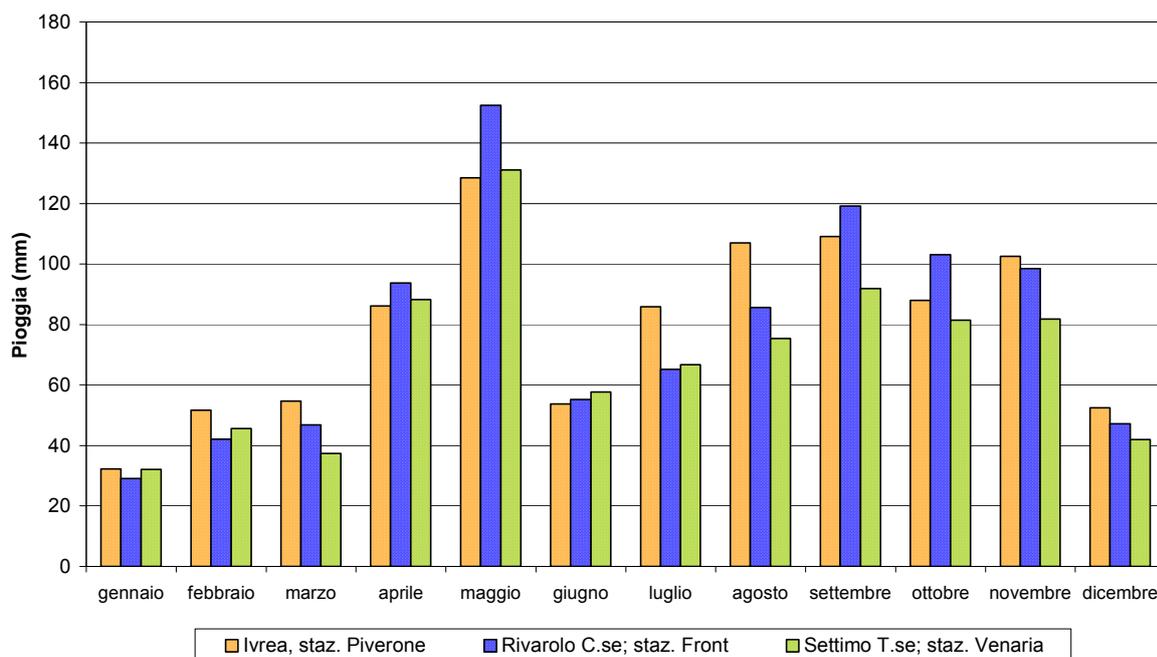


Fig. 5.12 - Valori medi mensili di piovosità per i 3 siti (Periodo di riferimento: 01/01/1998 - 31/12/2006; Fonte dati: Arpa Piemonte, centraline meteorologiche di Piverone, Front, Venaria Ceronda; Elaborazione dati: Provincia di Torino)

5.4.2.3 Temperatura

I valori medi mensili di temperatura (Fig. 5.13) sono un'elaborazione dei dati estratti, ad una quota di 10 m dal suolo, dal database meteorologico di ricostruzione dei campi di vento sul territorio provinciale di Arpa Piemonte, relativo al 2005. Come per la piovosità, non ci sono differenze sostanziali tra i 3 siti, come ci si può aspettare data la loro vicinanza. In generale, per quasi tutti i mesi, i valori medi mensili di temperatura sono in ordine crescente tra il sito di Ivrea, Rivarolo C.se e Settimo T.se, che risente in parte dell'isola di calore dell'area metropolitana torinese.

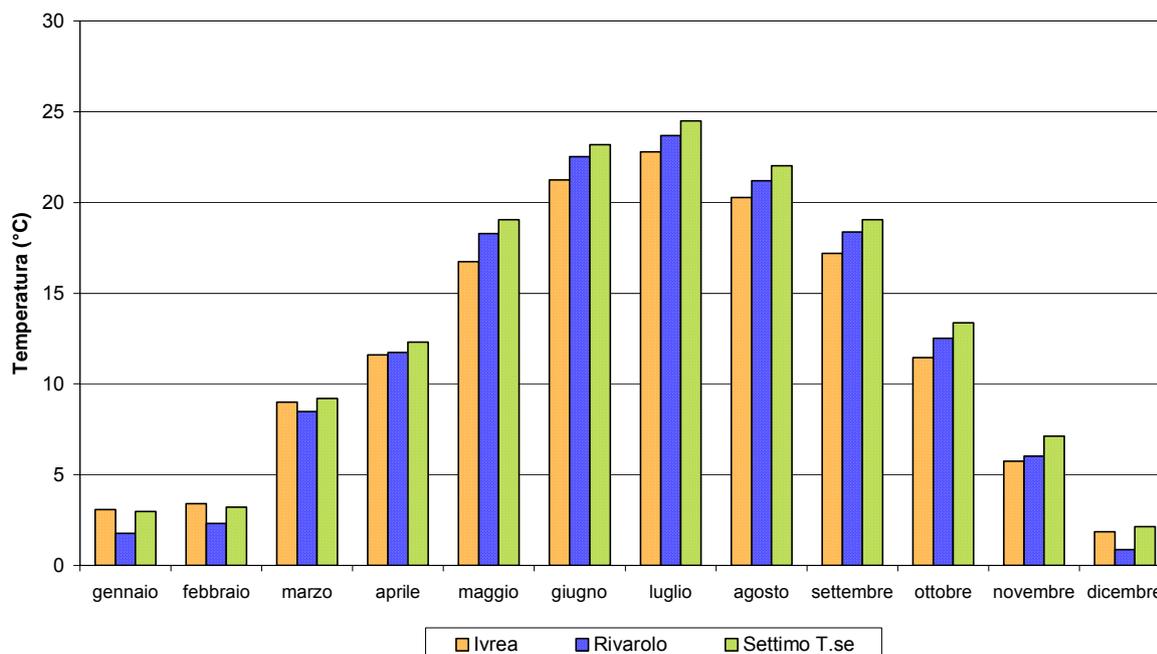


Fig. 5.13 – Valori medi mensili di temperatura per i 3 siti (Periodo di riferimento: 01/01/2005 - 31/12/2005; Fonte dati: Arpa Piemonte; Elaborazione dati: Provincia di Torino)

5.5 Stato della qualità dell'aria

Nel presente paragrafo si fornisce una breve descrizione dello stato della qualità dell'aria e degli strumenti di misura e valutazione che sono utilizzati.

5.5.1 I dati delle stazioni di monitoraggio

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria, operante sul territorio della Provincia di Torino, è composta da 28 postazioni fisse di proprietà pubblica, 11 postazioni fisse di proprietà di enti privati e da un mezzo mobile per il monitoraggio in continuo di parametri chimici e meteorologici. La rete di monitoraggio è conforme a quanto previsto nelle direttive 96/62/CE, 1999/30/CE e 2000/69/CE, recepite dal D. Lgs 351/1999 e dal D.M. 60/2002, e a quanto stabilito con alcune decisioni del Consiglio Europeo (decisione 2001/752/CE)

La rete di monitoraggio è gestita da ARPA Piemonte e la Regione Piemonte coordina tutte le reti installate sul territorio organizzando le misure in una unica banca dati.

Si riporta di seguito la Tab. 5.11 che descrive l'ubicazione, la tipologia e i parametri misurati delle centraline della rete di monitoraggio di proprietà pubblica operanti sul territorio della Provincia di Torino.

Tab. 5.11 – stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria operanti sul territorio della provincia di Torino

STAZIONE	INDIRIZZO	TIPOLOGIA ZONA	CARATTERISTICHE ZONA	TIPOLOGIA STAZIONE	PARAMETRI	DESCRIZIONE
Alpignano	Via F. Baracca, 12 Alpignano	urbana	residenziale	fondo	O ₃ , NO _x	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Beinasco	Via S. Pellico, 5 Beinasco	urbana	industriale residenziale	fondo	SO ₂ , NO _x	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale-industriale non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale
Borgaro	Via Italia Borgaro	suburbana	residenziale	fondo	O ₃ , NO _x , PM10 gravimetrico, PM10 beta	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Buttigliera	Via dei Comuni, 5 Buttigliera	suburbana	residenziale	fondo	PM10 gravimetrico	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale in una zona non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale
Carmagnola	P.zzetta Di Vittorio, 1 Carmagnola	suburbana	residenziale industriale commerciale	traffico	PM10 gravimetrico	Stazione collocata in area urbana esterna in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Chieri	C.so Buozi, 1 Chieri	suburbana	residenziale commerciale	traffico	NO _x , CO, O ₃	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Chivasso	Via Torino, 1 Chivasso	suburbana	residenziale industriale commerciale	traffico	CO	Stazione collocata in area urbana esterna in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Ciré	Via Teneschie, 2 Ciré	urbana	residenziale	fondo	SO ₂ , NO _x	Stazione collocata in area urbana esterna di carattere residenziale in una zona non soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Druento	Cascina Peppinella Druento	rurale	naturale	fondo	O ₃ , NO _x , VV-DV, RDN, RDG, UMID, TEMP, PV, P, PM10 gravimetrico	Stazione collocata in area remota in una zona non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa della qualità dell'aria per la protezione degli ecosistemi.
Grugliasco	Via Roma, 15 Grugliasco	urbana	residenziale industriale commerciale	fondo	SO ₂ , NO _x	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale in una zona non soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.

STAZIONE	INDIRIZZO	TIPOLOGIA ZONA	CARATTERISTICHE ZONA	TIPOLOGIA STAZIONE	PARAMETRI	DESCRIZIONE
Ivrea	P.zza Freguglia Ivrea	urbana	residenziale industriale commerciale	traffico	SO ₂ , NO _x , CO, PM10 gravimetrico	Stazione collocata in area urbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. Rappresentativa dei livelli più elevati di inquinanti a cui è probabile che la popolazione sia esposta.
Nichelino	Via XXV Aprile, 111 Nichelino	urbana	residenziale industriale commerciale	traffico	CO, NO _x	Stazione collocata in area suburbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. Rappresentativa dei livelli più elevati di inquinanti a cui è probabile che la popolazione sia esposta.
Orbassano	Via Gozzano Orbassano	suburbana	residenziale	fondo	O ₃ , NO _x , VV-DV, RDN, RDG	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Oulx	Via Roma Oulx	suburbana	residenziale	traffico	CO, O ₃ , NO _x , PM10 beta	Stazione di recente installazione collocata in prossimità della strada e quindi soggetta a fonti primarie di emissione di origine veicolare. Rappresentativa dei livelli più elevati di inquinanti a cui è probabile che la popolazione sia esposta.
Pinerolo	P.zza III Alpini, 1 Pinerolo	urbana	residenziale commerciale	traffico	CO, NO _x , O ₃ , PM10 gravimetrico	Stazione collocata in area urbana esterna in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Pino Torinese	Oss. Astronomico Pino T.se	rurale	naturale	fondo	O ₃	Stazione collocata in area remota in una zona non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa della qualità dell'aria per la protezione degli ecosistemi.
Rivoli	P.zza Togliatti, 1 Rivoli	urbana	residenziale industriale commerciale	traffico	CO, NO _x , BTX	Stazione collocata in area suburbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Settimo	Via Milano, 31 Settimo	urbana	residenziale industriale commerciale	traffico	CO, NO _x	Stazione collocata in area suburbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine veicolare e industriale. Rappresentativa dei livelli di inquinanti più elevati a cui è probabile che la popolazione sia esposta.
Susa	P.zza della Repubblica Susa	suburbana	commerciale	traffico	CO, NO _x , O ₃ , PM10 gravimetrico	Stazione collocata in area urbana esterna in una zona soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
TO - I.T.I.S. Grassi	V. P. Veronese Torino	urbana	residenziale industriale commerciale	traffico	PM10 gravimetrico	Stazione collocata in area urbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare ed industriale. Rappresentativa dei livelli più elevati di inquinanti a cui è probabile che la popolazione sia esposta.

STAZIONE	INDIRIZZO	TIPOLOGIA ZONA	CARATTERISTICHE ZONA	TIPOLOGIA STAZIONE	PARAMETRI	DESCRIZIONE
TO - Lingotto	Via A. Monti, 21 Torino	urbana	industriale residenziale	fondo	O ₃ , CO, NO _x , PM10 beta, PM2,5 gravimetrico	Stazione collocata in una zona di fondo urbano non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
TO - Piazza Rebaudengo	P.zza Rebaudengo, 23 Torino	urbana	industriale residenziale	traffico	CO, SO ₂ , NO _x	Stazione collocata in area urbana a in una zona direttamente soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. Rappresentativa dei livelli più elevati di inquinanti a cui è
TO - Piazza Rivoli	P.zza Rivoli, 4 Torino	urbana	residenziale- commerciale	traffico	CO, NO _x , gravimetrico PM10	Stazione collocata in area urbana a in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. Rappresentativa dei livelli più elevati di inquinanti a cui è probabile che la popolazione sia esposta.
TO - Via Consolata	Via Consolata, 10 Torino	urbana	residenziale commerciale	traffico	SO ₂ , CO, CO ₂ , NO _x , PM10 gravimetrico, PM10 alto volume, PTS, BTX	Stazione collocata in area urbana a in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. Rappresentativa dei livelli più elevati di inquinanti a cui è probabile che la popolazione sia esposta.
TO - Via Gaidano	Via Gaidano Torino	urbana	residenziale industriale	traffico	CO, NO _x , gravimetrico PM10	Stazione collocata in area urbana a in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare ed industriale. Rappresentativa dei livelli più elevati di inquinanti a cui è
TO - Via Madama Cristina	Via M. Cristina, 129 Torino	urbana	residenziale- commerciale	traffico	CO, NO _x	Stazione collocata in area urbana a in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale
Venaria	C.so Garibaldi Venaria	urbana	residenziale industriale commerciale	traffico	CO	Stazione collocata in area suburbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare. Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.
Vinovo	Via Garibaldi, 3 Vinovo	suburbana	residenziale	fondo	O ₃ , NO _x	Stazione collocata in area suburbana di carattere residenziale non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione Rappresentativa dell'esposizione della popolazione in generale.

Nonostante la rete di monitoraggio sia allineata a quanto richiesto dalle direttive europee e fornisca una conoscenza adeguata dei livelli di inquinamento del territorio non è semplice, a causa della vastità di territorio interessato e del carattere puntuale delle misure, effettuare un'analisi comparata della qualità dell'aria per i tre siti proposti. Nei paragrafi successivi si riporta una descrizione dello stato ambientale della componente atmosfera considerando per ciascuno dei tre siti le centraline ritenute più rappresentative.

I dati rilevati dalle stazioni si riferiscono al periodo compreso tra il 2000 e il 2006. Nel commento si intende dare particolare rilievo ai dati relativi al 2005, in quanto la valutazione dell'impatto dell'impianto è stata stimata utilizzando i dati meteorologici di quell'anno, e lo stato della qualità dell'aria è descritto nel paragrafo 5.5.2 utilizzando i risultati del sistema modellistico tridimensionale di stima dei campi di concentrazione sul territorio regionale.

Per descrivere lo stato della qualità dell'aria si è deciso di riportare solo i dati relativi agli inquinanti più critici per il territorio, quelli per i quali non sono rispettati i limiti di legge: biossido di azoto (NO_2), materiale particolato (PM_{10}) e ozono (O_3).

Il biossido di azoto

Per effettuare l'analisi comparata dei siti relativamente al parametro biossido di azoto si sono scelte le stazioni di Ciriè, Settimo, Borgaro, Ivrea.

- La stazione di Ciriè dista 10,7 km dal sito di Rivarolo C.se ed è la più adatta tra le centraline della rete di monitoraggio per descrivere lo stato ambientale per l'inquinamento da NO_2 del sito di Rivarolo C.se. La stazione è collocata in area urbana esterna di carattere residenziale in una zona non soggetta a fonti primarie di emissione, e misura concentrazioni di fondo.
- La stazione di Settimo T.se dista 2,2 km dal sito posto nel proprio comune. Questa stazione è collocata in area suburbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare.
- La stazione di Borgaro è stata scelta per descrivere lo stato ambientale per l'inquinamento da NO_2 dell'area suburbana a nord di Torino in un punto di misura con caratteristiche simili a quello di Ciriè e con distanze contenute sia dal sito di Settimo T.se (10 km) che dal sito di Rivarolo (14.5 km). La centralina di Borgaro è situata in area suburbana, di tipo residenziale, non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione.
- La stazione di Ivrea dista dal sito individuato per la possibile localizzazione dell'impianto (sito1) circa 2 km. Si trova in area urbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare.

Nell'effettuare il confronto tra i dati è opportuno considerare le differenze tra le tipologie di stazioni prese in esame (Urbana – Suburbana, Fondo – Traffico).

Dall'analisi dei dati riportati nelle tabelle e nei grafici che seguono (Tab. 5.12, Tab. 5.13, Fig. 5.14, Fig. 5.15) emerge che nel corso del 2005 si sono verificati numerosi superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) per le stazioni di Settimo e Ivrea. A Settimo sono stati rilevati 35 superamenti e a Ivrea 9, a fronte di un numero massimo ammesso pari a 18 volte l'anno (limite da rispettare al 2010). Non appare problematica la situazione per la stazione di Ciriè (distante dal sito di Rivarolo circa 10,7 km) e di Borgaro per la quale dal 2000 ad oggi sono stati registrati pochissimi superamenti.

La criticità per le stazioni di Settimo e Ivrea, resta confermata anche se si fa riferimento al valore annuale per la protezione della salute umana ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) da rispettare a partire dal 1 gennaio 2010. Nel 2005 la media annuale è risultata pari a $67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a Settimo e a $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a Ivrea. La stazione di Borgaro, pur essendo situata nell'area metropolitana torinese, presenta una media $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ poiché è una stazione di fondo non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione.

Tab. 5.12 - Biossido di azoto: numero di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$), per le stazioni di Ciriè, Settimo, Borgaro e Ivrea (periodo: 2000-2006)

anno	Numero di superamenti del valore limite orario di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$			
	Ciriè	Settimo	Borgaro	Ivrea
2000	5	6	8	8
2001	0	20	27	5
2002	0	73	1	1
2003	0	14	0	5
2004	1	13	4	2
2005	0	35	0	9
2006	0	68	1	23

Valore limite orario per la protezione della salute umana: $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile (D.M. 60/2002).

Tab. 5.13- Biossido di azoto: media annuale per le stazioni di Ciriè, Settimo, Borgaro e Ivrea (periodo: 2000-2006)

anno	Media annuale [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
	Ciriè	Settimo	Borgaro	Ivrea
2000	36	53	46	51
2001	32	58	48	54
2002	29	72	42	48
2003	31	65	44	50
2004	31	57	42	47
2005	31	67	38	46
2006	32	65	42	50

Valore limite annuale per la protezione della salute umana: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annuale (D.M. 60/2002).

