

COMUNE DI BERGANTINO		
07 LUG. 2011		
PROT. N. 4329		
CAT.	CL.	FASC.



**Bormioli Rocco e Figlio S.p.A.
Stabilimento di Bergantino (Ro)**

Studio di impatto ambientale per il comparto atmosfera

Applicazione di un modello di dispersione di inquinanti in atmosfera
(PTS, NO_x, SO_x, HCl e HF)

Autori



Dott. Luciano Gilli
Dott. Giuseppe Quaglia

Luciano Gilli
Giuseppe Quaglia

16 Giugno 2011

Committente:
Bormioli Rocco e Figlio S.p.A.

1	INTRODUZIONE.....	4
2	DOMINIO DI INDAGINE.....	5
3	IL MODELLO OROGRAFICO.....	6
4	CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATOLOGICA	7
4.1	VELOCITÀ E DIREZIONE DEL VENTO	7
4.2	TEMPERATURA.....	12
4.3	UMIDITÀ RELATIVA.....	12
4.4	PRECIPITAZIONI	13
4.5	CLASSI DI STABILITÀ ATMOSFERICA E ALTEZZA DELLO STRATO RIMESCOLATO	14
5	EMISSIONI.....	17
5.1	POLVERI.....	19
5.1.1	<i>Scenario emissivo attuale</i>	19
5.1.2	<i>Scenario emissivo massimo</i>	22
5.2	NOX.....	25
5.2.1	<i>Scenario emissivo attuale</i>	25
5.2.2	<i>Scenario emissivo massimo</i>	25
5.2.3	<i>Scenario emissivo massimo ridotto</i>	25
5.3	SOX	27
5.3.1	<i>Scenario emissivo attuale</i>	27
5.3.2	<i>Scenario emissivo massimo</i>	27
5.4	HCL	27
5.4.1	<i>Scenario emissivo attuale</i>	27
5.4.2	<i>Scenario emissivo massimo</i>	27
5.5	HF	27
5.5.1	<i>Scenario emissivo attuale</i>	27
5.5.2	<i>Scenario emissivo massimo</i>	27
6	SCHEMATIZZAZIONE MATEMATICA DELLE SORGENTI.....	27
7	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	27
8	STATO ATTUALE DI QUALITÀ DELL'ARIA	27
9	SIMULAZIONI MATEMATICHE DELLA DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI AERIFORMI.....	27
9.1	IL MODELLO UTILIZZATO.....	27
9.1.1	<i>Descrizione del modello ISC3ST</i>	27
9.1.2	<i>Descrizione dell'interfaccia Visual ISCST3</i>	27
9.2	LE SIMULAZIONI EFFETTUATE	27
9.3	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI	27
10	DISCUSSIONE E CONCLUSIONI.....	27
11	BIBLIOGRAFIA	27
12	ALLEGATO	27
	CLASSI DI STABILITÀ ATMOSFERICA.....	27
	UTILIZZO DEL DATO DI PIOGGIA	27
	RICOPRIMENTO BUCHI NELLA COPERTURA NUVOLOSA (TCC) DALLE STAZIONI SINOTTICHE.....	27
	ALTEZZA DELLO STRATO DI RIMESCOLAMENTO E ALTRE VARIABILI MICROMETEOROLOGICHE	27

1 INTRODUZIONE

La presente relazione documenta lo studio di dispersione in atmosfera degli inquinanti PTS, SO_x, NO_x, HCl e HF generati dall'insediamento produttivo Bormioli Rocco e Figlio S.p.A., sito nel Comune di Bergantino (RO).

Lo studio documenta i risultati dei calcoli di dispersione in atmosfera generati da **tre differenti scenari emissivi**:

- 1) uno scenario emissivo **attuale**, basato su valori recenti di emissioni **sperimentali** dello stabilimento in condizioni di esercizio reale. I valori di emissione adottati sono quelli relativi all'anno 2010 e sono desunti dai più recenti certificati di analisi relativi alle prove per il controllo delle emissioni messi a disposizione dalla Bormioli Rocco e Figlio S.p.A. L'osservazione dello storico recente relativo alle emissioni sperimentali dello stabilimento rileva un sostanziale allineamento dei valori riscontrati, con scostamenti puntuali minimi da ritenersi ininfluenti per il risultato dello studio. I valori del 2010 si ritengono quindi adeguati a rappresentare le condizioni emissive tipiche medie dell'attività dello stabilimento nel periodo considerato;
- 2) uno scenario emissivo **massimo**, basato sui massimi valori di emissione autorizzati per lo stabilimento di Bergantino o per altri stabilimenti del Gruppo;
- 3) per i soli **NO_x**, uno scenario emissivo **massimo ridotto**, cioè basato su concentrazioni massime all'emissione del camino E101 pari a **1500 mg/Nm³**, ovvero ridotte del 25% rispetto allo scenario massimo autorizzato.

Il calcolo previsionale di dispersione degli inquinanti è stato effettuato mediante il modello gaussiano ISC3 (US-EPA), applicato in modalità short – term (evoluzione oraria delle concentrazioni) nel lungo periodo (annuale). Il modello matematico scelto appartiene all'ambito dei codici di calcolo approvati e comunemente adottati dalla comunità scientifica internazionale.

Il modello matematico ha elaborato in ingresso i dati sito - specifici dell'area come descritto nei paragrafi seguenti.

Nel seguito si illustrano:

- i risultati dello studio meteorologico dell'area di interesse effettuato mediante l'analisi di una recente serie storica annuale (intervallo tra 1/1/2009 e 31/12/2009) di variabili meteorologiche misurate nella vicina stazione agrometeorologica nel comune di Castelnovo Bariano (RO).
- i risultati dello studio relativo alle condizioni dispersive medie dell'atmosfera descritte in termini del classico parametro di stabilità di Pasquill – Gifford;
- i riferimenti normativi per la qualità dell'aria;
- il valore dei fattori di emissione dell'impianto;
- il codice matematico di calcolo utilizzato per la valutazione previsionale della dispersione degli inquinanti;
- i risultati dell'applicazione del modello di calcolo, in forma di mappe di isoconcentrazione al suolo degli inquinanti per entrambi gli scenari analizzati.

2 DOMINIO DI INDAGINE

Il dominio d'indagine scelto per le simulazioni matematiche ha forma rettangolare, di dimensioni 4.20 x 3.39 km², ed è rappresentato in Figura 1, dove è messa in evidenza l'area di insediamento dell'impianto oggetto dello studio (area in azzurro), a ovest del nucleo centrale di Bergantino.

Il sistema di riferimento scelto per il calcolo di dispersione ha l'origine (0,0) posta in corrispondenza del punto di emissione E101 (camino relativo ai fumi del forno 2 e 3).

La centralina meteo ARPAV di Castelnuovo Bariano, i cui dati sono stati elaborati ai fini della caratterizzazione meteoroclimatologica, è collocata a circa 5 km in direzione sud-est rispetto all'origine del dominio scelto.



Figura 1 Dominio d'indagine ed area di insediamento dell'impianto produttivo Bormioli Rocco e Figlio S.p.A.

3 IL MODELLO OROGRAFICO

L'area di interesse, posta ad una quota di circa 12 m.s.l.m., si inquadra in un contesto orografico locale come rappresentato in figura seguente (Figura 2).

Lo sviluppo altimetrico nel dominio di indagine varia tra i 10 m.s.l.m. e i 20 m.s.l.m.. L'orografia può essere pertanto considerata pianeggiante.

Il modello orografico rappresentato in Figura 2 è stato elaborato sulla base di un grigliato numerico di passo pari a 90 m e interpolato linearmente mediante triangolazione.