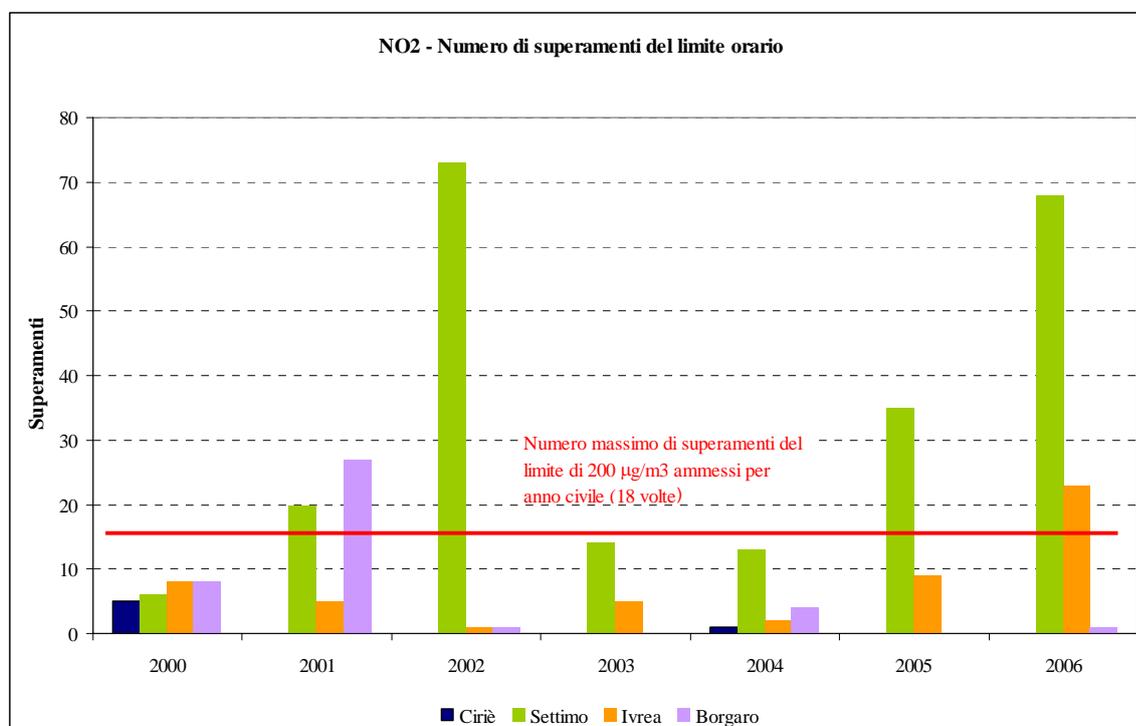


Fig. 5.14 - Biossido di azoto: valore limite orario per la protezione della salute umana ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$), numero di superamenti per le stazioni di Ciriè, Settimo, Ivrea e Borgaro, anni 2000-2006

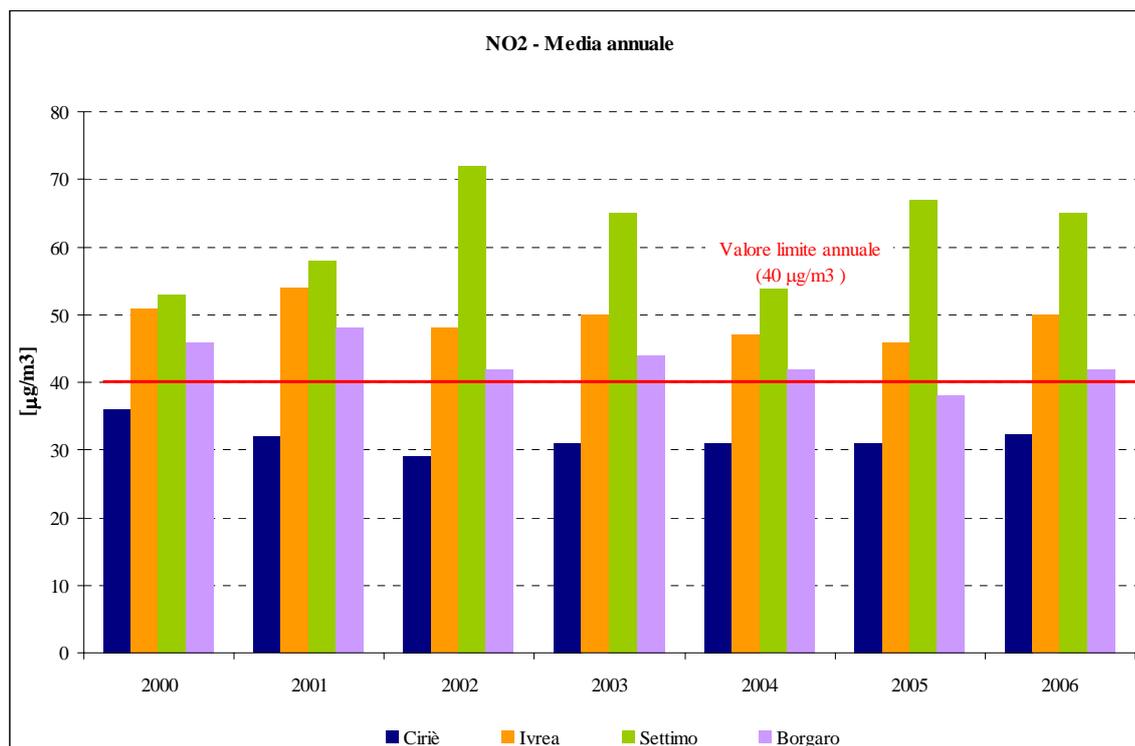


Fig. 5.15 – Biossido di azoto: media annuale per gli anni 2000- 2006 per le stazioni di Ciriè, Ivrea, Settimo e Borgaro (valore limite annuale per la protezione della salute umana: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

In conclusione le misure delle centraline dal 2000 al 2006 evidenziano una situazione di criticità per le zone a ridosso dell'area metropolitana torinese che sono esposte a fonti di emissione primarie (Stazione di Settimo), mentre in stazioni prossime all'area metropolitana, ma lontane da fonti primarie (Stazione di Borgaro) si rispetta ampiamente il limite orario e si è lievemente al di sopra del limite annuale.

La Stazione di Ivrea ha una situazione di criticità evidenziata dal mancato rispetto del limite annuale ma presenta concentrazioni più basse e un minore numero di superamenti di Settimo pur essendo situata in un contesto simile. La differenza tra le due stazioni è sostanzialmente legata alla scarsa antropizzazione dell'eporediese e alle ridotte emissioni su area vasta in confronto all'area metropolitana torinese.

La Stazione di Ciriè, scelta per rappresentare il sito di Rivarolo (distante circa 10 km), non presenta alcun superamento né del valore limite orario, né del valore limite annuale. I dati di questa centralina possono essere ritenuti rappresentativi di una vasta area della Provincia di Torino lontana dall'area metropolitana e dalle aree fortemente urbanizzate.

E' opportuno evidenziare che le concentrazioni di NO_2 nel periodo considerato (2000-2006) hanno un andamento stazionario e non si osserva un'evoluzione positiva delle criticità.

II PM10

Per l'analisi comparata dei siti per la valutazione dell'inquinamento da particolato fine (PM10) sono state scelte le stazioni di Borgaro, Ivrea e Druento. La scelta differisce da quella compiuta per l'analisi dell' NO_2 perché le stazioni di Settimo e Ciriè non misurano le concentrazioni di questo parametro. La stazione di Druento è la migliore scelta possibile per avere un'indicazione dei livelli di fondo del PM10 e fornisce informazioni analoghe a quelle ricavate dall'analisi dei dati della centralina di Ciriè per l' NO_2 .

- La stazione di Borgaro è stata scelta per descrivere lo stato ambientale per l'inquinamento da PM10 dell'area suburbana a nord di Torino in un punto di misura poco distante sia dal sito di Settimo T.se (10 km) che dal sito di Rivarolo (14,5 km). La centralina di Borgaro è situata in area suburbana, di tipo residenziale, non direttamente soggetta a fonti primarie di emissione

- La stazione di Ivrea dista dal sito individuato, per la possibile localizzazione dell'impianto, circa 2 km. E' localizzata in area urbana in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare.
- La stazione di Druento dista 17,5 km dal sito di Rivarolo C.se e 18 km dal sito di Settimo T.se. La stazione è collocata all'interno del Parco Regionale della Mandria, in area rurale, non è soggetta a fonti primarie di emissione, e misura concentrazioni di fondo.

Nell'effettuare il confronto tra i dati è opportuno considerare le differenze tra le tipologie di stazioni prese in esame (Urbana – Suburbana - Rurale, Fondo – Traffico).

Tab. 5.14- PM10: numero di superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), per le stazioni di Druento, Borgaro e Ivrea (periodo: 2002- 2006)

anno	Numero di superamenti del valore limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.		
	Druento	Borgaro	Ivrea
2002		125	
2003	59	103	85
2004	46	130	88
2005	83	143	123
2006	77	161	114

Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana: $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile (D.M. 60/2002).

Tab. 5.15- PM10: media annuale per le stazioni di Druento, Borgaro e Ivrea (periodo: 2002- 2006)

anno	Media annuale [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		
	Druento	Borgaro	Ivrea
2002		47	
2003	33	43	45
2004	31	46	43
2005	36	51	47
2006	38	56	46

Valore limite annuale per la protezione della salute umana: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annuale (D.M. 60/2002).

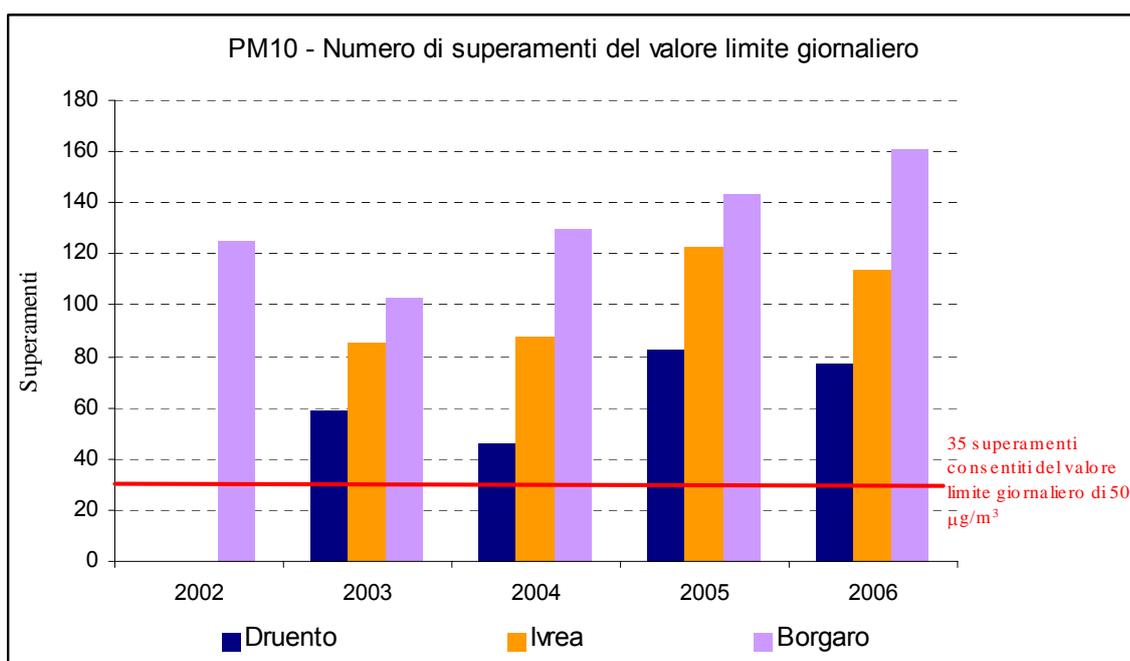


Fig. 5.16 – PM10: valore limite giornaliero per la protezione della salute umana ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), numero di superamenti per le stazioni di Druento, Ivrea e Borgaro, anni 2002- 2006

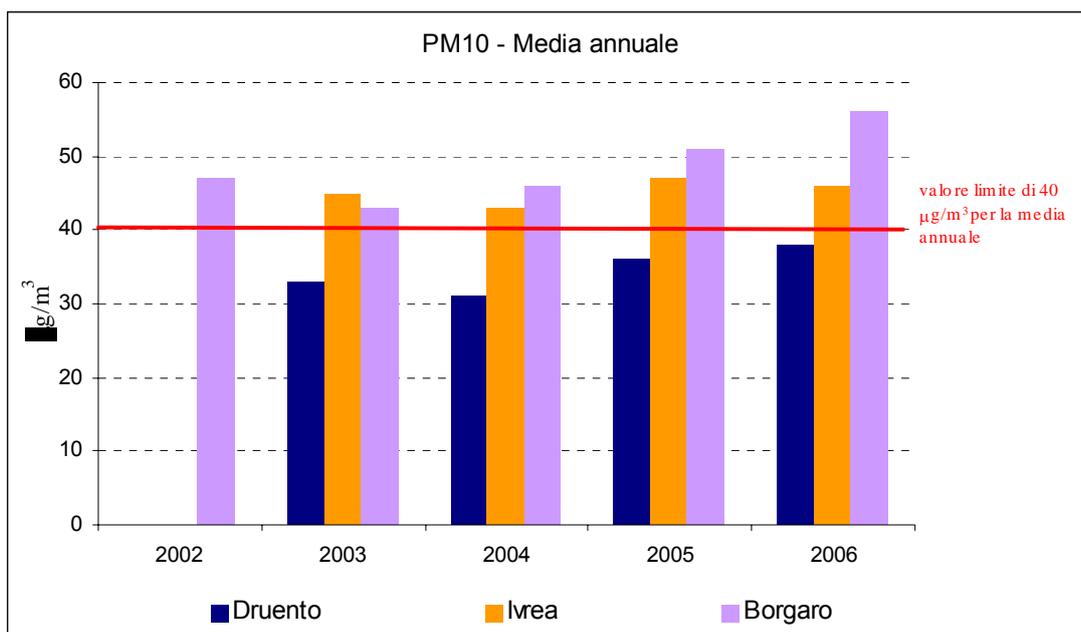


Fig. 5.17 – PM10: media annuale per gli anni 2002- 2006 per le stazioni di Druento, Settimo e Borgaro (valore limite annuale per la protezione della salute umana: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Dall'analisi dei dati riportati nelle tabelle e nei grafici (Tab. 5.14, Tab. 5.15 e Fig. 5.16 Fig. 5.17) emerge che in tutte le stazioni considerate viene superato il limite giornaliero per più dei 35 giorni consentiti.

La media annuale è superiore al limite per la protezione della salute umana di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle stazioni di Borgaro e Ivrea in tutto il periodo considerato.

Dai dati emerge che l'inquinamento da PM10 ha una estensione notevole sul territorio con valori di fondo piuttosto elevati e prossimi al limite anche in aree rurali. Il carattere parzialmente secondario di questo inquinante che si forma a partire da altri inquinanti e da sostanze presenti in atmosfera è la causa di valori abbastanza elevati anche in aree lontane da fonti primarie.

E' opportuno evidenziare che le concentrazioni di PM10 nel periodo considerato (2002-2006) hanno un andamento stazionario e non si osserva un'evoluzione positiva delle criticità.

L'Ozono

Per la valutazione dell'inquinamento da ozono (O_3) sono state scelte le stazioni di Borgaro e Druento poiché sono le uniche della zona nord della provincia di Torino che rilevano questo parametro.

L'ozono è un inquinante esclusivamente secondario, si forma a partire da altri inquinanti e da sostanze presenti in atmosfera (NO_x , composti organici volatili...) e non ha alcuna fonte di emissione primaria. Le concentrazioni medie di ozono sono pertanto sostanzialmente uniformi sul territorio e non mostrano dipendenza diretta da sorgenti emissive locali. Possiamo quindi assumere che i valori registrati a Borgaro e Druento siano rappresentativi di tutta l'area nord della provincia di Torino.

Tab. 5.16- O_3 : numero di superamenti della soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$), per le stazioni di Druento e Borgaro (periodo: 2002- 2006)

anno	Numero di superamenti della soglia di informazione di $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
	Druento	Borgaro
2002	64	40
2003	176	188
2004	71	35
2005	72	12
2006	143	20

Soglia di Informazione: $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.Lgs. 183/04)

Tab. 5.17- O₃: numero di giorni con la media massima calcolata su 8 ore superiore a 120 µg/m³, per le stazioni di Druento e Borgaro (periodo: 2002- 2006)

anno	Numero di giorni con la media massima calcolata su 8 ore superiore a 120 µg/m ³	
	Druento	Borgaro
2002	81	66
2003	78	100
2004	84	52
2005	71	47
2006	78	44

Numero di giorni con la media massima calcolata su 8 ore superiore a 120 µg/m³:
Limite di 25 giorni di superamento per anno civile come media degli ultimi 3 anni. (D.Lgs. 183/04)

I dati riportati nelle Tab. 5.16 e Tab. 5.17 e nelle Fig. 5.18 e Fig. 5.19 evidenziano che l'inquinamento da ozono è diffuso su tutto il territorio e che la complessa chimica che ne regola la formazione porta a concentrazioni più alte nelle aree rurali.

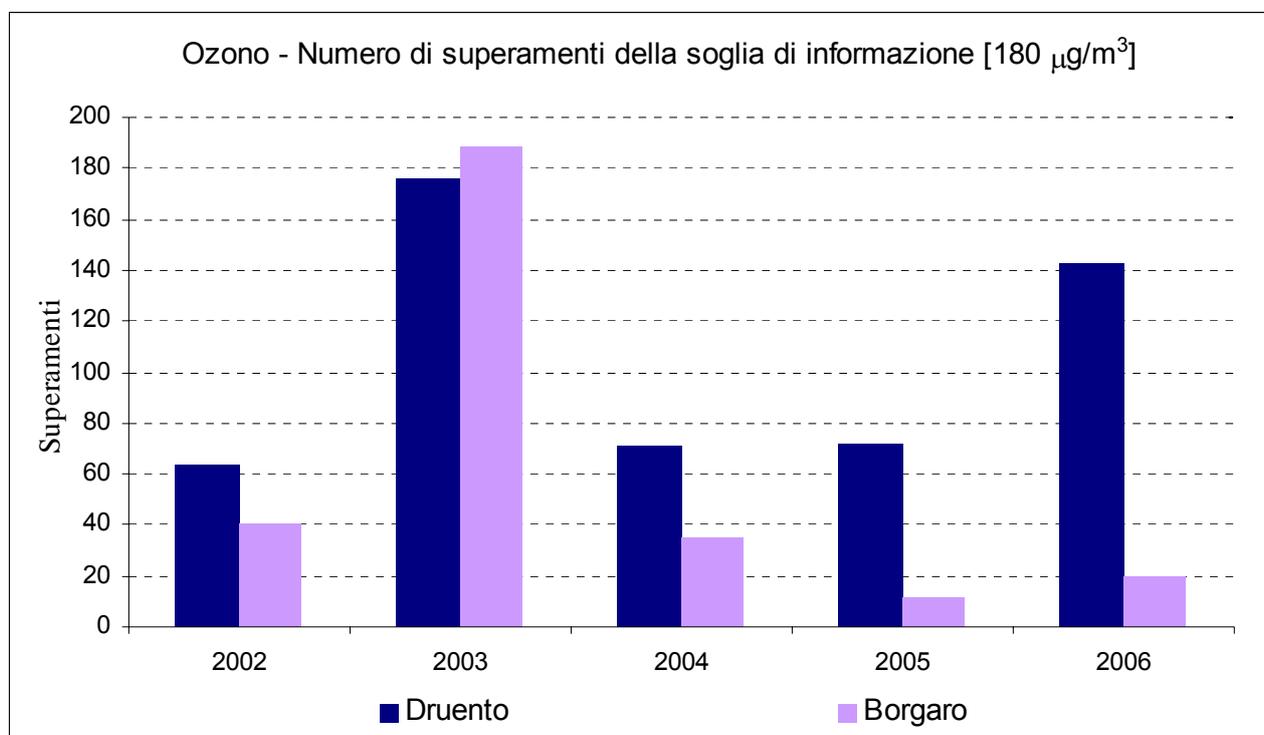


Fig. 5.18 – O₃: numero di superamenti della soglia di informazione (180 µg/m³), per le stazioni di Druento e Borgaro (periodo: 2002- 2006)

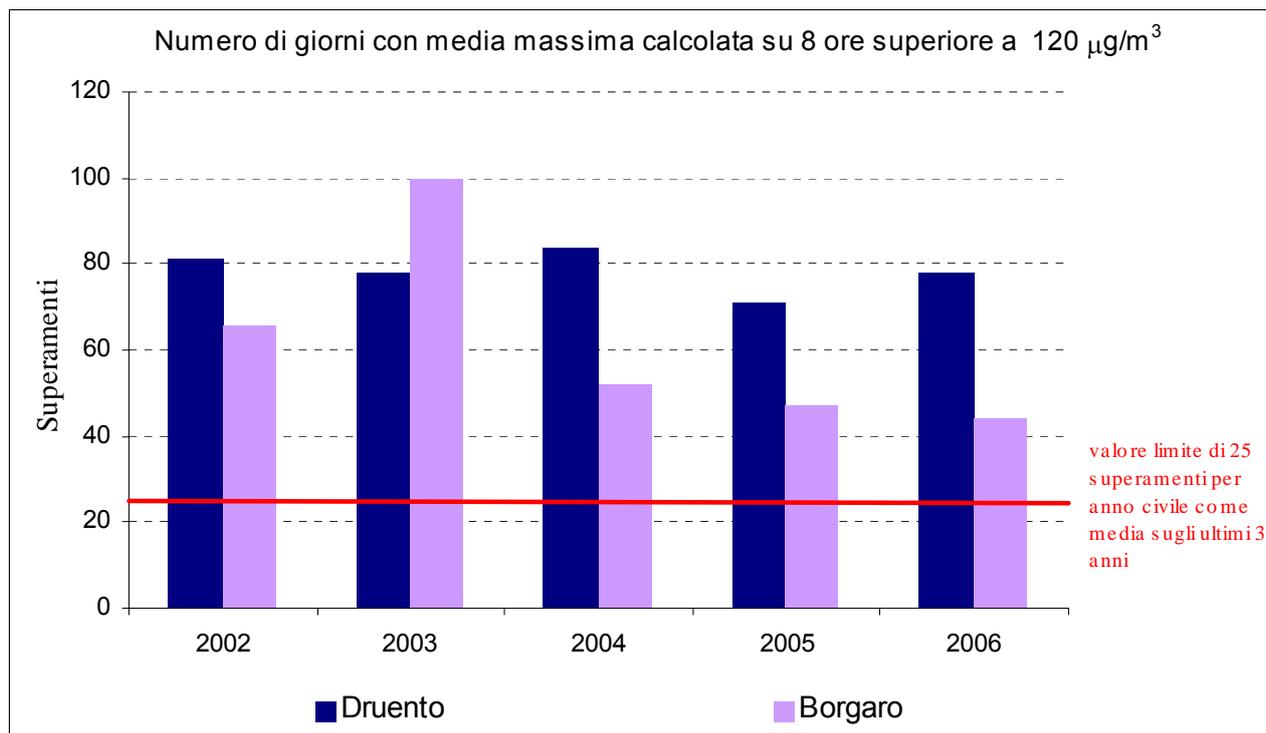


Fig. 5.19 – O_3 : numero di giorni con la media massima calcolata su 8 ore superiore a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, per le stazioni di Druento e Borgaro (periodo: 2002-2006)

5.5.2 Il sistema modellistico di stima dei campi di concentrazione

La normativa (cfr. par 5.3.3) prevede che la valutazione della qualità dell'aria venga effettuata affiancando ad una rete di monitoraggio la modellistica della dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Infatti, le concentrazioni rilevate dalle stazioni di monitoraggio possono essere indicative di situazioni fortemente locali, e non è semplice ricostruire, partendo da pochi dati puntuali, un'informazione corretta per tutto il territorio. Anche l'analisi effettuata nel precedente paragrafo ha evidenziato questo tipo di difficoltà per descrivere lo stato della qualità dell'aria dell'area settentrionale della provincia di Torino.

Si ritiene dunque utile esporre i risultati, relativi all'anno 2005, del sistema modellistico tridimensionale di stima dei campi di concentrazione sul territorio regionale, predisposto da ARPA Piemonte su incarico della Regione Piemonte come supporto alla realizzazione della valutazione della qualità dell'aria.