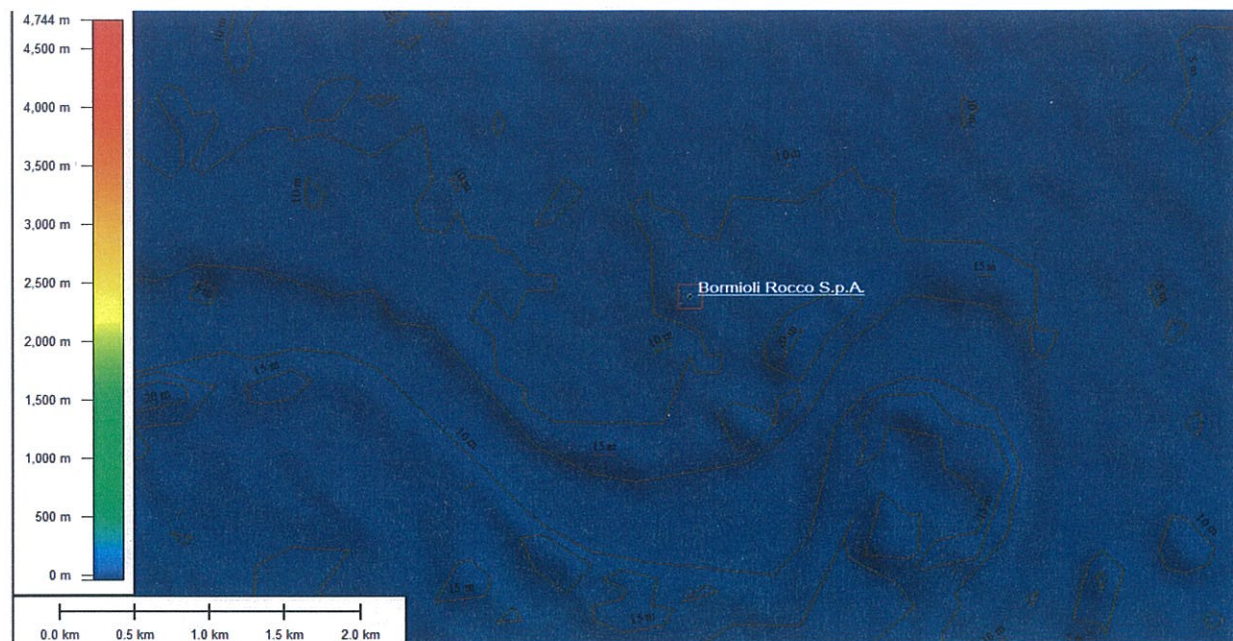


Figura 2 Modello orografico dell'area in esame

4 CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATOLOGICA

La caratterizzazione meteorologica, e la predisposizione del conseguente input per le simulazioni con il modello di dispersione, è basata sui rilevamenti orari al suolo di velocità, direzione del vento, temperatura, precipitazione e umidità relativa, della stazione agrometeorologica di Castenovo Bariano (coordinate Gauss-Boaga, fuso ovest 1681389 m, 4989028 m, quota 9 m slm) collocata a circa 5 km a sud est dall'area industriale. Le elaborazioni relative alla stabilità atmosferica e all'altezza dello strato rimescolato sono state effettuate da ARPAV Centro Meteorologico di Teolo, fornitrice dei dati utilizzati nel presente studio.

Le serie storiche orarie analizzate sono di tipo annuale – orario (8760 dati orari) e descrivono il periodo compreso tra i giorni 1/1/2009 e 31/12/2009.

Il complesso di queste elaborazioni, organizzate in forma di matrice, costituisce l'ingresso al modello matematico di dispersione degli inquinanti utilizzato ai fini della previsione delle concentrazioni aerodisperse al suolo degli inquinanti considerati.

La serie meteorologica presenta una percentuale di dati mancanti pari a 3.8%.

4.1 Velocità e direzione del vento

In Figura 3 si illustra l'evoluzione decadale del vento medio, mentre in Figura 4 si rappresenta l'andamento del vento massimo, sempre su base decadale (elaborazioni da <http://www.scia.sinanet.apat.it/>).

In Figura 5 si illustra il giorno medio della velocità del vento su base mensile. Questa analisi grafica permette di evidenziare la prevalenza di ridotte velocità del vento in periodo serale/notturno. Nelle ore centrali della giornata prevalgono invece condizioni anemologiche caratterizzate da venti di maggiore intensità.

Nelle figure seguenti, insieme alle relative tabelle di frequenza percentuale, sono rappresentate le distribuzioni in classi di velocità e direzione di provenienza delle misure di vento (rosa dei venti).

In Figura 6 si illustrano la distribuzione complessiva (diurna e notturna) per l'anno 2009, mentre in Figura 7 si riportano, separatamente, le distribuzioni diurne e notturne.

Dall'analisi dei dati risulta un'area caratterizzata dall'alternanza di venti provenienti dai quadranti ovest e est – nord/est. Le intensità maggiori superano di poco gli 8 m/s. Prevalgono le intensità tra 1 m/s e 2 m/s.

Il valore percentuale di calme di vento si attesta su 12.65% (8.59% in periodo diurno e 13.91 % in periodo notturno).

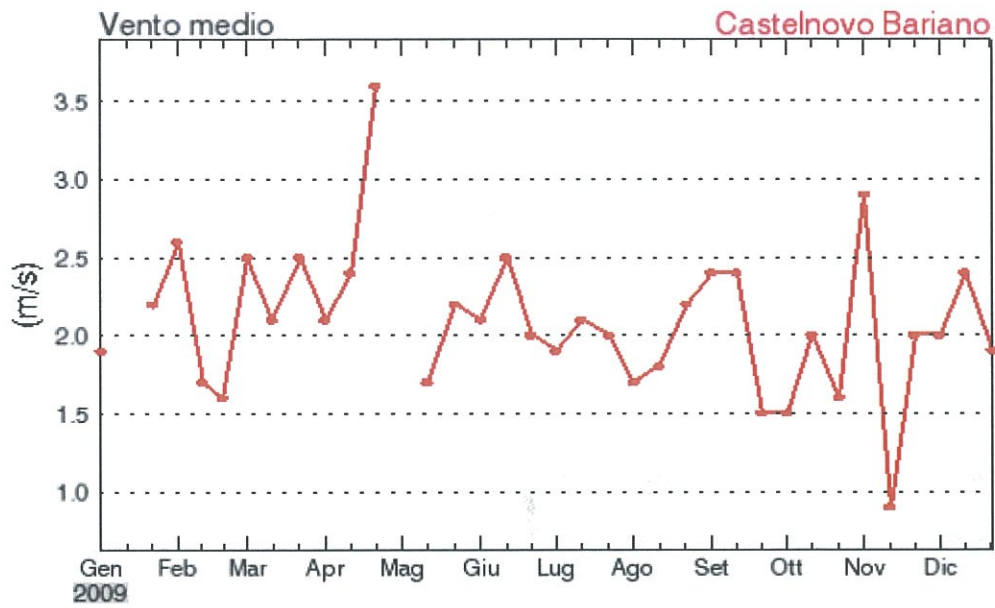


Figura 3 Vento medio su base decadale – Castelnovo Bariano. 2009

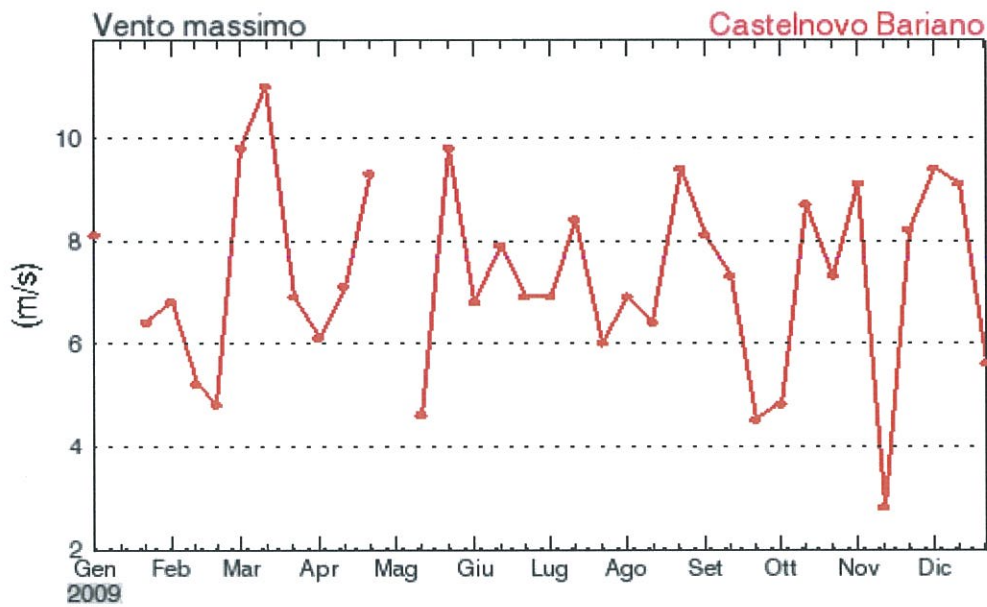


Figura 4 Vento massimo su base decadale – Castelnovo Bariano. 2009

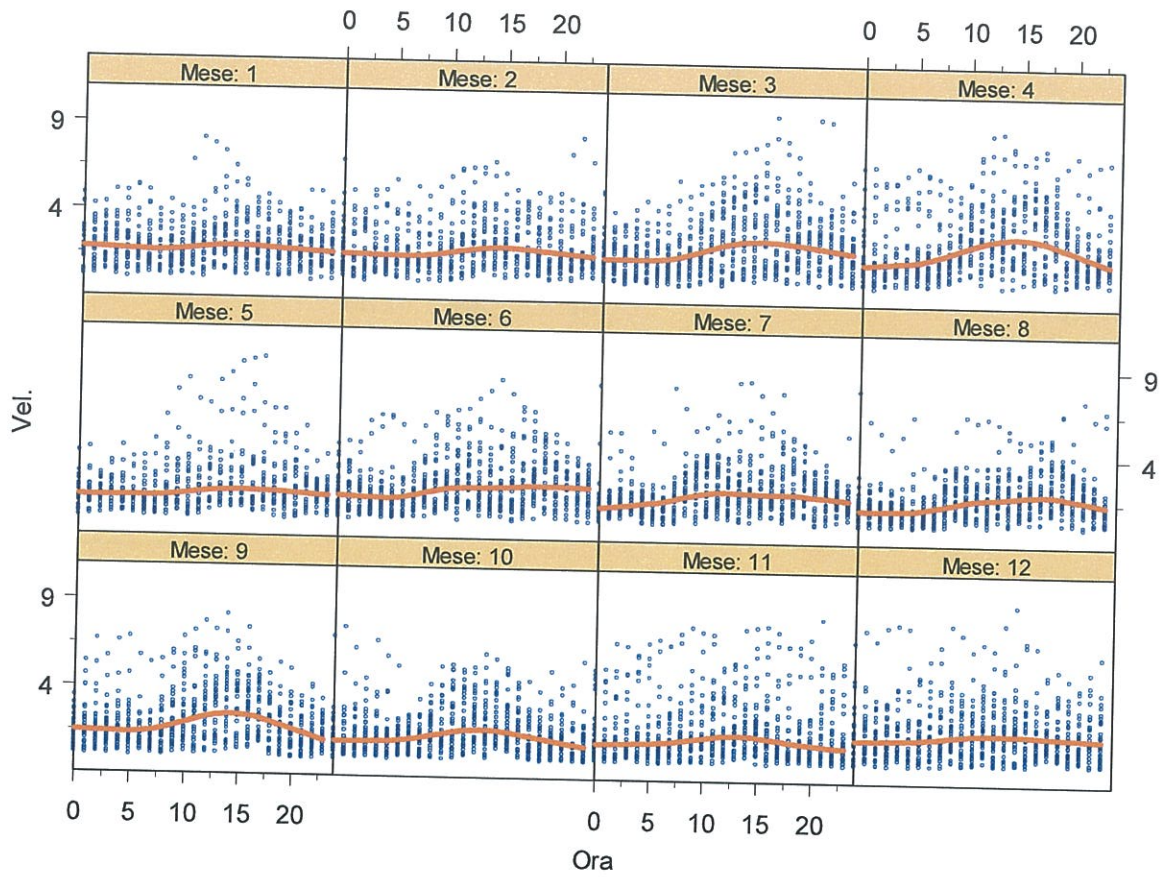
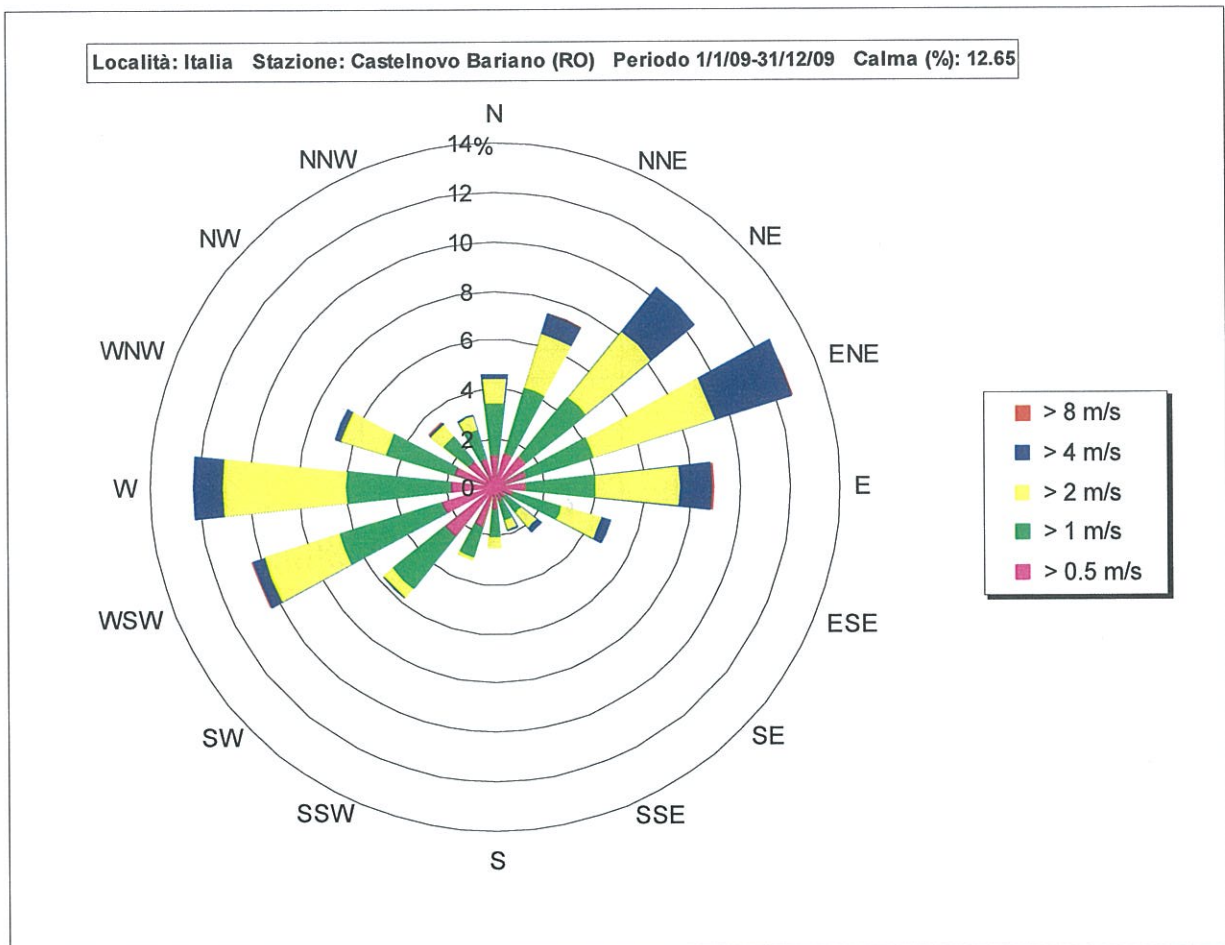


Figura 5 Giorno medio della velocità del vento [m/s] su base mensile – Castelnuovo Bariano, 2009



Località: Italia		Stazione: Castelnuovo Bariano (RO)					
Cl. Vel > nn (m/s)	Calme	0.5	1	2	4	8	Totale
Settore							
1 N	73	94	151	74	13	0	405
2 NNE	75	101	205	165	63	5	614
3 NE	68	111	226	256	169	1	831
4 ENE	60	92	206	380	245	6	989
5 E	41	88	203	256	97	6	691
6 ESE	41	53	144	124	32	0	394
7 SE	43	37	55	62	15	0	212
8 SSE	40	43	60	25	8	0	176
9 S	63	65	81	33	2	0	244
10 SSW	78	119	100	9	0	0	306
11 SW	104	186	197	35	7	0	529
12 WSW	75	159	323	236	36	1	830
13 W	82	123	317	370	85	0	977
14 WNW	87	118	214	138	24	2	583
15 NW	62	91	97	48	10	2	310
16 NNW	68	83	92	43	5	0	291
TOTALE	1060	1563	2671	2254	811	23	8382

Figura 6 Anno 2009. Rosa dei venti delle misure della stazione agrometeorologica di Castelnuovo Bariano (8382 dati orari).