La simulazione è stata condotta da Arpa con la collaborazione della società Arianet s.r.l.. Il software utilizzato è Farm, un modello euleriano, tridimensionale e fotochimico, che simula la dispersione degli inquinanti e le reazioni in atmosfera, e calcola le concentrazioni degli inquinanti a carattere primario e secondario.

I campi meteorologici di direzione e di velocità del vento e quelli di turbolenza che costituiscono l'input di FARM, sono stati ricostruiti a partire dai dati delle centraline meteo dell'anno 2005 e dall'orografia per mezzo dell'uso dei software Minerve e Surfpro (rif. Doc. 5.4).

La emissioni di inquinanti in input a FARM sono state predisposte a partire da:

- Inventari Regionali (disponibilità dei dati su base comunale) per Piemonte e Valle d'Aosta;
- Inventario Nazionale realizzato da APAT (dati su base provinciale) per Liguria e Lombardia;
- dati EMEP per le porzioni di territorio extranazionale.

Le simulazioni sono state condotte con risoluzione spaziale orizzontale di 4 km con cadenza oraria su un dominio - sviluppato verticalmente su 12 livelli - che copre per intero le regioni

Piemonte e Valle d'Aosta, parzialmente le regioni Liguria e Lombardia e si estende a porzioni del territorio di Francia e Svizzera.

La scelta del dominio è stata determinata dall'esigenza di tenere conto non solo degli effetti, in termini di emissioni e trasporto, delle sorgenti poste al di fuori del territorio regionale, ma anche delle peculiarità meteorologiche legate alla presenza dell'arco alpino.

L'influenza di fonti di emissione esterne al dominio è comunque stata considerata usando come condizioni al contorno i dati di analisi messi a disposizione dal sistema Prev'Air dell'Istituto francese INERIS (CTM CHIMERE).

Nei paragrafi successivi vengono esposti e brevemente commentati i dati di concentrazione media annua (2005) di biossido di azoto (NO_2) e materiale particolato (PM10) stimati dallo studio modellistico.

Biossido di azoto (NO_2)

In Fig. 5.20 è riportata la mappa delle concentrazioni medie annuali di NO_2 relative all'anno 2005 stimate da Arpa Piemonte con il sistema modellistico di stima dei campi di concentrazione.

Il valore limite annuale per la protezione della salute umana di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è superato in un'ampia porzione del territorio corrispondente all'area metropolitana torinese ma è rispettato in tutto il resto della Provincia. Le aree con concentrazioni prossime al limite, comprese tra 35 e $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sono quelle immediatamente a ridosso dell'area metropolitana.

La stima e il confronto con il valore limite risultano complessivamente coerenti con i dati della rete di monitoraggio. Poiché i dati della simulazione sono stimati per celle di 16 km^2 l'accordo è migliore con le stazioni di fondo e con le stazioni inserite in un territorio omogeneo. La stazione in cui la stima modellistica ($27 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e il rilievo della centralina ($46 \mu\text{g}/\text{m}^3$) risultano maggiormente discordanti è quella di Ivrea. L'ubicazione della stazione di Piazza Freguglia è, infatti, quella meno adatta a descrivere la concentrazione media di un'ampia area: la centralina è adiacente ad una strada trafficata e ad un parcheggio, e si trova al centro dell'abitato d'Ivrea il quale è di dimensioni modeste e circondato da un'area scarsamente antropizzata.

Proprio in questo tipo di casi la modellistica fornisce un'importante integrazione alle informazioni della rete di monitoraggio e definisce correttamente le concentrazioni medie del biossido di azoto. Relativamente all'ubicazione dei tre siti proposti per il termovalorizzatore si rileva che:

- il sito di Settimo Torinese è all'interno dell'area metropolitana torinese, zona particolarmente critica del territorio provinciale, in cui non è rispettato il valore limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- Rivarolo si trova in una zona in cui il valore limite annuale è rispettato, ma il sito è prossimo all'area metropolitana torinese, la quale, caratterizzata da una situazione già critica della qualità dell'aria, potrebbe essere interessata dalle ricadute del termovalorizzatore;
- nella zona di Ivrea il valore limite annuale è rispettato in un'area vasta e si esclude che le immissioni dell'impianto possano interessare delle aree critiche.

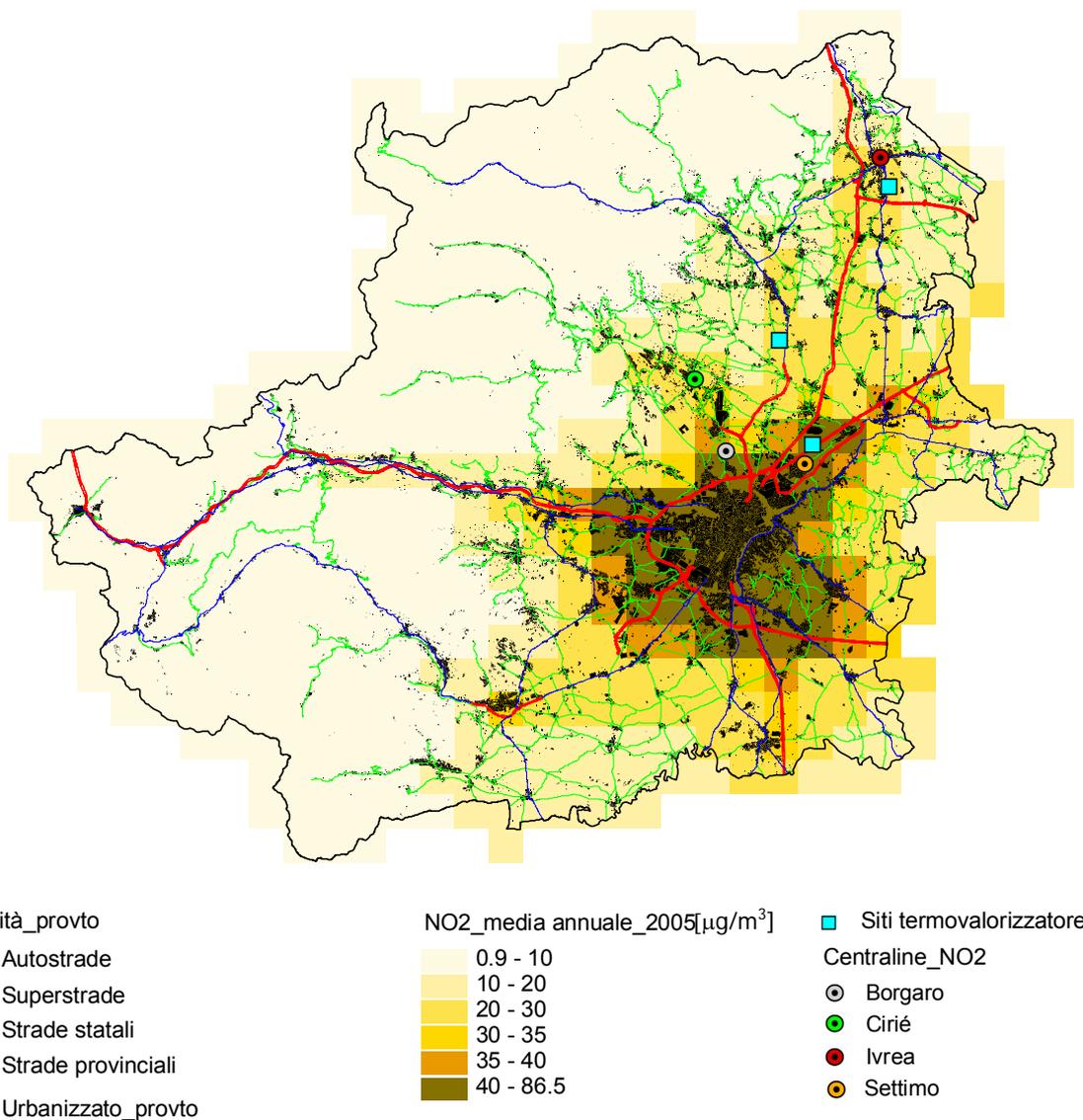


Fig. 5.20 - Media annuale NO₂ per il 2005 sulla griglia 4x4 km – Valutazione modellistica qualità dell'aria ARPA Piemonte.

Materiale Particolato (PM10)

In Fig. 5.21 è riportata la mappa delle concentrazioni medie annuali di PM10 relative all'anno 2005 stimate da Arpa Piemonte con il sistema modellistico di stima dei campi di concentrazione. Il valore limite annuale per la protezione della salute umana di 40 µg/m³ è superato in una porzione del territorio poco più ampia del territorio del Comune di Torino e la zona con concentrazioni prossime al limite, comprese tra 35 e 40 µg/m³, è corrispondente a quasi tutta l'area metropolitana. Diversamente da quanto stimato, i dati della rete di monitoraggio sono superiori al valore limite annuale in tutte le centraline dell'area metropolitana e sono prossimi a tale limite anche in aree rurali (Druento). La sottostima è dovuta al carattere secondario di questo inquinante che richiede una migliore descrizione dei fenomeni di formazione del particolato secondario in atmosfera. In ogni caso la modellistica riesce a descrivere correttamente la diffusione del particolato sul territorio. Relativamente all'ubicazione dei siti proposti per il termovalorizzatore si rileva che a causa della sottostima della simulazione nessuno dei tre ricade nell'area in cui tale limite non è rispettato.

Si possono comunque ripetere le considerazioni fatte nell'analisi delle concentrazioni di fondo del biossido di azoto.

Il sito di Settimo si trova all'interno dell'area metropolitana torinese in cui le concentrazioni di PM10 sono più elevate. Il sito di Rivarolo si trova in un'area caratterizzata da concentrazioni di PM10 più basse, ma è a ridosso dell'area metropolitana. La zona di Ivrea ha bassi valori di PM10 in un'area molto vasta.

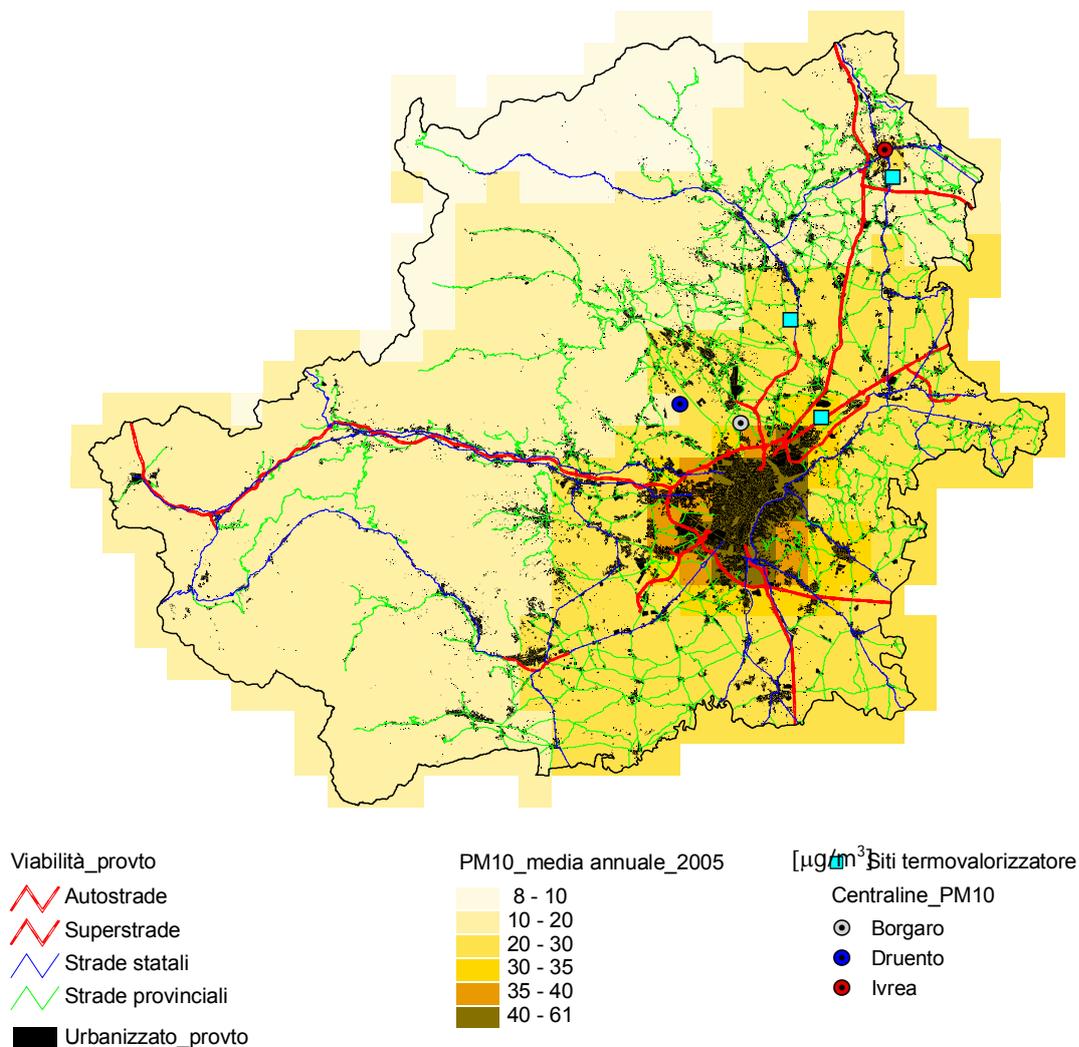


Fig. 5.21 - Media annuale PM10 per il 2005 sulla griglia 4x4 km – Valutazione modellistica qualità dell'aria ARPA Piemonte.

In conclusione lo studio realizzato da Arpa Piemonte riproduce correttamente il valore delle concentrazioni di NO₂ nei siti di misura e fornisce una stima delle concentrazioni di questo inquinante su tutto il territorio. Le concentrazioni di PM10 risultano sottostimate in tutto il territorio, ma la diffusione di questo inquinante è correttamente riprodotta.

Nonostante alcuni aspetti critici sottolineati nel presente paragrafo, si ritiene che lo studio modellistico dell'Arpa sia lo strumento più adatto per descrivere correttamente le concentrazioni degli inquinanti su un'area vasta e per effettuare un confronto sullo stato della qualità dell'aria nelle aree interessate dalle ricadute dell'impianto.

5.6 La sorgente emissiva

La sorgente emissiva è stata definita sulla base dei dati impiantistici disponibili all'inizio dello studio, ai quali sono state applicate alcune approssimazioni sempre di natura conservativa. Il dettaglio delle caratteristiche della sorgente, basate sul PPGR 2006 e sul quadro progettuale, è contenuto nella tabella seguente:

Tab. 5.18 – Parametri di sorgente (tra parentesi i valori da PPGR 2006).

Capacità di smaltimento	(t/y)	300.000 (291.568)
Capacità di smaltimento MCR*	(t/y)	375.000
PCI rifiuto di progetto	(kJ/kg)	12.000 (11.833)
Capacità oraria MCR (ipotizzando 7680 ore di funzionamento l'anno)	(t/h)	49
Combustibile (CH ₄) consumato	(Nm ³ /t _{rifiuto})	11
Emissione specifica	(Nm ³ /t _{rifiuto})	6.500
Effluenti relativi alla combustione di CH ₄	(Nm ³ /t _{rifiuto})	197
Portata normalizzata al MCR (273 °K, secca, 11%O ₂)	(Nm ³ /h)	326.997
Percentuale di vapore nei fumi tal quale	(%)	15
Percentuale di ossigeno nei fumi tal quale	(%)	8,5
Temperatura dei fumi allo sbocco	(°C)	115
Portata tal quale al MCR	m ³ /h	427.564

*Si è definita una capacità massima dell'impianto (MCR, Maximum Continuous Rate) tale per cui la capacità di smaltimento prevista dal PPGR2006 ne costituisca l'80%.

Come è prassi nelle analisi di impatto ambientale, per la definizione della sorgente emissiva è stato considerato il valore di portata che deriva da un funzionamento a massimo carico dell'impianto (MCR), che corrisponderebbe a ca. 375.000 t annue di rifiuti da smaltire contro le 291.568 t previste dal PPGR. Si tratta di un'ipotesi molto peggiorativa, che tiene conto del fatto che solitamente gli impianti vengono sovradimensionati per assicurare flessibilità alla capacità di smaltimento in fase di esercizio. Prendendo come riferimento le caratteristiche e il potere calorifico previsto nel PPGR 2006 (un flusso complessivo di ca. 291.500 t/a con pci medio di 11.830 kJ/kg), le simulazioni effettuate risultano analizzare una situazione relativa a un quadro ambientale degli impatti estremamente cautelativo, caratterizzato da un incremento del carico termico complessivo di più del 30%. Inoltre, la portata calcolata include anche gli effluenti generati dalla combustione del metano, utilizzato per supportare la combustione.

Nella Tab. 5.19 sono riassunti i parametri usati per la descrizione della sorgente emissiva nelle simulazioni. Rispetto ai valori di progetto, è stato simulato un funzionamento continuo dell'impianto per tutto l'anno (8.760 ore invece che 7.680). Questa scelta è motivata dal fatto che l'analisi delle ricadute, presentata nei paragrafi seguenti, riguarda non solo i valori medi annuali di concentrazione al suolo degli inquinanti emessi ma anche la frequenza e l'intensità di episodi critici, determinati da particolari condizioni meteorologiche sfavorevoli alla dispersione dei fumi. Non conoscendo con esattezza in quali periodi nel corso dell'anno è previsto lo spegnimento e la manutenzione dell'impianto, si è preferito effettuare la simulazione con l'impianto a pieno carico e in funzionamento continuo per tutto l'anno. Bisogna sottolineare che questo comporta una sovrastima delle concentrazioni medie annuali, comunque accettabile in ottica cautelativa.

Tab. 5.19 – Parametri di sorgente utilizzati per la simulazione

Capacità oraria MCR	(t/h)	49
Ore di funzionamento per simulazione	(h/y)	8.760
Temperatura dei fumi allo sbocco	(°C)	115
Portata tal quale al MCR	m ³ /h	427.564
Velocità dei fumi	(m/s)	12
Diametro equivalente della canna	(m)	3,55
Altezza	(m)	100

Per il calcolo dei flussi di massa e dei ratei emissivi (Tab. 5.20) sono stati utilizzati i valori di concentrazione individuati come limiti dal D.Lgs. 133/2005.

Tab. 5.20 – Ratei emissivi utilizzati nella simulazione modellistica

Parametro	Valori limite di emissione medi giornalieri [mg/Nm ³]	Flusso di massa dell'impianto associato al valore limite di emissione e alla portata [g/s]
Polveri totali	10	9,1E-01
Sostanze organiche sotto forma di gas e vapori, espresse come carbonio organico totale (TOC)	10	9,1E-01
Composti inorganici del cloro sotto forma di gas o vapore, espresi come acido cloridrico	10	9,1E-01
Composti inorganici del fluoro sotto forma di gas o vapore, espresi come acido fluoridrico (HF)	1	9,1E-02
Ossidi di zolfo espresi come biossido di zolfo (SO ₂)	50	4,5E+00
Monossido di Carbonio (CO)	50	4,5E+00
Ossidi di azoto espresi come biossido di azoto (NO ₂)	200	1,8E+01
Ammoniaca (NH ₃)	5	4,5E-01
Cadmio e i suoi composti, espresi come cadmio (Cd) Tallio e i suoi composti, espresi come tallio (Tl) In totale	0,05	4,5E-03
Mercurio e i suoi composti, espresi come mercurio (Hg)	0,05	4,5E-03
Zinco e i suoi composti, espresi come zinco (Zn)	0,5	4,5E-02
Antimonio e suoi composti, espresi come antimonio (Sb) Arsenico e suoi composti, espresi come arsenico (As) Piombo e suoi composti, espresi come piombo (Pb) Cromo e suoi composti, espresi come cromo (Cr) Cobalto e suoi composti, espresi come cobalto (Co) Rame e suoi composti, espresi come rame (Cu) Manganese e suoi composti, espresi come manganese (Mn) Nichel e suoi composti, espresi come nichel (Ni) Vanadio e suoi composti, espresi come vanadio (V) Stagno e suoi composti, espresi come stagno (Sn) In totale	0,5	4,5E-02
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) (2)	0,01	9,1E-04
Diossine e furani (PCDD + PCDF) (1)	0,1 ng/m ³	9,1E-09

Anche il riferimento ai valori limite di legge del D.Lgs. 11/05/05 n. 133 rappresenta un'assunzione fortemente penalizzante, in quanto l'adozione delle BAT (migliori tecnologie disponibili) nella progettazione dell'impianto potrà garantire dei livelli emissivi notevolmente inferiori rispetto a quelli utilizzati.

In conclusione, ai fini del calcolo delle ricadute al suolo degli inquinanti, nella definizione della sorgente emissiva sono state effettuate alcune approssimazioni, tutte di natura cautelativa:

- funzionamento continuo dell'impianto al massimo carico
- funzionamento dell'impianto per 8760 ore;
- concentrazioni di inquinanti pari ai valori limite del D.Lgs. 11/05/05 n. 133.

Si tratta evidentemente di ipotesi irrealistiche effettuate per simulare le peggiori condizioni emissive anche al fine di calcolare le massime ricadute orarie. Tali assunzioni comportano una significativa sovrastima delle ricadute nelle aree circostanti in quanto l'impianto, adottando le BAT, garantirà livelli emissivi notevolmente inferiori ai valori limite (v. Tab. 5.5), non lavorerà al MCR ed è non funzionerà per 8760 ore all'anno (è ragionevole aspettarsi periodi di fermo impianto per manutenzione).