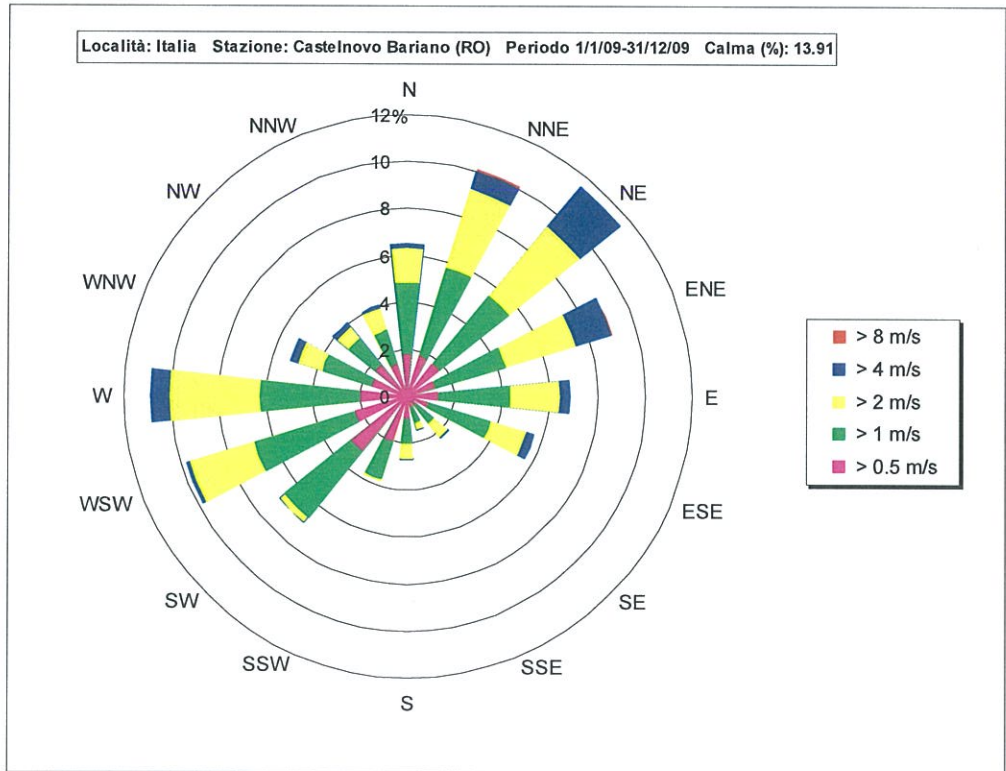
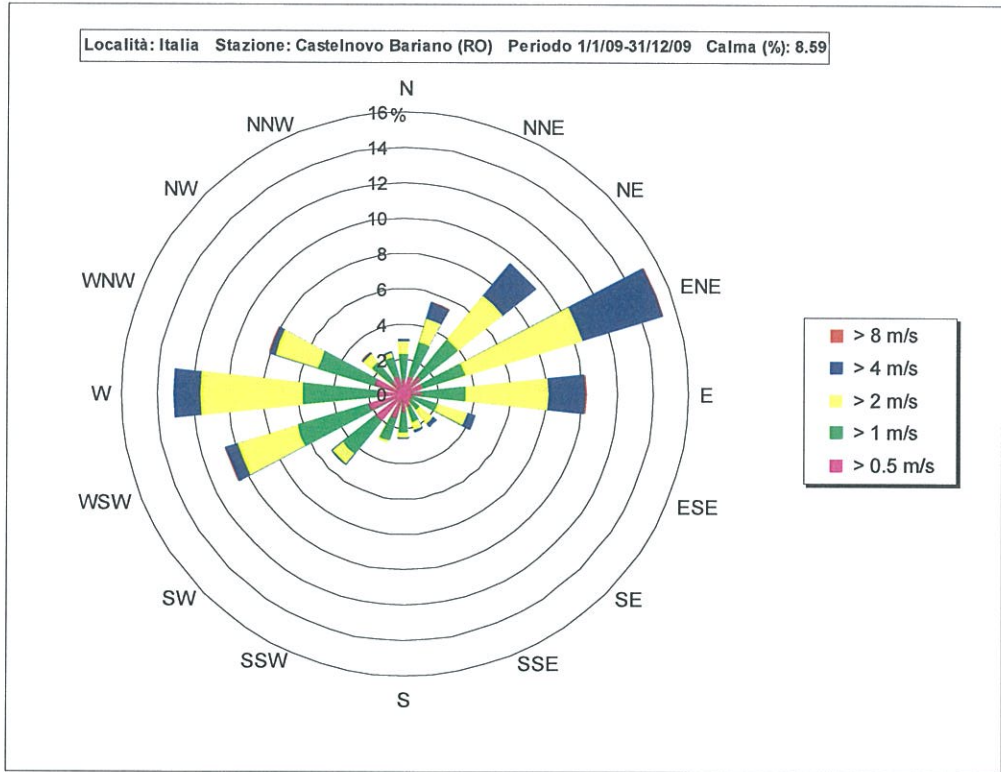
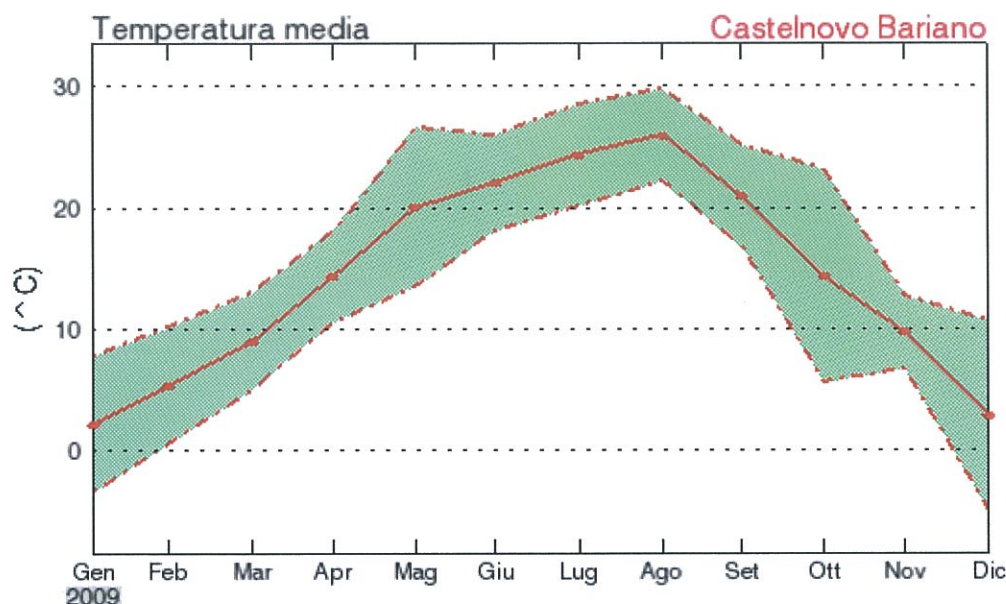


Figura 7 Anno 2009. Rosa dei venti delle misure della stazione agrometeorologica di Castelnuovo Bariano (RO). Periodo diurno (sopra) e periodo notturno (sotto).

4.2 Temperatura

In Figura 8 si riporta l'andamento mensile della temperatura, e relativa banda di variazione statistica (elaborazioni da <http://www.scia.sinanet.apat.it/>). Nell'anno 2009 la temperatura media annuale è stata pari a 14.2 °C.

La variabile temperatura, nell'ambito delle dispersione atmosferica di inquinanti, influenza principalmente le sorgenti calde (caratterizzate cioè da spinta termica verticale). Le sorgenti fredde (soprattutto quelle al suolo, prive di spinta termica verticale) non sono sensibilmente influenzate dall'andamento di questo parametro meteorologico.