Si ribadisce che tali assunzioni, che consentono di effettuare le valutazioni sulla componente atmosfera con il massimo grado di cautela possibile, sono esclusivamente connesse alla comparazione tra i siti, mentre in fase di progetto l'impianto dovrà rispettare il dimensionamento previsto nel PPGR (v. Cap.3).

5.7 Simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera con il modello Windimula

Per valutare le ricadute dell'impianto, sono state condotte delle simulazioni modellistiche della dispersione degli inquinanti in atmosfera, utilizzando due modelli, il gaussiano Windimula e il lagrangiano Spray. Si riportano nel presente paragrafo i risultati dell'applicazione al caso in esame del modello di dispersione gaussiano Windimula 2.0, mentre quelli relativi al lagrangiano Spray sono descritti nel paragrafo seguente.

5.7.1 Descrizione del modello

Il modello DIMULA è inserito nei rapporti ISTISAN 90/32 ("Modelli per la progettazione e valutazione di una rete di rilevamento per il controllo della qualità dell'aria") e ISTISAN 93/36 ("Modelli ad integrazione delle reti per la gestione della qualità dell'aria"), in quanto corrispondente ai requisiti qualitativi per la valutazione delle dispersioni di inquinanti in atmosfera in regioni limitate (caratterizzate da scale spaziali dell'ordine di alcune decine di chilometri) ed in condizioni atmosferiche sufficientemente omogenee e stazionarie.

DIMULA è un modello gaussiano multisorgente che consente di effettuare simulazioni in versione short term (risoluzione temporale dell'ordine dell'ora) ed in versione long term (stima delle concentrazioni su periodi lunghi, ossia uno o più mesi, una stagione, un anno) tenendo conto dell'orografia del terreno e considerando anche situazioni meteorologiche di calma di vento (i modelli gaussiani non sono in grado di gestire le calme di vento) e di inversione in quota.

La calma di vento costituisce una singolarità che non viene di solito descritta né dai modelli standard né da quelli avanzati.

Una pratica comune, consigliata per esempio dall'EPA, è quella di ignorare i periodi di tempo caratterizzati da basse velocità del vento, oppure di attribuire loro una velocità del vento pari a 1 m/sec, e direzione pari a quella del periodo di tempo immediatamente precedente.

Per contro, la calma di vento è una situazione particolarmente critica per la dispersione, in quanto implica un accumulo delle sostanze inquinanti nelle immediate vicinanze delle sorgenti di emissione, con conseguente crescita delle concentrazioni in aria.

Windimula è dotato di un algoritmo che consente di tenere in considerazione le situazioni di calma di vento e può essere quindi utilizzato per valutare la ricaduta di inquinante in situazioni meteorologiche caratterizzate da velocità di vento inferiori a 1m/s.

Una applicazione piuttosto estesa del modello è stata fatta in Pianura Padana, da cui è risultato che l'uso dei modelli proposti in DIMULA per la calma di vento è adeguato per tempi di mediazione che vanno dalle 12-24 ore a un anno.

I moduli di calcolo per la ricaduta al suolo degli inquinanti emessi in atmosfera presenti in WinDIMULA sono:

- il modulo **climatologico** (long term) per il calcolo su un reticolo bidimensionale relativamente ad una climatologia definita tramite l'uso di Joint Frequency Functions, funzioni che riportano, tramite frequenze di accadimento, l'aggregazione dei dati velocità e direzione del vento per ogni classe di stabilità;
- il modulo **short term** per il calcolo su un reticolo bidimensionale relativamente ad una definita situazione meteorologica.

Nel presente Studio è stato utilizzato il **Modulo Short Term** che permette di calcolare la distribuzione spaziale al suolo delle concentrazioni di inquinante sul breve periodo, in funzione della distanza vettoriale dalla sorgente di emissione e sulla base dei seguenti dati di input:

- caratteristiche delle sorgenti (geometria, entità delle emissioni);
- caratteristiche orografiche e urbanistiche del territorio all'interno del dominio di calcolo;
- condizioni meteorologiche.

L'input meteorologico è rappresentato in questo caso da un valore istantaneo di direzione e intensità del vento (valori orari in corrispondenza del punto in cui è situata la sorgente emissiva) e le ipotesi alla base di questo modulo sono:

- stazionarietà nel tempo delle condizioni meteorologiche
- continuità delle emissioni in esame

5.7.1.1 Dominio di calcolo

Per quanto attiene all'area oggetto dello studio di simulazione, si è considerato un quadrato di lato 20 km con il centro dell'area collocato all'incirca nel centro virtuale dell'impianto, avente, per i diversi siti le seguenti coordinate UTM in m:

Sito 1 (Ivrea)	x=413471	y=5032203
Sito 2 (Rivarolo C.se)	x=400783	y=5014212
Sito 3 (Settimo T.se)	x=404633	y=5001971

Per ciascun lato sono stati considerati 81 nodi spazati di 250 m per un totale di 6.561 nodi.

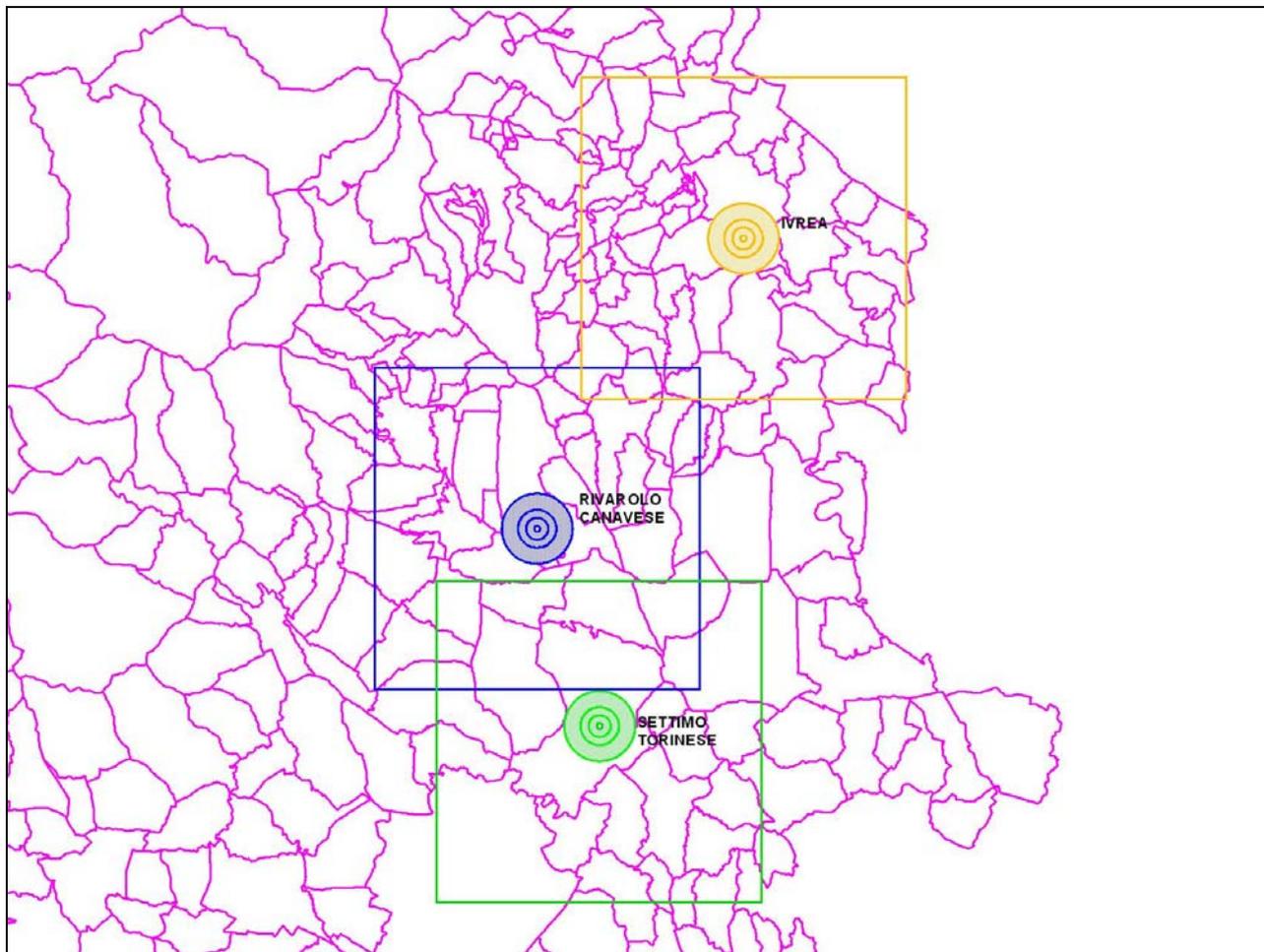


Fig. 5.22 – Dominio di calcolo per i 3 siti in esame

5.7.1.2 Dati di input utilizzati

Per il run del modulo short term sono stati utilizzati dati meteorologici su base oraria relativi ad un anno di osservazioni (8.760 valori orari dalle ore 00:00 del 31 dicembre 2004 alle 23:00 del 31 dicembre 2005).

I dati meteorologici di input sono:

- velocità e direzione del vento;
- classe di stabilità di Pasquill: le classi di Stabilità di Pasquill sono indicatori qualitativi dell'intensità della turbolenza atmosferica, esse sono caratterizzate da 6 possibili condizioni, da fortemente instabile (A) a fortemente stabile (F+G).
- altezza di inversione in quota per le classi A, B, C, D: la presenza di un'inversione in quota (da utilizzare solo con le classi instabili e neutre A,B,C,D) implica l'utilizzo del "modello gaussiano con riflessioni": in pratica l'inversione in quota viene modellata come un tappo impenetrabile all'inquinante, che una volta raggiuntala viene riflesso verso il suolo producendo elevati valori di concentrazione. In realtà se i fumi hanno sufficiente "forza" è possibile che riescano a penetrare in parte o completamente lo strato di inversione con il risultato di restare intrappolati in quota producendo valori di concentrazione al suolo molto bassi.
- temperatura dell'aria (°K).

Per ogni nodo è stata inserita la quota sul livello del mare: l'orografia influisce infatti sulla struttura e sulla direzione di spostamento del flusso d'aria che scorre su di essa e, conseguentemente, anche sul comportamento degli effluenti che si trovano nel flusso d'aria (risoluzione spaziale pari a 250 m).

Per quanto riguarda l'input emissivo, sono state collocate nei tre siti in esame tre sorgenti identiche, con le caratteristiche semplificate descritte nel par. 5.6. Ai fini della simulazione, adottando un approccio cautelativo, le sorgenti sono state calibrate in maniera tale da rappresentare un impianto funzionante a pieno carico con continuità per tutto l'anno (8760 ore), senza interruzioni o pause per la manutenzione.

5.7.2 Simulazione annuale e risultati

Le sostanze inquinanti emesse dal camino sono state considerate, ai fini dello studio, come **inerti** pertanto dai risultati ottenuti per gli ossidi di azoto è stato possibile ricavare le concentrazioni degli altri inquinanti (particolato, diossine e furani, cadmio e tallio, mercurio, zinco e metalli) attraverso fattori moltiplicativi derivanti dal rapporto tra le portate in massa dei diversi composti al camino (Tab. 5.20).

Medie annuali

Le Tav. 5.1, Tav. 5.2, Tav. 5.3 allegate al presente studio e la Fig. 5.23 illustrano, in termini di medie annuali, le ricadute attese dall'impianto di termovalorizzazione, localizzato rispettivamente nei siti 1, 2 e 3. Ogni tavola riporta, per facilità di lettura, le scale di colore per i principali inquinanti emessi con le rispettive unità di misura. Le considerazioni seguenti, che per brevità e semplicità si riferiscono agli ossidi di azoto, possono essere estese anche agli altri inquinanti.

In corrispondenza del sito di Ivrea si verificano le medie annuali più alte, che raggiungono, per gli ossidi di azoto, il valore massimo di $3,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e solo in 35 nodi del dominio presentano valori di concentrazione maggiori di $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a sud- sud est dell'impianto tra 1 e 4 km dal sito (Tav. 5.1).

La mappa delle ricadute medie si allunga lungo la direttrice dei venti dominanti (cfr. Fig. 5.2) e si apre maggiormente nella regione a sud del sito. A nord dell'impianto il modello prevede valori più bassi, con concentrazioni dell'ordine di $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sul centro di Ivrea.

Nell'area di Rivarolo (Tav. 5.2), le concentrazioni medie annuali risultano più omogeneamente distribuite attorno all'impianto. La mappa risulta più allungata nella direzione sud est dove si rilevano i valori più alti che in soli 13 nodi superano appena i $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (cfr. Fig. 5.5).

Anche nel caso di Settimo (Tav. 5.3), la mappa risulta allungata verso sud-est, ma i valori più alti si riscontrano ovest dell'impianto, nell'immediato intorno, con concentrazioni medie annuali che superano, in soli 3 nodi, di poco i $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sulla collina le ricadute medie sono contenute, con valori compresi tra 0,8 e $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

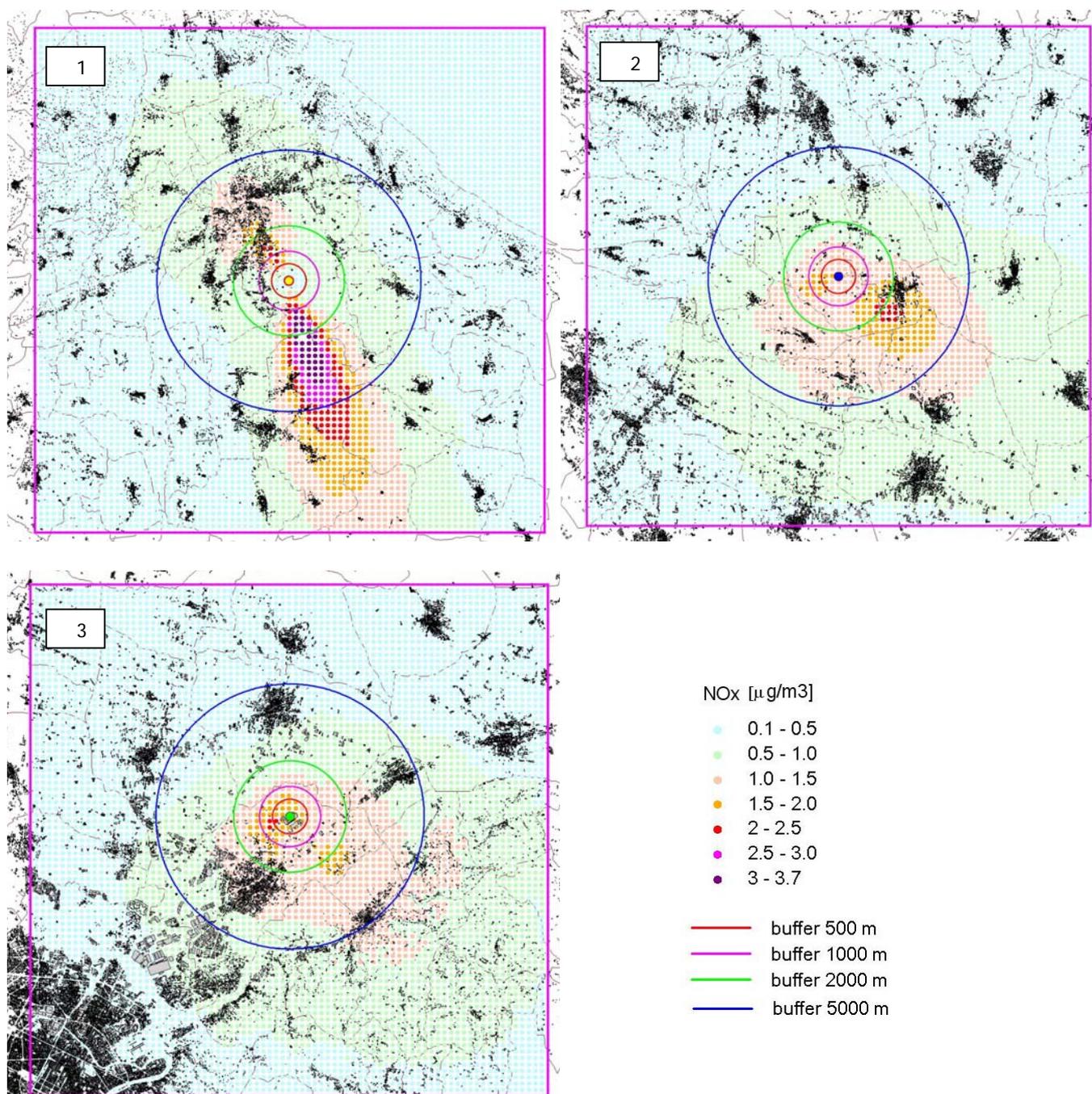


Fig. 5.23 – Concentrazioni medie di NOx per i siti di Ivrea (1), Rivarolo Canavese (2) e Settimo Torinese (3) [Windimula 2.0].

99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie

Al fine di caratterizzare statisticamente i valori di concentrazione ottenuti nella simulazione annuale si è deciso fatto riferimento al 99,8° percentile, l'indicatore a cui si riferisce il valore limite orario per la protezione della salute umana fissato dalla normativa vigente per il biossido di azoto a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D. M. 60/2002, cfr. par 5.3.2).

In ogni cella, considerati gli 8.760 valori orari di concentrazione ottenuti nel corso della simulazione annuale, il 99,8° percentile è la concentrazione che viene superata per 18 ore in una anno.

Nelle Tav. 5.4, Tav. 5.5, Tav. 5.6 allegate al presente studio e nella Fig. 5.24 sono riportate le mappe del 99,8° nei tre domini di studio per gli ossidi di azoto.

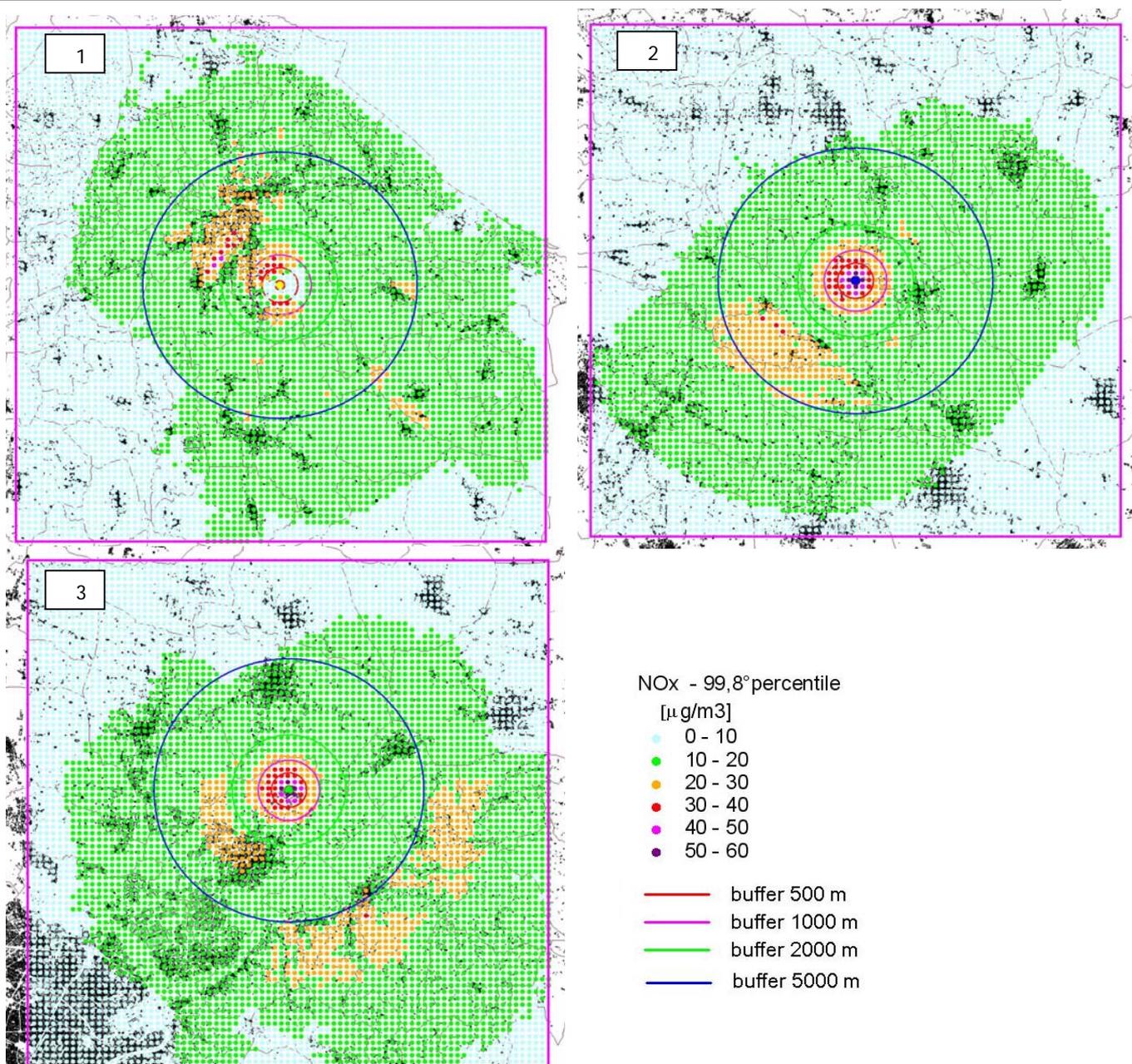


Fig. 5.24 – 99,8 percentile delle concentrazioni orarie di NOx per i siti di Ivrea (1), Rivarolo Canavese (2) e Settimo Torinese (3) [Windimula 2.0].

Per il sito di **Ivrea** (Tav. 5.4) la situazione più critica per ciò che concerne il 99,8° percentile si verifica nelle aree a orografia più complessa, a nord ovest dell'impianto, in cui si registrano valori del 99,8° percentile compresi tra 20 e 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nella zona più vicina all'impianto, appena a nord del sito, si raggiungono valori di 25 – 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Come si vedrà nel paragrafo successivo i valori del 99,8° percentile determinati con Windimula.2 sono nettamente inferiori a quelli determinati con SPRAY: un modello gaussiano come Windimula.2 presenta dei limiti, determinati dall'ipotesi di stazionarietà, nel rappresentare una situazione meteorologica complessa come quella dell'area di Ivrea, più realisticamente descritta da un modello non stazionario come SPRAY.

Nel caso di **Rivarolo** (Tav. 5.5), il valore più alto del 99,8° percentile per gli ossidi di azoto è 54,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, in prossimità della sorgente. Sulla collina si stimano valori dell'ordine dei 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per il sito di **Settimo** (Tav. 5.6), si trova come valore più alto del 99,8° percentile per gli ossidi di azoto 61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, in prossimità dell'impianto. Sulla collina si raggiungono valori compresi tra 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

5.8 Simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera con il modello SPRAY 3

Lo studio modellistico di ricaduta degli inquinanti atmosferici ha la finalità di valutare in modo comparativo le caratteristiche dispersive dei diversi siti, individuare le aree di ricaduta degli inquinanti per determinare la tipologia di territorio interessato, effettuare le prime valutazioni sull'entità degli impatti in termini di concentrazione al suolo. In questo paragrafo sono riportati i risultati della simulazione di dispersione realizzati con il modello lagrangiano Spray 3. Lo studio è stato condotto prima analizzando un episodio critico (un periodo di otto giorni nell'anno considerato, in cui si sono verificate condizioni sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti) e poi simulando la dispersione per un anno intero.

Gli inquinanti oggetto dell'analisi sono **ossidi di azoto, polveri totali, microinquinanti** (diossine, furani, IPA), trattati come inerti dal punto di vista chimico.

5.8.1 Descrizione del modello

Le simulazioni delle ricadute dell'impianto nei tre siti proposti sono realizzate utilizzando la suite modellistica Ariaindustry, distribuita da Arianet Srl.

Nel suo nucleo fondamentale Ariaindustry è costituito da un preprocessore meteorologico (MINERVE), che permette di ricostruire, alla scala spaziale della simulazione, le condizioni meteorologiche, da un modulo (SURFPRO) che ricostruisce i parametri fondamentali della turbolenza atmosferica e da un modulo (SPRAY) che, dopo aver definito le caratteristiche emissive di una o più sorgenti presenti nel dominio di calcolo, permette di valutare le ricadute al suolo, adottando uno schema di tipo lagrangiano.

Il codice SPRAY, non stazionario e tridimensionale, è piuttosto oneroso dal punto di vista numerico, perchè deve seguire contemporaneamente il moto di molte particelle (fittizie) che diventano traccianti dell'inquinante in uscita dalla sorgente. Per questa ragione, è solitamente utilizzato per analizzare uno o più episodi critici, della durata di qualche giorno.

D'altra parte, i codici lagrangiani restituiscono una descrizione molto affidabile del trasporto di inquinanti in atmosfera, in particolare in condizioni di calma di vento e di venti di debole intensità, quali quelle che spesso interessano l'area oggetto di studio. Di particolare importanza, data la complessità orografica del terreno interessato dalle ricadute, è la non stazionarietà del codice, cioè la capacità di seguire correttamente l'evoluzione temporale delle emissioni in atmosfera, tenendo in considerazione i fenomeni di brezza e di ricircolo di inquinante. Viene tenuta in considerazione anche la tridimensionalità cioè la dipendenza della dispersione dalle variazioni spaziali delle variabili meteorologiche (mentre per esempio in un codice gaussiano la direzione del trasporto degli inquinanti è una sola in tutto il dominio di calcolo).

Il codice SPRAY permette di etichettare le particelle che fuoriescono dalle diverse sorgenti presenti nel dominio di studio e di calcolare separatamente le concentrazioni al suolo. Questa potenzialità è stata sfruttata nell'analisi che segue, riuscendo così a condurre una singola simulazione annuale con tre sorgenti identiche, che riproducono il camino dell'impianto di termovalorizzazione, collocate nei siti di Ivrea, Rivarolo e Settimo.

5.8.1.1 Dominio di calcolo

Ai tre siti proposti sono state assegnate le coordinate UTM (in m):

Sito 1 (Ivrea)	x=413471	y=5032203
Sito 2 (Rivarolo C.se)	x=400783	y=5014212
Sito 3 (Settimo T.se)	x=404633	y=5001971

Il dominio di studio è costituito da un grigliato tridimensionale la cui base (Fig. 5.25) è un rettangolo di dimensioni 53 km x 70 km (coordinata del punto SW = 381.000, 4982.000), che include tre sottodomini di dimensioni 40 km x 40 km, centrati nei singoli siti, in cui è ragionevole attendersi le maggiori ricadute degli inquinanti atmosferici.

In altezza, il grigliato è costituito da 25 punti e si estende fino a 10.800 m di quota. L'area di studio è stata allineata al reticolo di passo 1 km sul quale sono stati ottenuti i dati meteorologici (al suolo e profili verticali) relativi all'anno 2005, forniti di Arpa Piemonte, necessari alla simulazione non stazionaria della dispersione atmosferica.

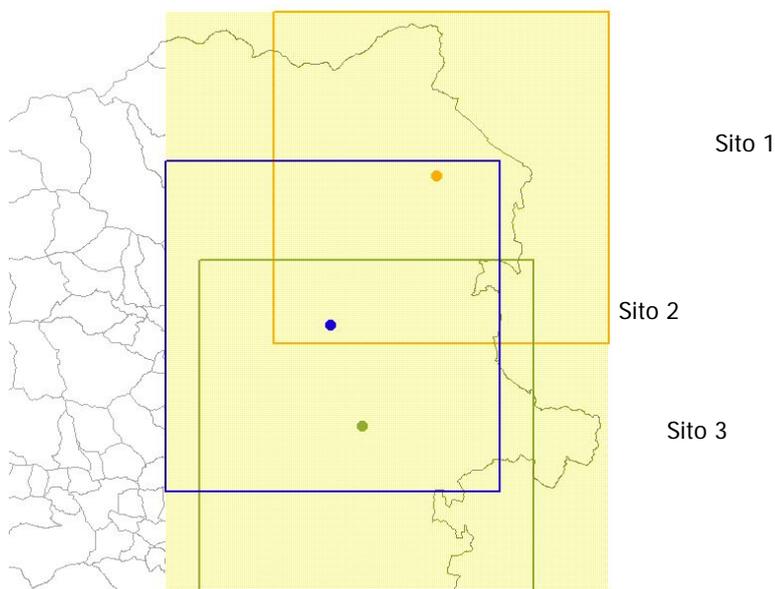


Fig. 5.25 – In giallo, il dominio di calcolo (53 km x 70 km). I tre quadrati (di lato 40 km) delimitano le aree in cui vengono valutate le ricadute delle singole sorgenti, rappresentate rispettivamente dai punti di colore arancio (sito di Ivrea), blu (sito di Rivarolo C.se) e verde (sito di Settimo T.se).

Dal punto di vista orografico, il dominio ha una conformazione complessa, caratterizzata dalla presenza, in tutta la zona settentrionale e in parte di quella occidentale, dei rilievi appartenenti alla dorsale alpina, che raggiungono ca. 3000 m di quota nell'angolo a NW.

Per la valutazione delle ricadute degli inquinanti, possono rivestire importanza notevole anche la collina torinese e la collina morenica di Ivrea, presenti rispettivamente a sud e nord-est nell'area di studio. La dimensione dei sottodomini (40 km x 40 km), utilizzati per la comparazione tra i siti e il calcolo degli indicatori, è tale da comprendere anche gli elementi topografici più rilevanti.

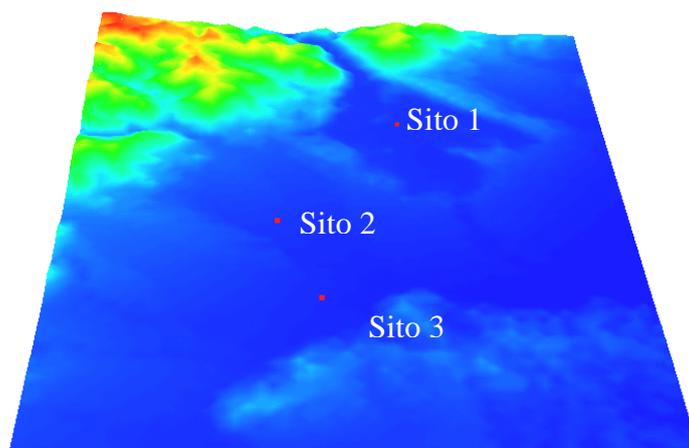


Fig. 5.26 – Conformazione orografica del dominio di calcolo. A nord del sito di Ivrea si riconosce la Valle d'Aosta, a nord ovest la Valle dell'Orco con la diramazione della Valle Soana. A ovest, è visibile l'imbocco delle Valli di Lanzo. A sud del dominio è presente la collina torinese che si estende verso l'astigiano.

Secondo il DTM utilizzato per la ricostruzione dei campi meteorologici, i tre siti si trovano approssimativamente alle quote:

Sito 1 (Ivrea)	z = 228 m
Sito 2 (Rivarolo C.se)	z = 249 m
Sito 3 (Settimo T.se)	z = 207 m

5.8.1.2 *Dati di input utilizzati*

Per fornire una descrizione realistica della dispersione degli inquinanti in atmosfera, il codice SPRAY necessita delle matrici tridimensionali di vento e temperatura, delle matrici bidimensionali con le caratteristiche del terreno (orografia, uso suolo), la radiazione solare e i parametri della turbolenza.

Lo studio che segue si basa sul database meteorologico relativo al 2005, realizzato da Arpa Piemonte.

L'orografia è stata estratta da un database a risoluzione pari a 250 m e filtrata per avere la risoluzione di 1000 m, alla quale sono ricostruiti i campi meteorologici.

Analogamente, l'uso del suolo è stato ricavato dal Corine Land Cover a 21 classi (ottenuto aggregando le 44 classi ordinarie in classi prevalenti secondo criteri finalizzati alla modellistica di dispersione in atmosfera) alla risoluzione di 250 m e filtrato per risalire alla risoluzione di 1000 m.

I campi tridimensionali di vento e temperatura sono stati ricostruiti con il preprocessore meteorologico MINERVE a partire dai dati misurati dalla rete meteoidrografica di Arpa Piemonte, dai dati ECMWF, dai profili di temperatura misurati dal radiometro di Torino di Arpa e dal radiosondaggio di Milano Linate. Il calcolo delle matrici bidimensionali contenenti i parametri della turbolenza (u^* , L , H_{mix} , w^*) sempre alla risoluzione di 1000 m, necessari per la ricostruzione in SPRAY delle variabili che descrivono il moto turbolento random delle particelle, è stato realizzato mediante il codice SurfPro, utilizzando i campi bidimensionali di uso del suolo, trasformati in variabili fisiche (albedo, rapporto di Bowen, rugosità superficiale) con variabilità stagionale. Vengono inoltre utilizzati i dati di radiazione solare globale misurati all'interno del dominio di calcolo, per ricostruire gli effetti legati alla copertura nuvolosa.

Per i dettagli tecnici sulle caratteristiche del database, che include vento, temperatura e parametri della turbolenza, con dettaglio orario e risoluzione orizzontale di 1 km, e per l'analisi di qualità dei dati ottenuti, si rimanda alla relazione dell'Arpa Piemonte (Doc. 5.1).

Per quanto riguarda l'input emissivo, sono state collocate nei tre siti in esame tre sorgenti identiche, con le caratteristiche semplificate descritte nel par. 5.6. Ai fini della simulazione, adottando un approccio cautelativo, le sorgenti sono state calibrate in maniera tale da rappresentare un impianto funzionante a pieno carico con continuità per tutto l'anno (8760 ore), senza interruzioni o pause per la manutenzione.

5.8.2 **Simulazione di un episodio critico e calibrazione dei parametri**

La simulazione di test è stata condotta utilizzando i dati di una settimana particolarmente critica, quella tra il 7 e il 14 febbraio 2005, caratterizzata da condizioni di stabilità persistente, favorevoli all'accumulo di inquinanti, con episodio di foehn nei giorni 13 e 14 febbraio.

A titolo di esempio nella Fig. 5.27 sono mostrate la direzione e intensità del vento nella settimana esaminata, in corrispondenza del sito di Ivrea: dopo cinque giorni con venti deboli intensità (inferiori a 2 m/s) nella giornata del 13 febbraio ha inizio un episodio di foehn, riconoscibile, non solo per le intensità del vento decisamente superiori, ma soprattutto per la direzione di provenienza che si mantiene stabilmente sul Nord. Solitamente, nel sito di Ivrea, i venti hanno un caratteristico regime di brezza valle-monte, con venti che spirano da NNO, la direzione della Valle d'Aosta, durante la notte e in direzione opposta (SSE) durante le ore più calde della giornata.

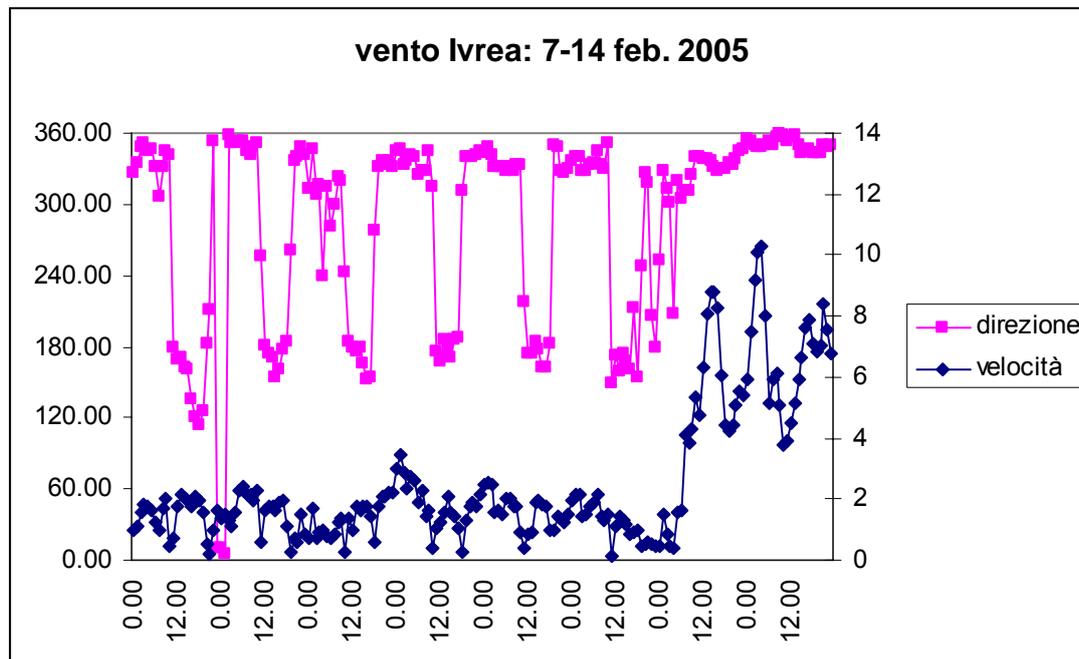


Fig. 5.27 – Episodio critico (7-14 febbraio 2005): serie oraria della direzione e velocità del vento nel sito di Ivrea.

Gli obiettivi della simulazione sono l'ottimizzazione dei parametri della simulazione, la comparazione tra tre altezze (80, 100, 120 m), l'analisi delle ricadute, in particolare la verifica della riproducibilità delle condizioni di accumulo e di quelle di vento teso.

Calibrazione dei parametri

Le emissioni dell'impianto di termovalorizzazione vengono simulate dal codice SPRAY mediante particelle virtuali, generate con frequenza Δt , alla quota di emissione dei camini e all'interno di un'area che riproduce la sezione dei camini stessi. Il numero di particelle da generare in ogni intervallo temporale Δt , deve essere calibrato in modo tale da consentire la realizzazione di una simulazione annuale in tempi ragionevoli e allo stesso tempo fornire una rappresentazione realistica delle ricadute degli inquinanti.

Considerato il numero di sorgenti, l'estensione spaziale del dominio e l'estensione temporale della simulazione che si intendeva realizzare, un buon compromesso è stato raggiunto fissando il Δt di emissione a 5 s e facendo fuoriuscire, da ogni sorgente, 2.160 particelle ogni ora. Nelle situazioni di accumulo, questo comporta che venga seguito il moto di ca. 100.000 particelle all'interno del dominio di calcolo.

Nella configurazione utilizzata per il run annuale, il codice legge con frequenza oraria le variabili meteorologiche, e, durante ogni ora, le particelle vengono campionate ogni 20 s per alimentare il campo di concentrazioni medio, che è calcolato al suolo in cellette della dimensione orizzontale di 500 m e verticale pari a 20 m e salvato ogni ora. Lo stato finale (con le posizioni delle particelle ancora presenti nel dominio di calcolo) viene utilizzato come configurazione iniziale della simulazione dell'ora successiva, assicurando così la consequenzialità dell'evoluzione temporale in tutto il periodo in esame.

Sulle sorgenti puntuali è stato attivato l'algoritmo di plume rise (Anfossi et al., 1993) per tenere conto del sovrainnalzamento termico di sorgenti calde, mentre per la risoluzione dell'equazione di Langevin è stato utilizzato lo schema di Thomson '87, con chiusura di Gram-Charlier al 3° ordine (Tinarelli et al., 2000).

Altezza dei camini

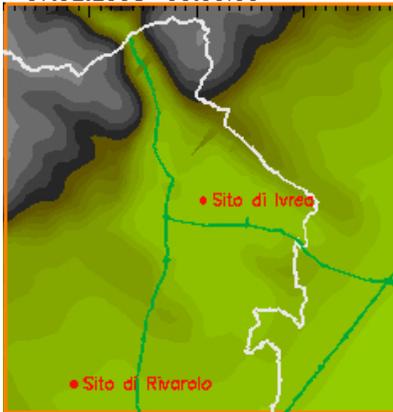
Uno dei parametri che è stato sottoposto a verifica nella fase di test è l'altezza del camino: la simulazione è stata condotta nel periodo 7-14 febbraio 2005 considerando per ogni sito, tre sorgenti emissive, in tutto equivalenti, a parte l'altezza del camino, posta a 80, 100 e 120 metri.

Lo scopo di questo test è quello di verificare, in assenza di specifiche indicazioni progettuali, che la comparazione dei siti, localizzati in aree con caratteristiche orografiche complesse e diverse tra loro, non fosse troppo dipendente dall'altezza del camino scelta.

Per questo run, quindi, sono state trattate nove sorgenti in contemporanea, mantenendo separati i relativi campi di concentrazione.

Nelle pagine seguenti sono riportati, per ogni sito, i valori di concentrazione media di ossidi di azoto (nel periodo) e i massimi di concentrazione oraria, calcolati in ogni cella considerando i valori assunti nel periodo, per le tre altezze. In alto a sinistra, per facilitare la lettura delle mappe di ricaduta, è riportata la topografia del dominio, mentre in alto a destra sono riportati i valori numerici di cella più alta, per la media e il massimo di periodo.

La Fig. 5.28, relativa al sito di Ivrea, mostra come nel periodo simulato la cella con il valore medio più alto sia situata a nord della sorgente. La mappa delle medie di periodo (incolonnate a sinistra nella figura per le tre altezze del camino) ha una forma molto allungata, in cui si riconosce la direttrice principale dei venti che sono incanalati dalla Val d'Aosta. Alle diverse altezze del camino corrispondono valori sempre più bassi del massimo dei valori medi ($5,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per 80 m, $4,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per 100 m, $3,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per 120 m), che cade sempre nella stessa cella, e si riduce l'area impattata (rappresentata nelle mappe ponendo una soglia inferiore arbitraria di $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ alla scala dei colori). Il valore massimo nel periodo, invece, cade, per tutte le altezze del camino, sui rilievi che occupano tutta la zona nord occidentale dell'area di studio. Si tratta di un evento notturno, dovuto non all'impatto del pennacchio ma a fenomeni di ricircolazione locale causati dalla complessità del terreno, che andrebbero valutati ad una scala di risoluzione più fitta rispetto alla scala di 1 km utilizzata in questa simulazione. Sul valore di questo evento, il parametro altezza del camino non ha molta influenza.