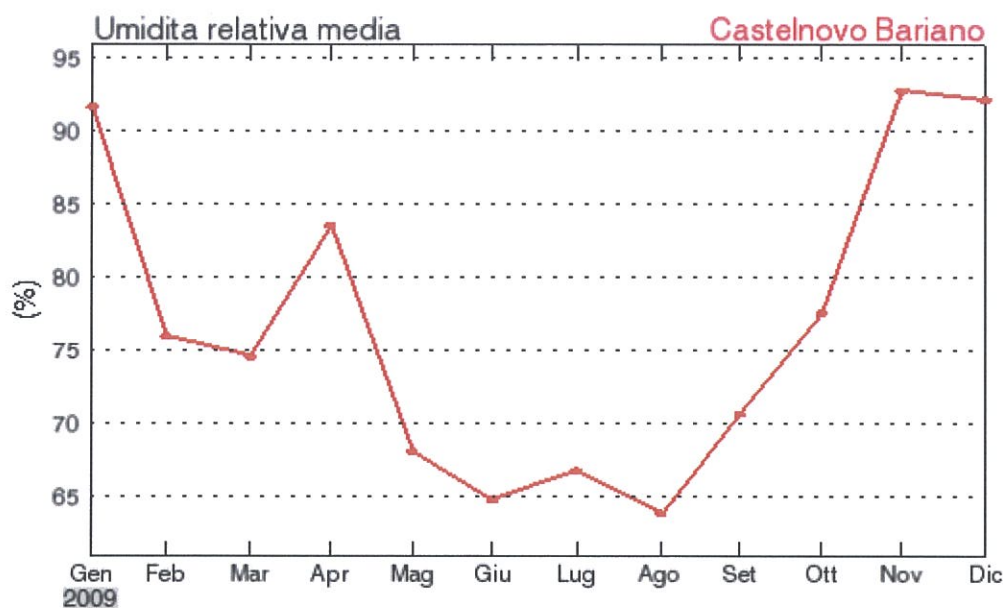


DATA	Temperatura media (°C)	Dev. Std.	N° dati
gen-09	2.1	2.8	27
feb-09	5.3	2.4	26
mar-09	8.9	2	31
apr-09	14.3	1.9	30
mag-09	20	3.3	29
giu-09	22	2	30
lug-09	24.3	2.1	27
ago-09	25.9	1.9	31
set-09	20.9	2.1	30
ott-09	14.3	4.4	31
nov-09	9.7	1.5	30
dic-09	2.8	3.9	31
Media	14.2		

Figura 8 Evoluzione annuale della temperatura mensile – 2009

4.3 Umidità relativa

In Figura 9 si illustra la distribuzione mensile di umidità relativa per l'anno 2009 (elaborazioni da <http://www.scia.sinanet.apat.it/>). L'analisi mette in evidenza condizioni di umidità relativa variabili in funzione del mese. In particolare, nei mesi caldi prevalgono le condizioni caratterizzate dai valori più bassi di umidità relativa.



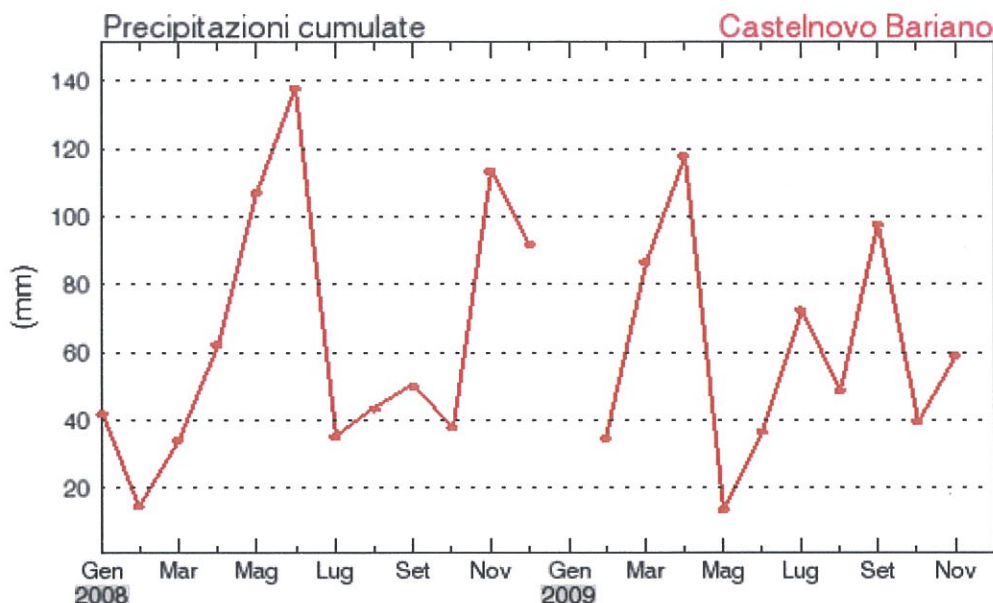
DATA	UR (%)	n. dati
gen-09	91.7	27
feb-09	76	26
mar-09	74.6	31
apr-09	83.6	30
mag-09	68.1	29
giu-09	64.8	30
lug-09	66.8	29
ago-09	63.9	31
set-09	70.7	30
ott-09	77.6	31
nov-09	92.8	30
dic-09	92.2	31
Media	76.9	

Figura 9 Evoluzione mensile di umidità relativa – Castelnuovo Bariano. 2009

4.4 Precipitazioni

In Figura 10 si illustra la distribuzione mensile della precipitazione cumulata per gli anni 2008 e 2009 (elaborazione da <http://www.scia.sinanet.apat.it/>).

Nel 2008 il totale delle precipitazioni ammonta a 769 mm; il mese caratterizzato da precipitazioni più abbondanti è giugno (137.8 mm), mentre quello meno piovoso è ottobre (14.6 mm). Nel 2009, sono stati registrati 606.4 mm di pioggia su dieci mesi (gennaio e dicembre mancanti); il mese caratterizzato da precipitazioni più abbondanti è aprile (117.8 mm), mentre quello meno piovoso è maggio (13.6 mm).



Mese	Prec. Cum. (mm)	N° dati	Mese	Prec. Cum. (mm)	N° dati
gen-08	41.8	31	gen-09	n.d.	n.d.
feb-08	14.6	29	feb-09	34.6	27
mar-08	34.2	31	mar-09	86.6	31
apr-08	62.2	30	apr-09	117.8	30
mag-08	107	31	mag-09	13.6	31
giu-08	137.8	30	giu-09	36.6	30
lug-08	35	31	lug-09	72.4	31
ago-08	43.4	31	ago-09	48.6	31
set-08	50	30	set-09	97.6	30
ott-08	37.8	31	ott-09	39.6	31
nov-08	113.4	27	nov-09	59	30
dic-08	91.8	31	dic-09	n.d.	n.d.
Tot.	769.0		Tot. (10 dati)	606.4	

Figura 10 Evoluzione mensile delle precipitazioni cumulate. Castelnuovo Bariano 2008 - 2009