Sito 1 – Episodio critico 7-14 febbraio 2005

Altezza del camino	Valore medio di periodo più alto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore massimo di periodo più alto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ora massima
80 m	5,04	122	00 del 8/02/2005
100 m	4,3	146	00 del 8/02/2005
120 m	3,95	93,4	00 del 8/02/2005

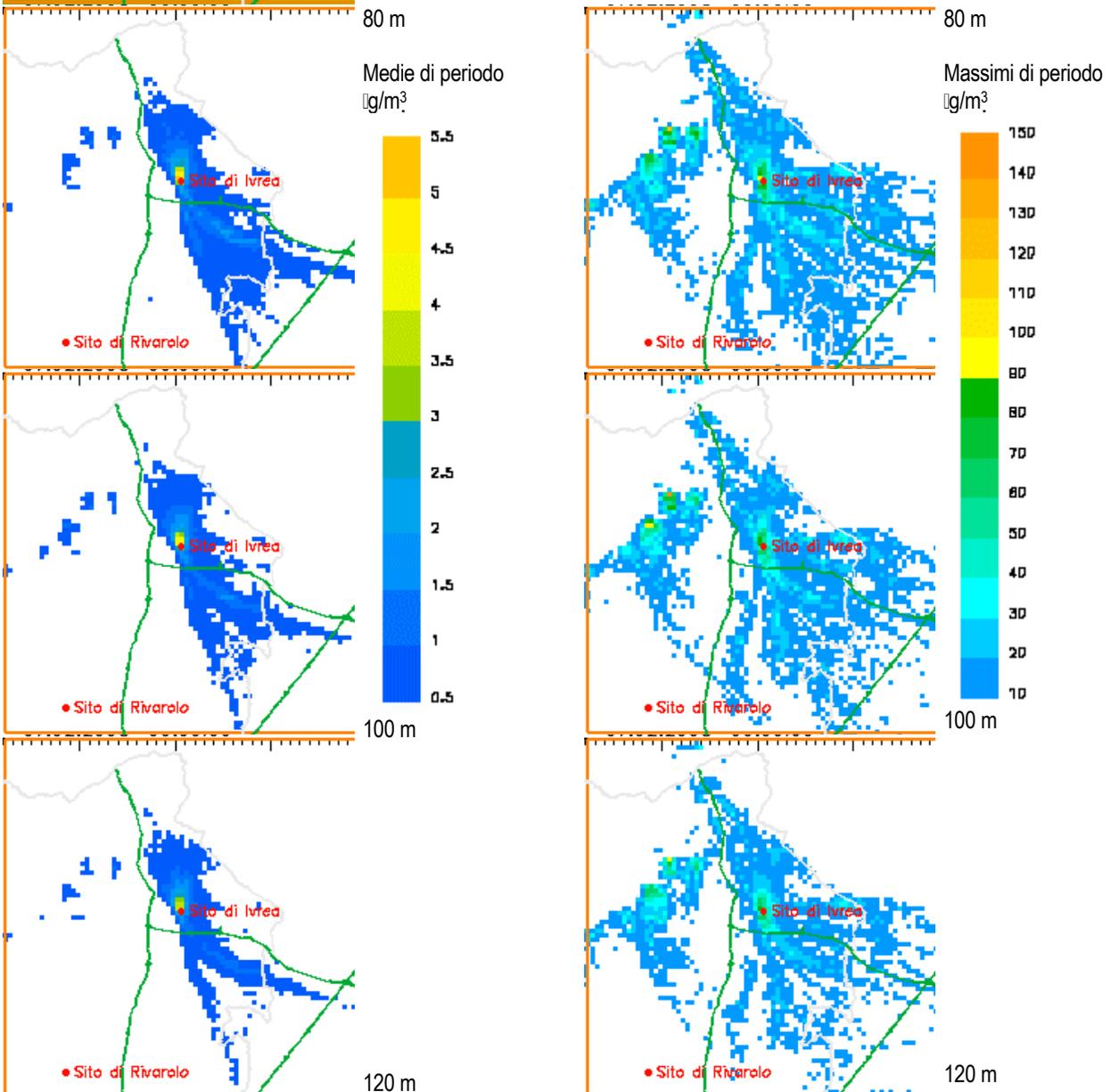


Fig. 5.28 – Episodio critico (7-14 febbraio 2005) - Sito 1: medie e massimi per diverse altezze del camino [SPRAY 3].



Sito 2 – Episodio critico 7-14 febbraio 2005

Altezza del camino	Valore medio di periodo più alto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore massimo di periodo più alto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ora massima
80 m	4,33	127	12 del 10/02/2005
100 m	4,01	118	12 del 10/02/2005
120 m	3,59	115	03 del 8/02/2005

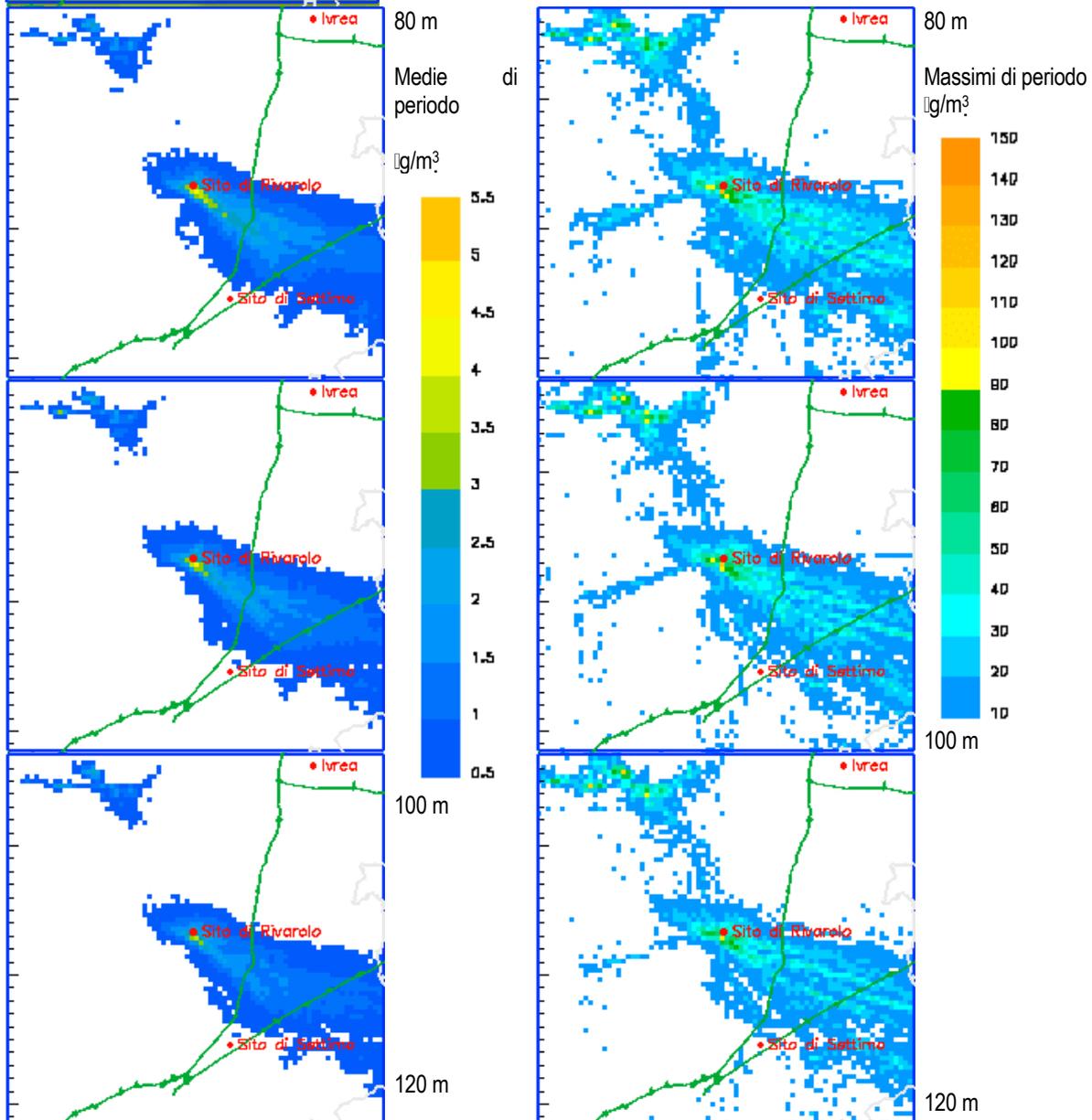
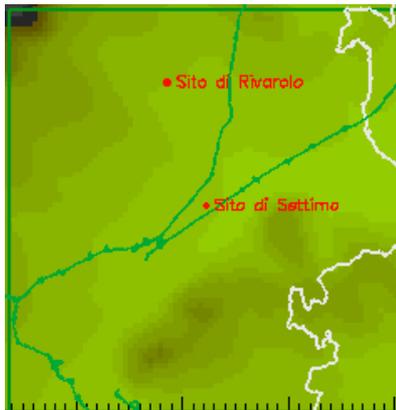


Fig. 5.29 – Episodio critico (7-14 febbraio 2005) - Sito 2: medie e massimi per diverse altezze del camino [SPRAY 3].



Sito 3 – Episodio critico 7-14 febbraio 2005

Altezza del camino	Valore medio di periodo più alto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore massimo di periodo più alto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ora massima
80 m	3,73	129	11 del 10/02/2005
100 m	3,29	124	11 del 10/02/2005
120 m	3,17	149	00 del 13/02/2005

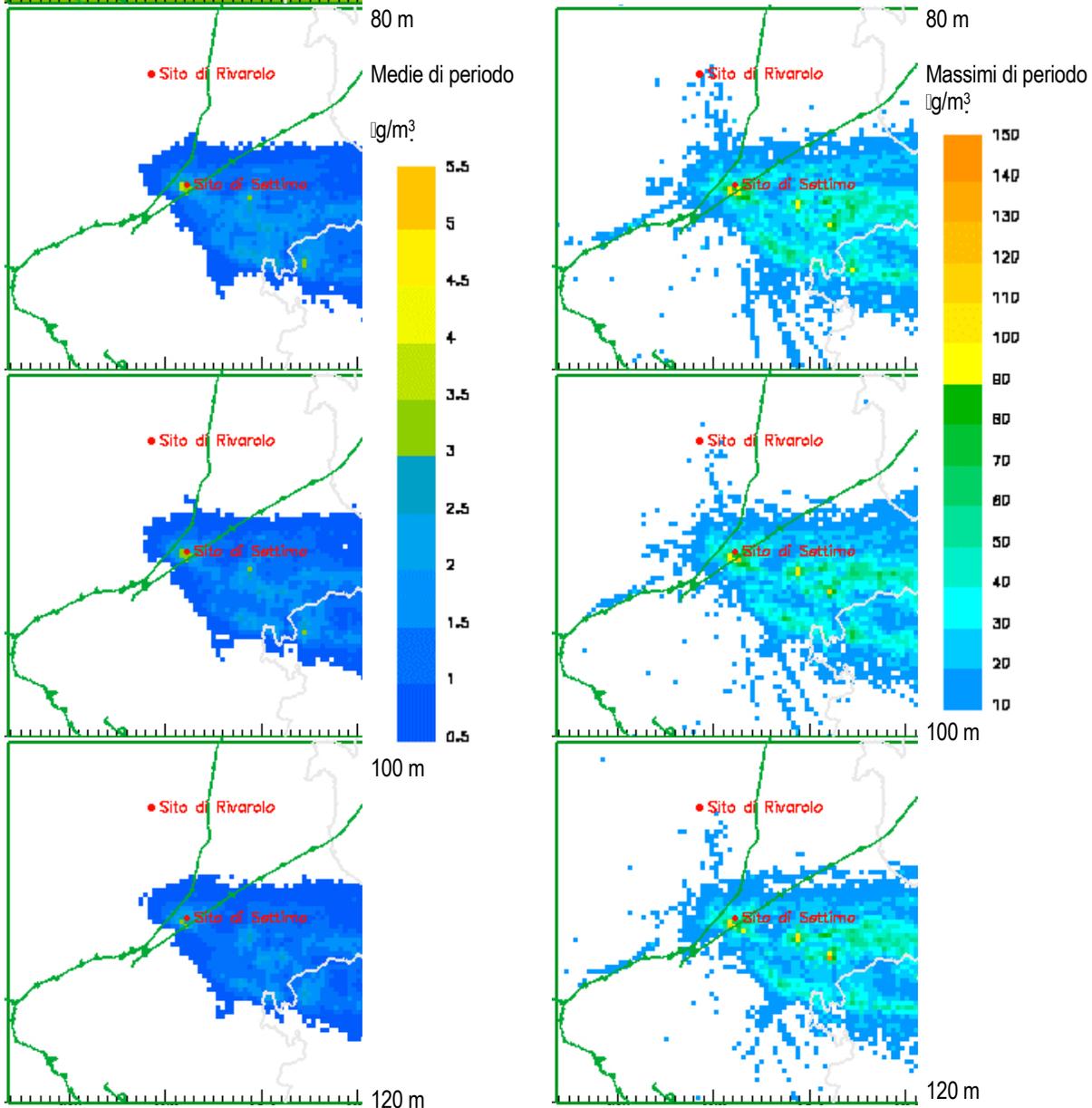


Fig. 5.30 – Episodio critico (7-14 febbraio 2005) - Sito 3: medie e massimi per diverse altezze del camino [SPRAY 3].

Per quanto riguarda i valori medi nel periodo, le considerazioni si ripetono per Rivarolo (Fig. 5.29) e Settimo (Fig. 5.30): in entrambi i casi aumentando l'altezza del camino si riduce l'area impattata e si riduce il valore massimo della media di periodo (cella con la media di periodo più alta), calcolato nell'area di studio. Nel caso di Rivarolo, la mappa delle medie di periodo ha una forma molto asimmetrica, con maggiore estensione verso sud est, a causa della barriera esercita dalla collina di Chivasso che limita i venti provenienti da questa direzione. Una seconda zona che presenta valori medi superiori alla soglia di colore ($0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è il versante settentrionale della Valle dell'Orco, che si apre a nord ovest della sorgente. Il massimo assoluto nel dominio si verifica, per il camino a 80 m, alle 12 del 10 febbraio poco a sud della sorgente. Aumentando l'altezza del camino a 100 m, si riduce l'entità di questo evento (il valore massimo passa da 127 a $118 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ma assume rilevanza un secondo evento, sui rilievi a nord della sorgente. Con l'altezza a 120 m, è questo l'evento che diventa il massimo assoluto nel periodo.

Anche nel caso del sito di Settimo, la mappa delle medie di periodo ha una forma molto asimmetrica dovuta all'influenza della collina nella circolazione locale dei venti. Alzando il camino, si osserva un decremento del valore medio più alto (che cade in una cella appena a sud dell'impianto), e un aumento della rilevanza degli eventi estremi (massimi di periodo) che si verificano sulla collina a sud est dell'impianto. Mentre per le altezze di 80 e 100 m il massimo cade nella zona a sud dell'impianto, a 120 m i valori più alti si verificano sui rilievi a sud est. In questo caso, i massimi sono provocati non da fenomeni di ricircolo ma dall'impatto diretto del pennacchio.

Considerati complessivamente, i risultati della simulazione di test indicano che un camino più alto assicura minori ricadute in prossimità dell'impianto per tutti e tre i siti. Allo stesso tempo, però, l'emissione degli inquinanti a quote maggiori può favorire il verificarsi di episodi di inquinamento acuto quando siano presenti nell'area rilievi orografici di una certa entità.

In assenza di un vincolo progettuale, la simulazione annuale è stata condotta scegliendo per il camino un'altezza intermedia (100 m) tra le tre simulate nella fase di test.

Analisi delle ricadute

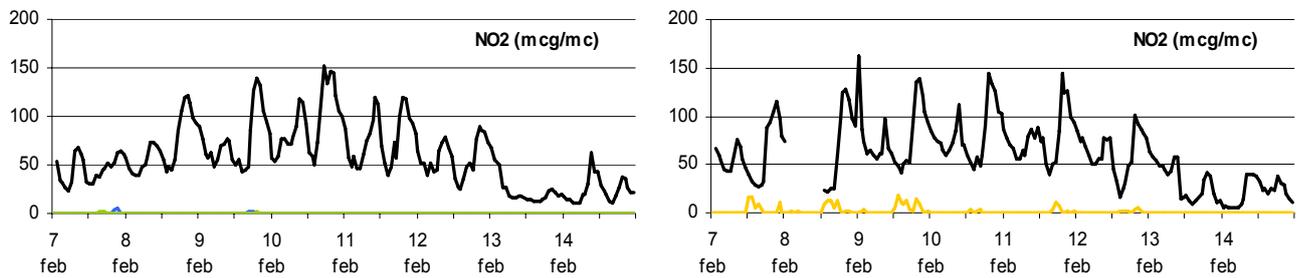
Per verificare l'impatto dell'impianto di termovalorizzazione sulla qualità dell'aria locale, sono stati estratti i dati di concentrazione oraria in corrispondenza dei punti in cui sono installate alcune centraline di monitoraggio, quelle più rappresentative delle tre aree in esame e già descritte nel paragrafo 5.5.1 (Ivrea, Ciriè, Settimo e Borgaro).

Prima di fare ogni considerazione sugli impatti cumulati, bisogna sottolineare che, mentre i valori misurati dalle centraline si riferiscono al biossido di azoto, la simulazione, che non tratta la chimica, restituisce i valori orari di ossidi di azoto totali, di cui il biossido di azoto costituisce una parte. Le stime che seguono sono quindi di tipo conservativo.

Nella figura seguente sono rappresentate le serie di concentrazioni orarie di biossido di azoto misurate tra il 7 e il 14 febbraio 2005 dalle centraline, insieme ai valori di concentrazione degli NO_x , stimati nella simulazione, con la sorgente posta nel sito di Ivrea (in arancio), di Rivarolo (in blu) e di Settimo (in verde). I valori di concentrazione di ossidi di azoto dovuti alle sorgenti simulati sono quasi sempre trascurabili e risentono, ovviamente, del posizionamento della centralina rispetto alla direzione prevalente del pennacchio.

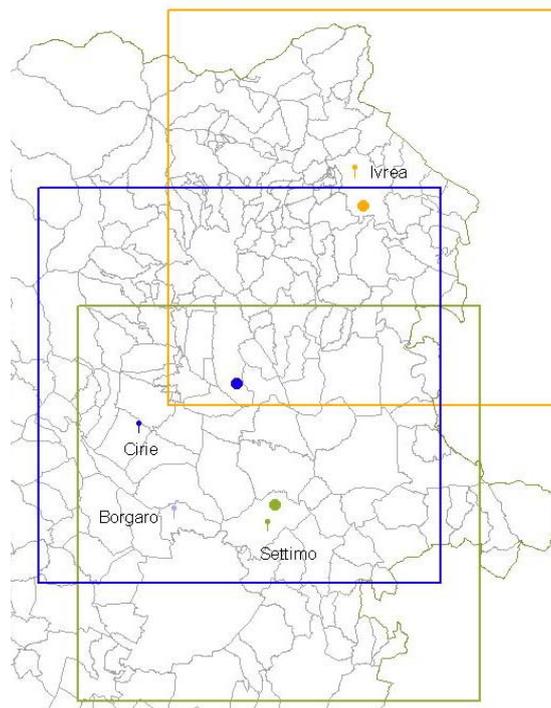
L'impatto della sorgente è apprezzabile nel caso della centralina di Ivrea (nel riquadro in alto a destra), che si trova a nord del sito in cui è localizzato il camino (Sito 1): la circolazione dei venti che risalgono la valle d'Aosta nelle ore più calde della giornata provoca il passaggio del pennacchio sulla centralina, come è evidente nei primi giorni della simulazione. Dal giorno 13 febbraio, invece, quando sopraggiunge il Fohn, la direzione prevalente del vento mantiene il pennacchio verso sud durante tutta la giornata.

In nessuna delle centraline considerate, durante l'episodio critico, si registra un superamento del valore limite orario ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$), anche considerando il contributo della sorgente simulata, che risulta ovunque molto contenuto.



Cirìe - Ciari
NO₂ - Media di periodo
58,1 µg/m³

NO_x - Contributo medio
Rivarolo (blu): 0,1 µg/m³
Settimo (verde): 0,05 µg/m³



Ivrea - Freguglia
NO₂ - Media di periodo
60,2 µg/m³

NO_x - Contributo medio
Ivrea (arancio): 1,42 µg/m³

Borgaro - Caduti
NO₂ - Media di periodo
71,6 µg/m³

NO_x - Contributo medio
Rivarolo (blu): 0,1 µg/m³
Settimo (verde): 0,11 µg/m³

Settimo - Vivaldi
NO₂ - Media di periodo
67,4 µg/m³

NO_x - Contributo medio
Rivarolo (blu): 0,19 µg/m³
Settimo (verde): 0,73 µg/m³

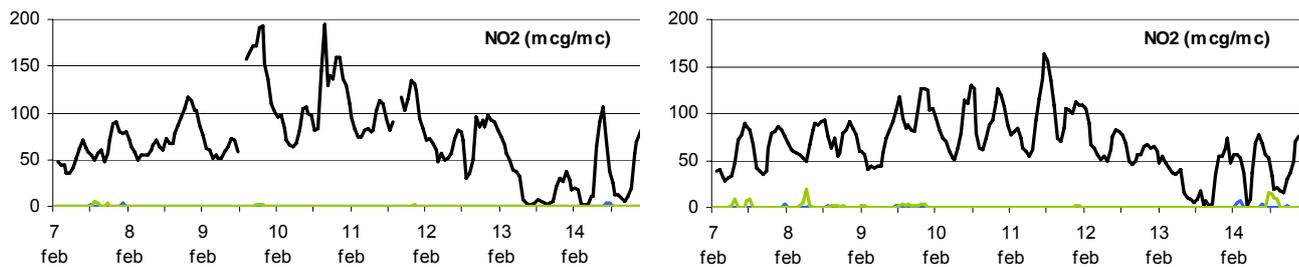


Fig. 5.31 – Episodio critico (7-14 febbraio 2005): serie oraria delle concentrazioni di NO₂ misurate dalla rete di monitoraggio (in nero) e concentrazioni di NO_x dovute all'impianto di termovalorizzazione (in arancio con la sorgente posta nel sito di Ivrea, in blu nel sito di Rivarolo, in verde nel sito di Settimo) [SPRAY 3].