4.5 Classi di stabilità atmosferica e altezza dello strato rimescolato

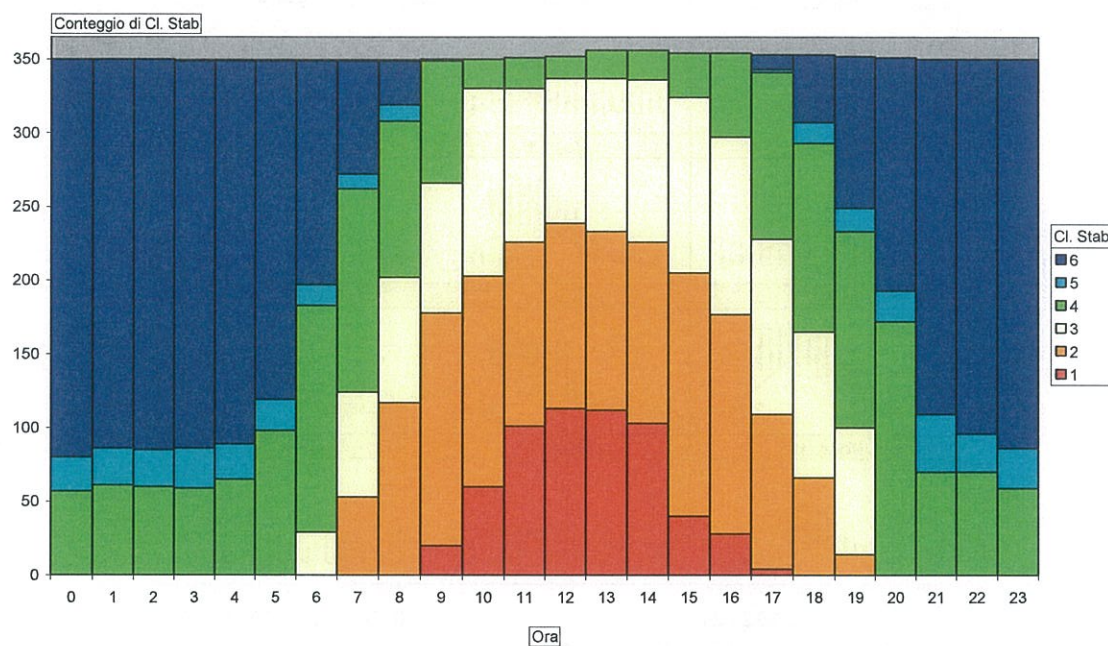
Le elaborazioni finalizzate alla determinazione delle classi di stabilità e dell'altezza dello strato rimescolato sono state effettuate dal Centro Meteorologico ARPAV di Teolo, fornitore dei dati meteorologici utilizzati nel presente studio.

In Allegato si riporta integralmente la nota metodologica ARPAV di accompagnamento ai dati forniti.

In Figura 11 è rappresentata la distribuzione oraria delle classi di stabilità fornite da ARPAV Centro Meteorologico di Teolo. Sia di notte sia di giorno, le situazioni di neutralità (classe D) sono associate a vento medio-forte e/o condizioni di cielo nuvoloso. Nel caso specifico si osserva una prevalenza di tale classi neutre (D) nelle ore centrali della giornata, mentre nelle ore notturne prevalgono condizioni di stabilità (classi E,F).

Nelle ore diurne, in presenza di forte radiazione solare e velocità di vento inferiore a 5 m/s si osserva la prevalenza di situazioni caratterizzate da condizioni convettive (classi A,B).

In Figura 12 sono rappresentate graficamente le evoluzioni mensili orarie delle altezze degli strati rimescolati in condizione rurale e in condizione urbana. Le altezze calcolate variano da un minimo di pochi metri (in condizione notturna) ad un massimo dell'ordine di 2000 m, nelle ore centrali delle giornate estive.



ora	A Instabile	B	C	D Neutra	E	F Stabile	Totale complessivo
0				57	23	270	350
1				61	25	264	350
2				60	25	265	350
3				59	27	263	349
4				65	24	260	349
5				98	21	230	349
6			29	154	14	152	349
7		53	71	138	10	77	349
8		117	85	106	11	30	349
9	20	158	88	83		1	350
10	60	143	127	20			350
11	101	125	104	21			351
12	113	126	98	15			352
13	112	121	104	19			356
14	103	123	110	20			356
15	40	165	119	30			354
16	28	149	120	57			354
17	4	105	119	113	2	10	353
18		66	99	128	14	46	353
19		14	86	133	16	103	352
20				172	21	158	351
21				70	39	241	350
22				70	26	254	350
23				59	27	264	350
Totale complessivo	581	1465	1359	1808	325	2888	8426

Figura 11 Distribuzione dei casi orari di classe di stabilità atmosferica. Castelnuovo Bariano. 2009

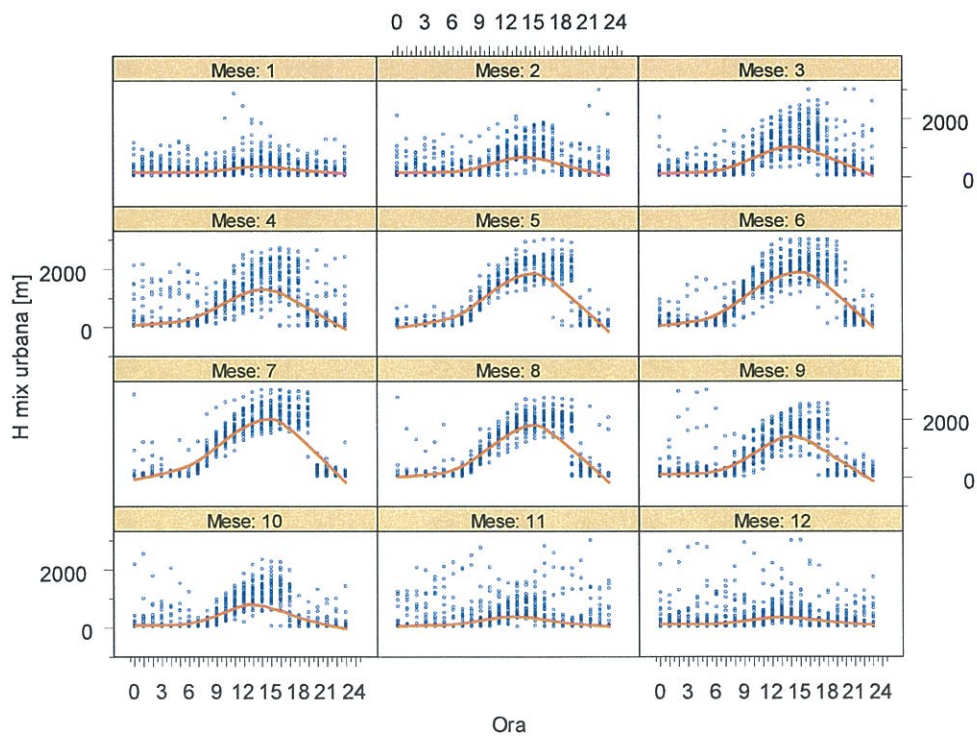
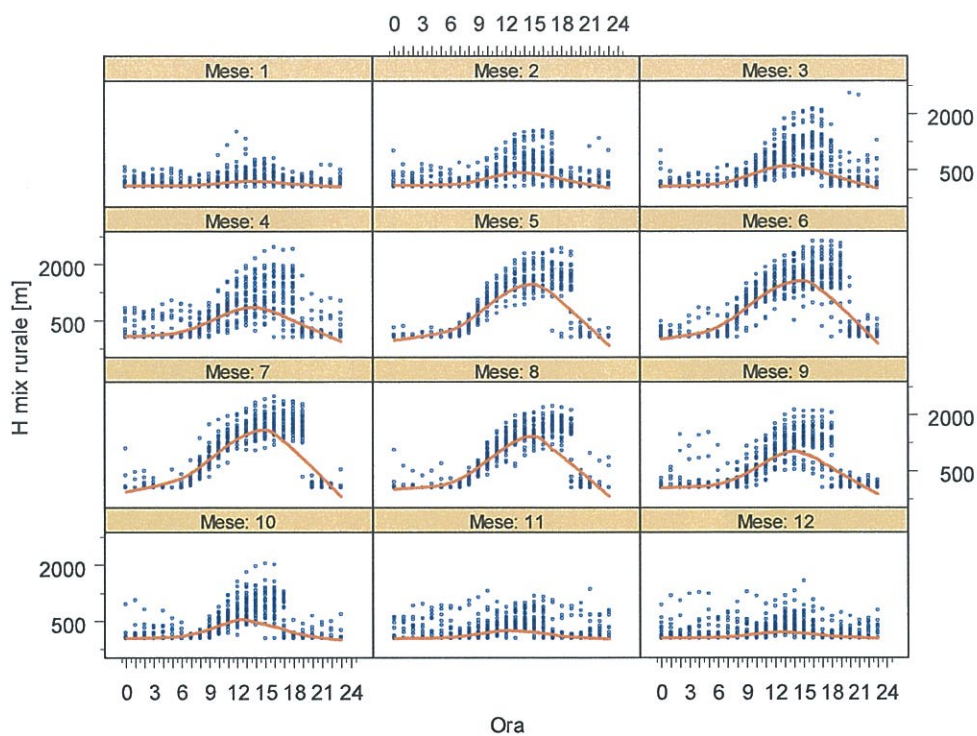


Figura 12 Evoluzione mensile - oraria dell'altezza dello strato rimescolato. Rurale (sopra) e urbano (sotto).

5 EMISSIONI

Di seguito si descrive quantitativamente l'attività emissiva dell'impianto Bormioli Rocco e Figlio S.p.A per lo **scenario emissivo attuale**, lo **scenario emissivo massimo** e lo **scenario emissivo massimo ridotto** del 25% (NOx) rispetto allo scenario emissivo massimo attualmente autorizzato.

I dati relativi allo scenario emissivo attuale sono desunti dai più recenti certificati di analisi relativi alle prove per il controllo delle emissioni messi a disposizione dalla Bormioli Rocco e Figlio S.p.A.

I punti di emissione dello stabilimento sono quelli indicati in Figura 13. Non tutti i punti di emissioni sono significativi (in termini di quantità e continuità dell'emissione) ai fini della presente valutazione di dispersione in atmosfera.

Nei paragrafi seguenti si descrivono le sorgenti emissive, suddivise per inquinante, considerate significative per lo scenario attuale e quello massimo autorizzato.



Bormioli Rocco e Figlio S.p.A.
Stabilimento di Bergantino

PLANIMETRIA PUNTI DI EMISSIONE

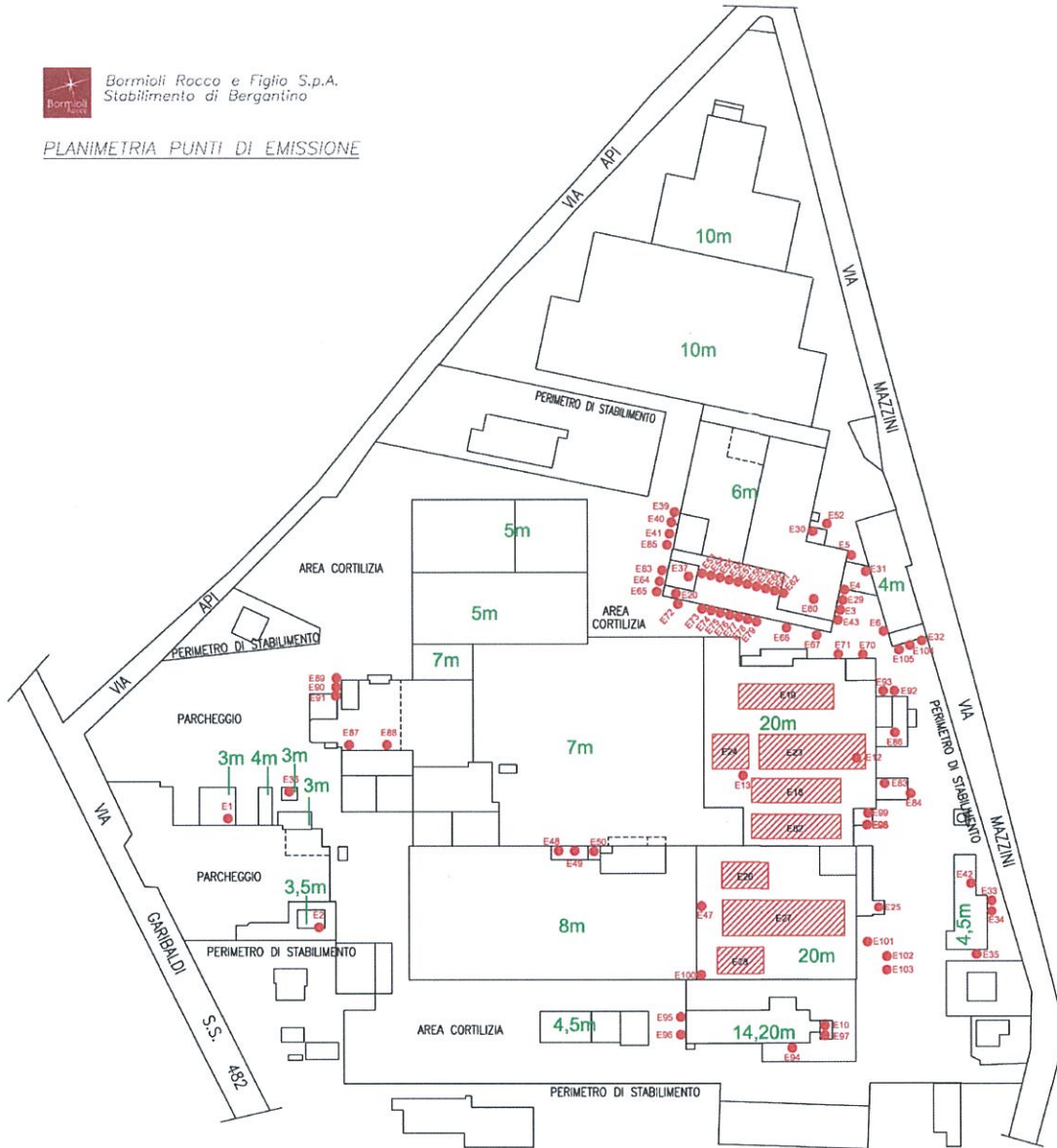


Figura 13 Stabilimento Bormioli Rocco e Figlio S.p.A. - Ubicazione dei punti di emissione in atmosfera

5.1 Polveri

5.1.1 Scenario emissivo attuale

In tabella seguente si riportano i punti di emissione per le polveri. In Figura 14 è riportata la rappresentazione grafica dell'attività emissiva delle sorgenti, in cui si evidenzia il confronto tra l'emissione istantanea e quella pesata in base alla frazione di attività effettiva dell'impianto (cioè in sostanza il rapporto tra il prodotto delle colonne da 4 a 6 in tabella seguente e il numero di ore in un anno).

I ratei di emissione utilizzati nel presente studio sono quelli indicati come "pesati".

Tabella 1 Caratteristiche emissive dell'impianto Bormioli Rocco e Figlio S.p.A.

Punto di emissione	Imp. fasi lavorazione di provenienza	Portata (Nm ³ /h)	Durata emiss. (h/g)	Marcia impianto (gg/w)	Marcia impianto (w/y)	Tipo	Conc. (mg/kmc)	Temp. (°C)	h dal suolo (m)	Ø cammino (m)	Sez. (mq)	Vel. (m/s)	Rateo emiss. (g/h)
E4	Servizi Stampi - Trattamento stampi.	640	4	7	52	Polveri	18.8	23	10.0	0.50	0.20	1.0	12.03
E5	Servizi Stampi - Ripristino stampi.	1 220	8	7	52	Polveri	2.6	21	1.5	1.00	0.75	0.5	3.17
E10	Depolveratore sistema di aspirazione sopra lo scarico su nastro	3 160	18	7	52	Polveri	0.53	21	8.0	0.30	0.07	13.4	1.67
E29	Servizi Stampi - Sabbatura stampi. Aspirazione forzata.	260	8	7	52	Polveri	16.5	23	10.0	0.20	0.03	2.5	4.29
E30	Servizi Stampi - Aspirazione fumi saldatura.	2 150	6.5	7	52	Polveri	2.00	22	5.0	0.20	0.03	20.6	4.30
E31	SG/Manutenzione macchine - Ripristino a banco	670	1	4	31	Polveri	1.9	21	4.0	0.15	0.02	11.4	1.27
E32	SG/Manutenzione macchine - Aspirazione trattamento delivery	2 490	6	4	31	Polveri	1.7	23	11	0.4	0.13	5.8	4.23
E33	SG/Manutenzione macchine - manutenzione varie: saldatura. Aspirazione da banchi di saldatura per la manutenzione di macchine varie.	690	1	5	36	Polveri	8.5	22	3	0.15	0.02	11.8	5.87
E34	SG/Manutenzione macchine - manutenzione varie: saldatura. Aspirazione da banchi di saldatura per la manutenzione di macchine varie.	750	1	5	36	Polveri	5.6	20	3	0.15	0.02	12.7	4.20
E52	Offic. Manutenzione - Aspirazione supplementare dai banchi di lavoro dei meccanici.	810	6	7	52	Polveri	4.6	20	5	0.10	0.008	30.2	3.73
E83	Depolveratore su trasporto ai forni (solo forno 2).	9 840	24	7	52	Polveri	3.2	33	13.5	0.54	0.229	13.4	31.49
E86	Depolveratore Forno 1	15 010	24	7	52	Polveri	0.54	46	14	0.65	0.332	14.7	8.11
E94	Depolveratore collegabile ai silos n° 71, 72, 73, 74, 75 ad insilaggio manuale.	1 470	5	1	7	Polveri	6.2	22	12	0.80	0.5	0.9	9.11
E95	Depolveratore scarico aria Silos n° 151	840	3	4	29	Polveri	0.74	22	21	0.80	0.54	0.5	0.62
E96	Depolveratore scarico aria Silos n° 152	710	3	4	29	Polveri	9.9	20	21	0.80	0.54	0.4	7.03
E101	Camino relativo ai fumi del forno 2 e 3 (f. secchi - 8% O2)	24 133	24	7	52	Polveri	2.02	240	35	1.80	2.54	9.89	48.70
E102	Silos Calce	950	0.5	0.125	6	Polveri	2.47	25	11.5	0.15	0.018	16.3	2.34
E103	Silos Polverino1	374	3	7	52	Polveri	0.78	10.1	9	0.15	0.018	6.09	0.29