5.8.3 Simulazione annuale e risultati

La simulazione annuale è stata condotta con i parametri descritti nel paragrafo precedente, dal 1 gennaio al 31 dicembre 2005, per un totale di 8.760 ore. Per rendere statisticamente significative tutte le ore considerate, il run è stato lanciato a partire dalle ore 02 del 31 dicembre 2004: le ore precedenti al 1 gennaio sono state utilizzate per portare a regime la simulazione, popolando il dominio di particelle che, fuoriuscite nelle ore precedenti, possono ancora trovarsi nell'area di studio alle 00 del 1 gennaio. In fase di analisi dei risultati, le ore precedenti al 1 gennaio sono state ovviamente eliminate dalle statistiche.

Con la configurazione utilizzata, il modello ha restituito i campi orari di concentrazioni al suolo in tre matrici separate, corrispondenti alle tre localizzazioni dell'impianto. Di questi campi di concentrazione, calcolati in tutto il dominio, sono stati presi in considerazione solo i riquadri di dimensione 40 km x 40 km (v. Fig. 5.25), rilevanti per l'analisi comparativa dei siti.

Per quanto riguarda gli inquinanti simulati, è opportuno ricordare che essendo trattate come inerti le sostanze che fuoriescono dai tre camini, dai campi di concentrazione al suolo di una di queste sostanze (per es. gli ossidi di azoto) possono essere determinate le concentrazioni di tutti gli altri, mediante il ricorso a opportuni fattori moltiplicativi (ricavabili dalla tabella sui limiti di emissione Tab. 5.20) che dipendono dalle concentrazioni nei fumi in uscita. In altre parole, non considerando la chimica, i rapporti tra le quantità di inquinanti nel punto di emissione si mantengono invariati nel punto di immissione.

Medie annuali

Le Tav. 5.7, Tav. 5.8, Tav. 5.9 illustrano, in termini di medie annuali, le ricadute attese dall'impianto di termovalorizzazione, localizzato rispettivamente nei siti 1, 2 e 3. Ogni tavola riporta, per facilità di lettura, le scale di colore per i principali inquinanti emessi con le rispettive unità di misura. Le considerazioni seguenti, che per brevità e semplicità si riferiscono agli ossidi di azoto, possono essere estese anche agli altri inquinanti.

In corrispondenza del sito 1 (Ivrea) si verificano le medie annuali più alte, che raggiungono, per gli ossidi di azoto, in tre celle del dominio appena a nord dell'impianto, valori superiori ai $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La mappa delle ricadute medie si allunga lungo la direttrice dei venti dominanti (cfr. Fig. 5.2) e si apre maggiormente nella regione a sud del sito. Il lobo superiore (a nord dell'impianto) è però caratterizzato da valori più alti, con concentrazioni dell'ordine di $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sul centro di Ivrea. Questo aspetto è determinato dal ciclo quotidiano dei venti incanalati dalla Val d'Aosta: nelle ore in cui si ha inversione nella direzione monte-valle, si verifica una condizione di ristagno che, combinata all'effetto di barriera delle montagne presenti a nord del sito, rallenta il processo di dispersione degli inquinanti su un'area più vasta. I fenomeni di ristagno e ricircolo degli inquinanti sono ben descritti grazie alla non stazionarietà del modello utilizzato, che tiene conto ad ogni ora di quello che è successo nelle ore precedenti. Valori di concentrazione relativamente alti si trovano anche in prossimità dei rilevamenti all'imbocco della Val d'Aosta, ma una descrizione più realistica della circolazione in un territorio così complesso richiederebbe una risoluzione spaziale maggiore.

Nell'area di Rivarolo (Tav. 5.8), le concentrazioni medie annuali risultano più omogeneamente distribuite attorno all'impianto, con valori massimi a sud che non raggiungono i $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La mappa risulta più allungata nella direzione sud est, a causa della barriera della collina che limita l'occorrenza di venti da questa direzione (cfr. Fig. 5.5).

Anche nel caso di Settimo (Tav. 5.9), le ricadute maggiori si hanno a sud, in particolare a sud ovest dell'impianto, con concentrazioni medie annuali che superano, nelle celle più alte, di poco i $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sulla collina le ricadute medie sono contenute, i valori di concentrazione più elevati sono compresi tra 1 e $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie

La caratterizzazione statistica dei valori di concentrazione ottenuti nella simulazione annuale richiede, oltre alla media, un indicatore della larghezza della distribuzione dei dati attorno al valor

medio. Questo indicatore, che è legato alla frequenza con cui si presentano eventi estremi, cioè concentrazioni elevate per brevi intervalli temporali, può essere fornito in varie forme, per esempio andando a contare, in ogni cella, quante delle ore simulate superano un certo valore di soglia. In questo studio, si è deciso di fare riferimento al 99,8° percentile, l'indicatore a cui si riferisce il valore limite orario per la protezione della salute umana fissato dalla normativa vigente per il biossido di azoto a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D. M. 60/2002, cfr. par 5.3.2).

In ogni cella, considerati gli 8.760 valori orari di concentrazione ottenuti nel corso della simulazione annuale, il 99,8° percentile è il diciottesimo valore più alto. Oltre ad avere un preciso riferimento nella normativa sulla qualità dell'aria, questo indicatore è preferibile al massimo assoluto, in quanto meno influenzato dalle approssimazioni e dalle semplificazioni insite nella modellazione dei fenomeni di dispersione atmosferica.

Nelle Tav. 5.10, Tav. 5.11 e Tav. 5.12 sono riportate le mappe del 99,8° nei tre domini (40 km x 40 km) di studio per gli ossidi di azoto.

Come già osservato per le medie annuali, i valori più alti del 99,8° si riscontrano nella simulazione inerente il Sito 1 (Ivrea) (Tav. 5.10). La situazione più critica per questo indicatore si verifica nelle aree a orografia più complessa, a nord dell'impianto, in cui si registrano valori del 99,8° compresi tra 100 e $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nella zona più vicina all'impianto, appena a nord del sito, i valori più alti raggiungono i $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nel caso di Rivarolo (Tav. 5.11), il valore più alto del 99,8° percentile per gli ossidi di azoto è $92 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in prossimità della sorgente. Sulla collina, invece, valori più alti non raggiungono i $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ponendo infine la sorgente nel sito 3 (Settimo) (Tav. 5.12), si trova come valore più alto del 99,8° percentile per gli ossidi di azoto $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in prossimità dell'impianto. Sul versante della collina verso Torino, in alcune celle si raggiungono valori compresi tra $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nell'ambito dell'analisi statistica sono state calcolati anche i valori del 90,4° percentile delle concentrazioni medie giornaliere, un indicatore che fa riferimento al valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana fissato per le concentrazioni di PM10 in aria ambiente ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). I valori più alti ottenuti, nell'area a nord del sito di Ivrea, sono comunque molto bassi, dell'ordine di $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il PM10. Come già sottolineato parlando delle medie annuali, le analisi relative al PM10 sono affette da una sottostima sistematica perché il contributo del termovalorizzatore viene considerato solo in termini di PM10 primario.

5.8.4 Microinquinanti e metalli

Le mappe multiscala contenute nelle Tav. 5.7, Tav. 5.8 e Tav. 5.9 contengono anche un riferimento alla stima delle concentrazioni medie annuali di microinquinanti e metalli dovute al termovalorizzatore, supponendolo funzionante a pieno carico per tutto l'anno e supponendo che le caratteristiche dei fumi in uscita siano le peggiori consentite dalla normativa vigente.

Un aspetto rilevante per la valutazione dell'impatto di un impianto di termovalorizzazione è anche la stima del possibile accumulo dei microinquinanti e dei metalli nel suolo. La procedura più corretta dal punto di vista modellistico richiederebbe il calcolo delle deposizioni secche ed umide. Le deposizioni secche descrivono i processi di trasferimento delle sostanze gassose e del materiale particolato dall'atmosfera al terreno dovute all'interazione fra aria e suolo, mentre le deposizioni umide indicano i fenomeni di rimozione favoriti dalle precipitazioni atmosferiche (pioggia, neve).

Qualitativamente, le mappe di deposizione secca riproducono l'andamento delle mappe di concentrazione al suolo, perché la deposizione secca dipende dalla quantità di sostanza presente in prossimità del terreno. Una valutazione corretta della deposizione umida richiede invece la conoscenza dettagliata e spazializzata delle caratteristiche meteoriche delle aree interessate.

Considerata la finalità comparativa del presente studio, si è ritenuto che non disponendo di informazioni meteorologiche così accurate da permettere di ottenere risultati discriminanti tra i diversi siti, i valori di accumulo nel suolo dei microinquinanti non potessero essere utilizzati come indicatori di confronto. Inoltre, non esistono dati di bianco ambientale sufficientemente distribuiti nelle tre aree per poter effettuare un confronto sullo stato attuale e sull'impatto cumulato.

	LOCALIZZAZIONE TERMOVALORIZZATORE ZONA NORD DELLA PROVINCIA DI TORINO	Luglio 2008
	Capitolo 5 – Esame della componente atmosfera	Pagina 58 di 67

Per riferimento, comunque, si rimanda alle stime sull'accumulo di microinquinanti e metalli nel suolo ottenuti da Arpa Piemonte nello studio sul termovalorizzatore del Gerbido (v. Doc. 5.6, p. 62). Nel caso di PCDD/PCDF, nello scenario peggiore, le concentrazioni totali nel suolo secco (esprese in mg per kg_{ss}) dopo 30 anni di funzionamento dell'impianto sono 2,3e-07 mg/kg_{ss}, a fronte del limite previsto dal Decreto Legislativo 152/2006 di 1,00e-05 mg/kg_{ss}, come soglia di contaminazione per i siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale.

5.8.5 Confronto tra i risultati ottenuti con il modello gaussiano Windimula 2.0 e il modello lagrangiano Spray 3

Nei paragrafi precedenti sono stati descritti nel dettaglio i risultati ottenuti simulando, per un anno intero, la dispersione degli inquinanti in atmosfera con due modelli diversi e valutando le ricadute al suolo.

In linea generale, si può affermare che, nel caso dei siti di Rivarolo C.se e Settimo T.se, le risposte dei due modelli, in termini di concentrazioni medie annuali, sono confrontabili sia come valori assoluti che come estensione delle aree impattate. La differenza nei risultati è più accentuata se si considerano gli episodi acuti: i valori del 99,8° percentile calcolati con Spray sono maggiori di quelli calcolati con Windimula. Il lagrangiano, infatti, è un modello non stazionario, che si "ricorda" ad ogni ora di come era la situazione alla fine dell'ora precedente: così sono meglio descritte le condizioni di accumulo degli inquinanti.

Nel caso del sito di Ivrea, le differenze tra i risultati sono più rilevanti, perché interessano anche i valori di concentrazione media annuale. Questo sito, rispetto agli altri, è caratterizzato da una maggiore complessità del terreno che si riflette sia nel regime anemologico (brezza) in corrispondenza della sorgente emissiva sia nella presenza di fenomeni di circolazione locale tipici dei rilievi montuosi, in alcune zone del dominio di calcolo. Oltre alla già citata non stazionarietà, in questa situazione è determinante un'altra caratteristica del lagrangiano, la tridimensionalità: Spray riceve in ingresso i valori delle variabili meteorologiche in tutti i nodi del grigliato e non solo nel punto in cui è situata la sorgente e calcola sulla base di tutti questi valori le ricadute al suolo nel dominio di studio.

Cautelativamente, si è stabilito di basare le stime sugli impatti e il calcolo degli indicatori di comparazione tra i siti, contenute nei paragrafi seguenti, sui risultati della simulazione con Spray, che forniscono i valori di concentrazione più alti.

5.9 Stima degli effetti sulla qualità dell'aria nella situazione post operam

Tra gli inquinanti che vengono emessi dall'impianto oggetto dello studio (cfr. par. 5.6), alcuni non rappresentano una criticità per la qualità dell'aria (per es. il biossido di zolfo o il monossido di carbonio), mentre per altri (in particolare i microinquinanti) non esistono informazioni di area vasta che permettano di valutare l'impatto della nuova sorgente. L'analisi della situazione post operam, in termini di impatti cumulati, deve essere quindi ristretta ai soli NO₂ e PM10, per i quali è possibile sfruttare, come dati di fondo (bianco ambientale), sia la ricostruzione modellistica della qualità dell'aria realizzata Arpa Piemonte (cfr par. 5.5.2) che i valori registrati dalla rete regionale di monitoraggio (cfr. par. 5.5.1).

Per quanto riguarda il PM10, come già sottolineato nelle pagine precedenti, l'impianto di termovalorizzazione è una sorgente primaria molto limitata di polveri: secondo la simulazione di dispersione effettuata, il massimo delle medie annuali che ci si attende, con l'impianto funzionante a carico massimo per tutto l'anno, è di ca. 0,25 µg/m³, nell'area di Ivrea, un valore non apprezzabile se confrontato ai valori misurati dalla rete di monitoraggio (47 µg/m³ nel 2005, v. Tab. 5.15).

Diverso è il discorso per gli ossidi di azoto, poiché i valori delle medie annuali sono, nelle aree di maggior ricaduta, compresi tra 2 e 5 µg/m³. Parlando di impatti cumulati, bisogna premettere che, mentre i valori misurati dalle centraline si riferiscono al biossido di azoto, la simulazione, che non tratta la chimica, restituisce i valori orari di ossidi di azoto totali, di cui il biossido di azoto costituisce una parte. Le stime che seguono sono quindi di tipo conservativo.

La tabella Tab. 5.21 riassume i valori ottenuti nei punti in cui sono collocate le stazioni della rete di monitoraggio mediante la simulazione di dispersione, considerando la sorgente emissiva nei tre siti in esame. Si è fatto riferimento alle centraline di Ivrea, Ciriè, Borgaro e Settimo, già utilizzate per la descrizione dello stato attuale della qualità dell'aria (cfr. par. 5.5.1) e illustrate nella figura Fig. 5.31.

In termini assoluti, l'impatto più rilevante è quello che si ha presso la stazione di Ivrea, dove la sorgente posta nel sito 1 contribuirebbe con $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di NO_x alla media annuale di NO_2 , che per il 2005 è stata di $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$, seguito dalla stazione di Settimo, dove, con la sorgente nel sito 3, si avrebbe una media di $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di NO_x a fronte di $67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di NO_2 misurati nel 2005.

Per quanto riguarda il contributo al superamento del valore limite orario per la protezione della salute umana ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 18 volte per anno civile), rispetto alla situazione che si è verificata nel 2005, riportata nella parte sinistra della Tab. 5.21, si registrerebbero due ulteriori superamenti, uno presso la stazione di Ivrea, causato dalla presenza dell'impianto di termovalorizzazione nel sito 1 (il 16/03/2005, il valore misurato era $198 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e uno presso la stazione di Settimo, qualora l'impianto fosse collocato nel sito 3 (il 27/09/2005, il valore misurato era $186 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tab. 5.21 – Impatti cumulati presso le stazioni di Ivrea, Ciriè, Borgaro e Settimo, della rete regionale di monitoraggio. A sinistra, i valori di biossido di azoto, misurati nel 2005. A destra, l'impatto, calcolato nel punto in cui è collocata la stazione di monitoraggio, dovuto al termovalorizzatore, posto nei tre siti in esame. I valori cumulati sono riportati tra parentesi perché la stima riguarda gli ossidi azoto simulati come inerti dal punto di vista chimico.

Stazione	NO ₂ – valori misurati nel 2005		NO _x – contributo con termovalorizzatore nel					
	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	N° sup. 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Sito 1 (Ivrea)		Sito 2 (Rivarolo)		Sito 3 (Settimo)	
			Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	N° sup. 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	N° sup. 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	N° sup. 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Ivrea	46	9	1,70 (48)	(10)	--	--	--	--
Ciriè	31	0	--	--	0,31 (32)	(0)	0,06 (31)	(0)
Borgaro	38	0	--	--	0,34 (38)	(0)	0,19 (38)	(0)
Settimo	67	35	--	--	0,46 (67)	(35)	1,39 (68)	(36)

I valori misurati dalle centraline della rete di monitoraggio sono però spesso influenzati da fenomeni di prossimità e non sempre sono rappresentativi della qualità dell'aria in un'area più vasta. Per ottenere un quadro dell'impatto dell'impianto di termovalorizzazione sul territorio, è utile confrontare i valori ottenuti con la simulazione di dispersione con i valori ottenuti dal sistema modellistico di stima dei campi di concentrazione.

Nelle tre tavole (Tav. 5.13, Tav. 5.14, Tav. 5.15) allegate sono raccolte tutte le informazioni disponibili per valutare l'impatto della sorgente in esame: si tratta delle mappe delle ricadute dell'impianto (concentrazioni medie annuali di ossidi di azoto al suolo), rappresentate sopra una griglia di passo 4 km, nelle maglie della quale sono indicati numericamente i valori di concentrazione media annuale di biossido di azoto ottenuti sistema modellistico di stima dei campi di concentrazione, che come detto rappresentano i valori di fondo. Per riferimento e confronto sono stati inoltre riportati i corrispondenti valori misurati dalla rete di monitoraggio.

La mappa relativa all'area di 40 km x 40 km intorno al sito 1 (Tav. 5.13) mostra che le ricadute maggiori (concentrazioni medie annue superiori a $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) interessano una zona molto ristretta a nord ovest dell'impianto, in prossimità dell'abitato di Ivrea. Valori relativamente alti si registrano in corrispondenza delle alture che si trovano all'imbocco della Valle d'Aosta. Per entrambe le zone di massima ricaduta, i valori di fondo sono contenuti e il contributo dell'impianto non è tale da causare il superamento del valore limite annuale ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Nell'area di Rivarolo (Tav. 5.14), il massimo delle ricadute medie annue si ha nella maglia del grigliato di passo 4 km in cui è situato il sito 2, caratterizzato da un valore di fondo, per il biossido di azoto, di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le ricadute che appaiono più rilevanti, ai fini del rispetto dei valori limite della qualità dell'aria, sono quelle che riguardano la zona a sud est del sito, l'area nord della cintura torinese, che comprende anche il comune di Settimo Torinese.

Collocato nel sito 3, l'impianto di termovalorizzazione avrebbe, secondo la simulazione effettuata, la massima ricaduta (con valori di concentrazione media annua poco maggiori a $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nella maglia stessa, già caratterizzata dal superamento del valore limite annuo per il biossido di azoto (Tav. 5.15). Sporadici valori compresi tra 1 e $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ si raggiungono sui rilievi della collina torinese, in zone a bassa criticità dal punto di vista della qualità dell'aria. Le ricadute sull'area metropolitana torinese sono molto contenute.

L'osservazione delle mappe contenute nelle tavole (Tav. 5.13, Tav. 5.14, Tav. 5.15) suggerisce che le maggiori criticità per la componente atmosfera riguardano i siti 2 e 3, perché collocati a ridosso o in aree fortemente antropizzate. In tutti i casi, i valori di ricaduta stimati non sono tali da introdurre una modifica sostanziale alla situazione attuale.

5.10 Bilanci emissivi e considerazioni energetiche

L'impianto di termovalorizzazione oggetto dello studio comporta l'immissione in atmosfera di sostanze inquinanti, tale impatto è in parte limitato dalla produzione di energia elettrica e di calore prodotto in cogenerazione. L'utilizzo di tale energia consente infatti di sostituire delle sorgenti generando globalmente dei benefici ambientali in termini di emissioni evitate.

5.10.1 Emissioni di ossidi di azoto

Nel presente paragrafo si riporta un bilancio relativo all'emissione degli ossidi di azoto, inquinante particolarmente critico sul nostro territorio, e tipico degli impianti di produzione energia.

Nella formulazione del bilancio si è deciso di utilizzare valori di esercizio reali e valori di emissione in linea con le migliori tecnologie disponibili e non i valori utilizzati nella simulazione dispersiva, al fine di definire uno scenario quanto più possibile aderente con la realtà.

Tab. 5.22 – termovalorizzatore valori di esercizio reali

Ore di funzionamento	7.680 h/anno
Portata nelle normali condizioni di carico	262.000 Nm^3/h
Concentrazione alle emissioni NO_x	$70 \text{ mg}/\text{m}^3$ (valore medio BAT)
Flusso di massa annuale NO_x	141 t/y
Potenza elettrica erogabile nelle normali condizioni di carico	30 MW
Potenza termica erogabile nelle normali condizioni di carico	20 MW
Energia termica prodotta ogni anno	153.600 MWh
Energia elettrica prodotta ogni anno	230.400 MWh

L'utilizzo del calore prodotto in cogenerazione per offrire un servizio di teleriscaldamento consentirebbe di distribuire 60.000 MWh di energia ($20\text{MW} \times 3000\text{h}$). Considerando un fattore di fabbisogno energetico di $40 \text{ kWh}/\text{m}^3\text{anno}$ e coprendo l'80% del fabbisogno termico con il calore prodotto in cogenerazione potrebbero essere allacciati $1,8 \text{ Mm}^3$ di edifici.

60.000 MWh moltiplicati per il fattore emissivo medio degli impianti termici civili (fattore CORINAIR rif. Doc. 5.2) pari a $0,163 \text{ kg}$ di NO_x/MWh comporterebbero un risparmio in emissione di NO_x pari a $9,8 \text{ t}/\text{anno}$.

Se il calore prodotto in cogenerazione fosse invece utilizzato in utenze industriali si potrebbe assumere una cessione del calore continua per 7.680 h all'anno pari a 153.600 MWh. Sostituendo l'energia generata con caldaie tradizionali e assegnando a queste un fattore emissivo di $0,104 \text{ kg}$ di NO_x/MWh (valore relativo a una caldaia con una concentrazione di NO_x negli effluenti pari a $100 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ al $3\% \text{O}_2$) si può stimare un risparmio in emissione di NO_x pari a $16 \text{ t}/\text{anno}$.

Relativamente alla produzione di energia elettrica il termovalorizzatore è in grado di produrre 230.400 MWh all'anno. Tale quantità di energia prodotta in centrali termoelettriche convenzionali, per le quali si può stimare un fattore emissivo di $0,60 \text{ kg}$ di NO_x/MWh (Emissioni specifiche di NO_x della produzione termoelettrica Enel relativa all'anno 2005 - Rif. Doc. 5.3) comporterebbe l'emissione di $138 \text{ t}/\text{anno}$ di ossidi di azoto.

Tab. 5.23 – NO_x emessi - bilancio emissivo ipotesi di utilizzo del calore in reti di teleriscaldamento

Termovalorizzatore	141 (t/anno NO _x)
Emissioni evitate per utilizzo del calore in impianti di teleriscaldamento	9,8 (t/anno NO _x)
Emissioni evitate per mancata produzione di energia elettrica con parco termoelettrico italiano	138 (t/anno NO _x)
Differenza	-6,8 (t/anno NO _x)

Tab. 5.24 – NO_x emessi - bilancio emissivo ipotesi di utilizzo del calore presso utenze industriali

Termovalorizzatore	141 (t/anno NO _x)
Emissioni evitate per utilizzo del calore presso utenze industriali	16 (t/anno NO _x)
Emissioni evitate per mancata produzione di energia elettrica con parco termoelettrico italiano	138 (t/anno NO _x)
Differenza	-13 (t/anno NO _x)

Dalle tabelle si evince che in termini di ossidi di azoto i bilanci emissivi sono in sostanziale equilibrio. Occorre però considerare che il risparmio di emissioni dovute alla produzione di energia elettrica sostituita non sempre comporta benefici in ambito locale. La possibilità di utilizzare il calore cogenerato, in virtù dell'impossibilità di trasportarlo a lunga distanza, comporta invece sempre dei benefici nelle zone prossime all'impianto. Tale aspetto è da tenere in forte considerazione in quanto, oltre a promuovere un utilizzo razionale dell'energia, è in grado di mitigare localmente l'impatto del nuovo impianto.

5.10.2 Emissioni di CO₂

Ai fini di una valutazione comparativa il più possibile completa degli aspetti ambientali, è utile aggiungere alcune considerazioni sul bilancio, nei diversi scenari prospettati, in termini di emissioni di anidride carbonica.

I conti che seguono sono basati sullo studio di impatto per l'impianto del Gerbido (p. 4 del Doc. n. 2005.0.O.00.000.PES.004, composizione elementare del rifiuto): la quantità di CO₂ emessa per tonnellata di rifiuto incenerito è stimata in una tonnellata.

Assumendo che la frazione rinnovabile del rifiuto che verrà conferito all'impianto costituisca il 60%, si arriva alle due seguenti stime per lo scenario in cui il calore sia ceduto a reti di teleriscaldamento e per lo scenario di uso del calore da parte di utenze industriali:

Tab. 5.25 – CO₂ emessa - bilancio emissivo ipotesi di utilizzo del calore in reti di teleriscaldamento

Termovalorizzatore	291.500 (t/anno CO ₂)
Termovalorizzatore – porzione non rinnovabile (40%)	116.600 (t/anno CO ₂)
Emissioni evitate per utilizzo del calore in impianti di teleriscaldamento	15.100 (t/anno CO ₂)
Emissioni evitate per mancata produzione di energia elettrica (dato ENEL – media termoelettrica e rinnovabile)	115.400 (t/anno CO ₂)
Differenza	-13.900 (t/anno CO ₂)

Tab. 5.26 – CO₂ emessa - bilancio emissivo ipotesi di utilizzo del calore presso utenze industriali

Termovalorizzatore	291.500 (t/anno CO ₂)
Termovalorizzatore – porzione non rinnovabile (40%)	116.600 (t/anno CO ₂)
Emissioni evitate per utilizzo del calore presso utenze industriali	36.500 (t/anno CO ₂)
Emissioni evitate per mancata produzione di energia elettrica (dato ENEL – media termoelettrica e rinnovabile)	115.400 (t/anno CO ₂)
Differenza	-35.300 (t/anno CO ₂)

Le emissioni di CO₂ sono calcolate ipotizzando che il calore prodotto vada a sostituire un parco caldaie domestiche e una caldaia industriale con le stesse caratteristiche di rendimento e mix di alimentazione della Tab. 5.23 e Tab. 5.24 per il bilancio delle emissioni di ossidi di azoto.

Come già per gli ossidi di azoto, anche in questi due casi il bilancio emissivo per la CO₂ è lievemente positivo per l'impianto di termovalorizzazione, qualora si trovi una collocazione per il calore prodotto in cogenerazione.

5.10.3 Possibilità di utilizzo dell'energia

Gli aspetti energetici collegati all'installazione di un nuovo impianto di termovalorizzazione sono stati valutati, ai fini della comparazione tra i tre esiti esaminati, non attraverso il calcolo di un vero e proprio indicatore numerico, ma sviluppando delle considerazioni di carattere generale sulle possibilità di sfruttamento delle potenzialità energetiche dell'impianto.

Considerato che il termovalorizzatore dovrebbe essere in grado di rendere disponibili almeno 20 MW di potenza termica prodotta in cogenerazione, è opportuno che sia localizzato in prossimità di utenze industriali, insediamenti terziari o centri abitati in cui il calore possa essere impiegato in massima misura in processi produttivi o su reti di teleriscaldamento.

L'attività continuativa del termovalorizzatore, nel corso dell'anno, suggerisce, come soluzione particolarmente vantaggiosa dal punto di vista energetico – ambientale, che il calore prodotto venga impiegato da utenze industriali, con fabbisogno termico costante durante l'anno, situate in prossimità dell'impianto.

Per quanto riguarda il teleriscaldamento civile, si può ipotizzare che la potenza di picco e l'energia annua necessarie siano rispettivamente pari a circa 25 W e 40 KWh per m³ teleriscaldato. Al fine di un ampio impiego del calore prodotto in cogenerazione (almeno l'80% del fabbisogno annuo), è opportuno che la potenza termica fornita da impianti cogenerativi copra non oltre il 50% della potenza di picco necessaria e sia integrata da caldaie nei momenti di massima richiesta, corrispondenti a un limitato numero di ore per anno, ulteriormente riducibili con l'impiego di sistemi di accumulo. Si può pertanto ipotizzare che l'energia prodotta dal termovalorizzatore sarà in grado di coprire il fabbisogno di base di almeno 1,8 Mm³ di insediamenti residenziali e terziari.

La Provincia di Torino ha condotto tra il 2005 e il 2006 uno studio su impianti e reti di teleriscaldamento sul proprio territorio (Rif. Doc. 5.7) finalizzato a:

- definire un quadro conoscitivo dei sistemi di teleriscaldamento esistenti o in progetto;
- fornire dati e metodi per la valutazione del potenziale di ulteriore espansione;
- individuare possibili scenari di sviluppo su cui svolgere analisi preliminari degli aspetti tecnici, ambientali ed economici.

Sull'ultimo punto è in corso un ulteriore sviluppo che dovrebbe concludersi nei primi mesi del 2008 con l'elaborazione di un "piano regolatore" del teleriscaldamento nell'area metropolitana torinese. Obiettivo di tale piano è la razionalizzazione dei sistemi di teleriscaldamento in Torino e comuni limitrofi, con l'impiego più efficace possibile della capacità termica degli impianti di cogenerazione presenti e la realizzazione di una rete interconnessa ed efficiente su ambito intercomunale, in modo da limitare il più possibile i punti di emissione dislocati nell'area metropolitana.

Dallo studio citato e dalle autorizzazioni recentemente rilasciate dalla Provincia di Torino per nuovi impianti di cogenerazione e teleriscaldamento, relativamente ai siti ipotizzati per l'ubicazione del nuovo termovalorizzatore, si evince quanto sotto esposto.

Ivrea

Sono stati recentemente autorizzati due impianti di teleriscaldamento composti da motori di cogenerazione a metano, caldaie di integrazione e riserva e sistemi di accumulo, che serviranno reti di teleriscaldamento da realizzarsi nei comuni di Ivrea e Banchette. Si prevede l'allacciamento di 1,2-1,3 Mm³ complessivi, che costituiscono buona parte del potenziale teleriscaldabile della zona. Non si è a conoscenza di possibili utenze industriali.

Rivarolo Canavese

E' attualmente in fase di realizzazione una rete di teleriscaldamento alimentata da centrale di cogenerazione a biomasse legnose e caldaie di integrazione e riserva che dovrebbe servire una volumetria complessiva prevista fino a 1 Mm³, con sostanziale esaurimento delle utenze allacciabili.

Settimo Torinese

Si tratta di un'area caratterizzata dalla presenza di numerosi impianti termoelettrici di potenza anche molto elevata e reti di teleriscaldamento in corso di espansione. In particolare, la potenza termica di 170 MW erogabile in cogenerazione dalla centrale ACEA Electrabel di Leinì, dalla fine del 2007 sarà in parte utilizzata, in sostituzione degli impianti esistenti, sulla rete di teleriscaldamento di Settimo, che attualmente serve 1,2 Mm³ e, secondo i progetti della società SEI, dovrebbe arrivare a circa 4 Mm³. Tuttavia, sulla base di quanto sopra esposto, anche la massima volumetria prevista per la rete di Settimo, è insufficiente a garantire un impiego adeguato del calore erogabile dalla centrale di Leinì, pertanto è in corso di valutazione la possibilità di realizzare un nuovo termodotto verso l'area nord-est di Torino (zona Falchera e Barriera di Milano), in cui si possono stimare oltre 10 Mm³ di volumetria potenzialmente teleriscaldabile. Considerata anche la presenza nella zona di numerosi insediamenti industriali e centri commerciali, si ritiene che sussista la possibilità di un congruo impiego del calore producibile dal termovalorizzatore, in relazione ai futuri sviluppi delle strutture presenti nell'area e delle future condizioni di mercato.

Giudizio sintetico sulla possibilità di utilizzo dell'energia

Per ciò che concerne le possibilità di utilizzo dell'energia prodotta dall'impianto, il giudizio sintetico sugli aspetti energetici è negativo per i siti di Ivrea e Rivarolo mentre nel caso di Settimo si può esprimere un giudizio più favorevole nonostante l'attuale incertezza che caratterizza i progetti di utilizzo del calore nell'area nord-est di Torino.

5.11 Analisi comparativa dei siti esaminati

L'analisi comparativa dei siti esaminati è stata condotta attraverso la definizione ed il calcolo di indici numerici che sintetizzano i risultati dello studio esposto nei paragrafi precedenti. Si tratta essenzialmente di parametri introdotti per individuare, dal punto di vista della qualità dell'aria, le criticità territoriali e gli impatti che l'insediamento in questione potrebbe provocare. Gli indicatori sono riconducibili a tre classi:

- *Stato* (stato ambientale del sito)
- *Performance* (capacità dispersive del sito)
- *Impatto* (valutazione degli impatti cumulati)

Per definire questi indicatori sono state analizzate tutte le informazioni disponibili, in grado di rappresentare lo stato della qualità dell'aria in maniera distribuita sul territorio, in particolare la "valutazione preliminare della qualità dell'aria", realizzata da Arpa Piemonte per conto della Regione Piemonte e i risultati dell'applicazione dei modelli matematici di dispersione. Quando possibile, si è cercato di fare riferimento alle soglie e ai valori limite previsti dalla normativa italiana ed europea (da cui quella italiana discende).

In conclusione si riporta un giudizio sintetico e complessivo sulla componente ambientale "atmosfera".

5.11.1 Stato ambientale del sito

Gli inquinanti più critici per la qualità dell'aria nella provincia di Torino sono il biossido di azoto, il PM10 e l'ozono, ma per quest'ultimo, di carattere secondario, non è possibile valutare le ricadute dovute all'impianto di termovalorizzazione con il modello utilizzato, che non descrive le reazioni chimiche che avvengono nell'atmosfera e che provocano la formazione di inquinanti secondari. Si è stabilito, quindi, di basare il giudizio dello stato ambientale del sito su due soli indicatori, uno relativo al biossido di azoto e uno relativo al PM10.

Gli indicatori sono stati calcolati a partire dai valori ottenuti, per l'anno 2005 dal sistema modellistico di stima dei campi di concentrazione di ARPA Piemonte, che fornisce un'informazione sulla concentrazione degli inquinanti relativa a porzioni di territorio di dimensioni di 4 km x 4 km.

Per ognuno dei tre domini di 40 km x 40 km centrati sui singoli siti in esame e utilizzati nella simulazione di dispersione, sono state prese in considerazione le 121 celle interessate. Su di esse e per i due inquinanti considerati si è calcolato il numero di celle che superano rispettivamente il valore limite annuale, la soglia di valutazione superiore e la soglia di valutazione inferiore (D.M: 60/2002).

- NO₂: numero di celle che superano rispettivamente il valore limite annuale (40 µg/m³), la soglia di valutazione superiore (32 µg/m³) e la soglia di valutazione inferiore (26 µg/m³):

	VL	SVS	SVI
Ivrea	0	0	6
Rivarolo	13	8	13
Settimo	29	11	16

- PM10: numero di celle che superano rispettivamente il valore limite annuale (40 µg/m³), la soglia di valutazione superiore (14 µg/m³) e la soglia di valutazione inferiore (10 µg/m³):

	VL	SVS	SVI
Ivrea	0	91	26
Rivarolo	4	100	14
Settimo	12	108	1

Per quanto riguarda lo stato ambientale, la graduatoria tra i tre siti è la seguente:

Ivrea	1
Rivarolo	2
Settimo	3

5.11.2 Capacità dispersive del sito

Il giudizio sulle capacità dispersive del sito è basato su due indicatori: il primo permette di valutare l'impatto sul territorio della sorgente simulata in termini di valori medi annuali, il secondo permette di valutare l'occorrenza di episodi di inquinamento acuto, di forte intensità e breve durata temporale.

La scelta di questi indicatori è mutuata dalla normativa vigente sulla qualità dell'aria, che affianca ad un valore limite riferito alla media annuale anche un valore limite riferito ai valori di concentrazione più alti che si possono verificare in un anno (espresso, per il biossido di azoto, dal valore del 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie).

Gli indicatori sono stati calcolati solo per gli ossidi di azoto, perchè, non essendo trattata la chimica nel modello utilizzato, gli analoghi indicatori per gli altri inquinanti fornirebbero le stesse informazioni.

Definiti tre domini di 40 km x 40 km, centrati sulle tre sorgenti, con risoluzione orizzontale di 500 m (dimensione di cella di 500 m x 500 m) sono stati calcolati i due seguenti indicatori di comparazione tra i siti:

- media delle concentrazioni medie annuali di NO_x, calcolata sulle 50 celle con la concentrazione media più alta (in µg/m³):

Ivrea	2,84
Rivarolo	1,83
Settimo	1,58

- media del 99,8° percentile delle concentrazioni orarie di NO_x, calcolata sulle 50 celle con il 99,8° percentile più alto (in µg/m³):

Ivrea	98,2
Rivarolo	56,9
Settimo	55,1

La scelta di mediare le 50 celle con i valori più alti è stata definita per meglio rappresentare la distribuzione spaziale delle ricadute, limitando in questo modo il rischio di basare la comparazione su informazioni che potrebbero essere influenzate dalle approssimazioni del modello matematico utilizzato per descrivere la dispersione degli inquinanti e la conformazione del territorio. È bene in ogni caso sottolineare che sono state condotte verifiche mediando diversi numeri di celle (10, 50, 100) e che la graduatoria ottenuta, per tutti i casi analizzati, è conforme a quella sotto riportata.

Per quanto riguarda le capacità dispersive, la graduatoria tra i tre siti è quindi la seguente:

Ivrea	3
Rivarolo	2
Settimo	1

I risultati delle simulazioni di dispersione degli inquinanti mostrano, infatti, che il sito di Ivrea, a causa della complessità del territorio interessato, risente di una circolazione dei venti molto polarizzata, influenzata dalla presenza della valle d'Aosta, che favorisce il verificarsi di sporadici episodi di ricaduta con elevate concentrazioni al suolo.

5.11.3 Valutazione degli impatti cumulati

Nei tre domini di 40 km x 40 km con risoluzione orizzontale di 500 m (dimensione di cella di 500 m x 500 m per un totale di 6400 celle per ogni dominio), la ricaduta dell'impianto è stata valutata sommando le concentrazioni ottenute dal modello di simulazione al background, rappresentato dai valori ottenuti dal sistema modellistico di stima dei campi di concentrazione per il 2005 dell'Arpa Piemonte.

E' opportuno evidenziare che:

- la somma delle concentrazioni costituisce un'approssimazione, perchè vengono così trascurati tutti i fenomeni chimici di natura secondaria che avvengono nell'atmosfera;
- in ottica conservativa, gli ossidi di azoto che fuoriescono dall'impianto sono trattati come NO₂.

Per il biossido di azoto l'indicatore è calcolato sulla base del numero di celle in cui, a causa delle ricadute dell'impianto, si ha un *cambiamento* della classe di assegnazione per la qualità dell'aria (concentrazioni superiori al valore limite, alla soglia di valutazione superiore o alla soglia di valutazione inferiore).

Per quanto riguarda il PM10, invece, l'impatto della sorgente potrebbe essere valutato solo in termini di componente primaria, cosa che comporterebbe una notevole sottostima (con contributi medi dell'ordine di un centesimo del valore limite per il PM10, che non porterebbero a variazioni apprezzabili dei valori di fondo). Si è quindi stabilito di non considerare come indicatore l'impatto cumulato del PM10.

- NO₂: numero di celle che cambiano classe di assegnazione (valore limite VL = 40 µg/m³, soglia di valutazione superiore SVS = 32 µg/m³ e soglia di valutazione inferiore SVI = 26 µg/m³):

	VL	SVS	SVI
Ivrea	0 (0)	0 (0)	19 (288)
Rivarolo	0 (696)	61 (512)	45 (736)
Settimo	15 (1623)	44 (705)	0 (944)

Per facilitare la lettura delle informazioni contenute nella tabella, tra parentesi è stato indicato, a fianco del numero di celle che presentano un cambiamento di classe, quante, tra le 6400 celle che costituiscono ciascun dominio, presentano già un superamento dei valori di soglia come concentrazione di fondo (lo stato ambientale).

L'indicatore di impatto cumulato è fortemente dipendente dallo stato attuale della qualità dell'aria che, come visto, si presenta più compromesso in prossimità dell'area metropolitana torinese. Il salto di classe è quindi di fatto influenzato più dallo stato del "fondo" che dalla componente aggiuntiva. Occorre inoltre sottolineare il fatto che la sorgente emissiva e le conseguenti ricadute sul territorio sono state cautelativamente sovrastimate, come già spiegato in precedenza (v. paragrafo 5.6).

Alla luce di queste considerazioni, l'esiguo numero di celle interessate da un cambiamento di classe non può essere considerato statisticamente significativo per stilare una graduatoria specifica tra i siti. In altre parole, questo indicatore riproduce quello già calcolato per lo stato ambientale dei tre siti e non fornisce informazioni aggiuntive per la comparazione.

Si ritiene però opportuno sottolineare che in sede di progettazione definitiva e valutazione di impatto ambientale dovranno essere approfonditi questi aspetti, simulando sia la potenzialità nominale dell'impianto, come fatto in questo studio, che quella effettiva (carico effettivo, limiti emissivi garantiti dalle BAT, ore di funzionamento previste), che si prevede possa generare ricadute pari a circa un quinto di quelle ottenute in questa analisi.

 <small>ASSOCIAZIONE D'AMBITO TORINESE PER IL GOVERNO DEI RIFIUTI</small>	LOCALIZZAZIONE TERMOVALORIZZATORE ZONA NORD DELLA PROVINCIA DI TORINO	Luglio 2008
	Capitolo 5 – Esame della componente atmosfera	Pagina 67 di 67

5.11.4 Giudizio sintetico complessivo

L'indicatore di stato suggerisce, per quanto riguarda la qualità dell'aria, una situazione critica diffusa nelle aree individuate, comune alla gran parte del territorio che costituisce il bacino padano. L'impatto dovuto alla nuova sorgente sulla componente atmosfera non può quindi essere valutato in termini positivi per nessuno dei tre siti. I valori assoluti di tale impatto sono però molto limitati e tali da non influire in modo significativo sullo stato attuale della qualità dell'aria.

Ai sensi della D.G.R. 11 novembre 2002, n. 14-7623, i siti individuati ricadono in Zona di Piano. Tra i criteri indicati dalla normativa regionale per l'insediamento di impianti produttivi in Zona di Piano, è previsto che: *“le Province valutano le domande di autorizzazione di installazione o modifica di insediamenti produttivi ed infrastrutture con particolare attenzione agli effetti a breve e lungo termine delle nuove emissioni in atmosfera, perseguendo un bilancio ambientale positivo e fermo restando l'obbligo dell'applicazione della migliore tecnica e tecnologia disponibile ed, ove possibile, quella delle tecnologie emergenti”*.

A questo proposito, è quindi importante sottolineare che il bilancio emissivo, calcolato nel paragrafo 5.10, suggerisce la possibilità di un modesto risparmio di emissioni, qualora il calore generato dall'impianto trovi utilizzo o in reti di teleriscaldamento o presso un'utenza industriale, una possibilità che appare concretizzabile solo per il sito 3 (v. paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). In ogni caso, considerato il fatto che il risparmio di emissioni dovute alla produzione di energia elettrica sostituita non sempre porta benefici emissivi in ambito locale, per la tutela della qualità dell'aria è auspicabile che nella progettazione del nuovo impianto si preveda l'adozione delle migliori tecniche disponibili per la riduzione delle emissioni in atmosfera.