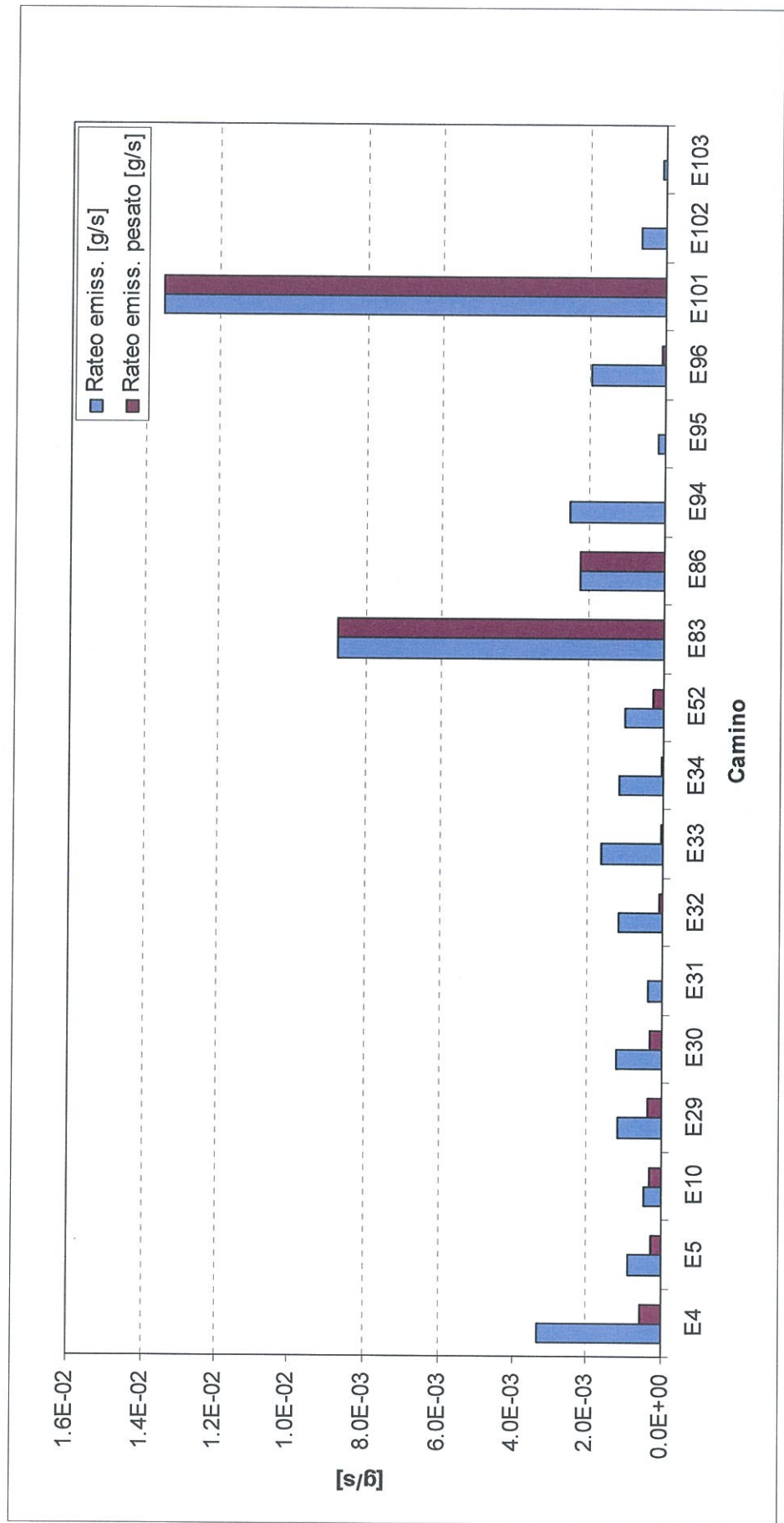


Figura 14 Polveri totali. Rappresentazione grafica dell'attività emissiva delle sorgenti.

5.1.2 Scenario emissivo massimo

In tabella seguente si riportano i punti di emissione per le polveri in configurazione emissiva massima. In Figura 15 è riportata la rappresentazione grafica dell'attività emissiva massima delle sorgenti, in cui si evidenzia il confronto tra l'emissione istantanea e quella pesata in base alla frazione di attività effettiva dell'impianto (cioè in sostanza il rapporto tra il prodotto delle colonne da 4 a 6 in tabella seguente e il numero di ore in un anno).

I ratei di emissione utilizzati nel presente studio sono quelli indicati come "pesati".

Tabella 2 Caratteristiche emissive massime dell'impianto Bormioli Rocco e Figlio S.p.A.

Punto di emissione	Imp. fasi lavorazione di provenienza	Portata (Nm ³ /h)	Durata emiss. (h/g)	Marcia impianto (gg/w)	Marcia impianto (w/y)	Tipo	Conc. (mg/Mmc)	Temp. (°C)	h dal suolo (m)	Ø camino (m)	Sez. (mq)	Vel. (m/s)	Rateo emiss. (g/h)
E3	Servizi Stampi - Aspirazione fumi relativi alla pulizia stampi	3000	4.5	5	36	Polveri	20	25	10	0.15	0.02	51.7	60
E4	Servizi Stampi - Trattamento stampi.	2500	4	7	52	Polveri	20	23	10	0.5	0.2	3.8	50
E5	Servizi Stampi - Ripristino stampi.	1500	8	7	52	Polveri	20	21	1.5	1.0	0.75	0.6	30
E6	SG/Manutenzione macchine - Aspirazione fumi	1000	6	4	31	Polveri	10	30	6	0.2	0.03	9.8	10
E10	Depolveratore sistema di aspirazione sopra lo scarico su nastro	10000	18	7	52	Polveri	20	21	8	0.3	0.07	42.4	200
E29	Servizi Stampi - Sabbatura stampi. Aspirazione forzata.	2500	8	7	52	Polveri	20	23	10	0.2	0.03	24	50
E30	Servizi Stampi - Aspirazione fumi saldatura.	3000	6.5	7	52	Polveri	10	22	5	0.2	0.03	28.7	30
E31	SG/Manutenzione macchine - Ripristino a banco	3000	1	4	31	Polveri	10	21	4	0.15	0.02	51	30
E32	SG/Manutenzione macchine - Aspirazione trattamento delivery	5000	6	4	31	Polveri	10	23	11	0.4	0.13	11.6	50
E33	SG/Manutenzione macchine - manutenzione varie: saldatura. Aspirazione da banchi di saldatura per la manutenzione di macchine varie.	1000	1	5	36	Polveri	10	22	3	0.15	0.02	17.1	10
E34	SG/Manutenzione macchine - manutenzione varie: saldatura. Aspirazione da banchi di saldatura per la manutenzione di macchine varie.	1000	1	5	36	Polveri	10	20	3	0.15	0.02	16.9	10
E52	Offic. Manutenzione - Aspirazione supplementare dai banchi di lavoro dei meccanici.	1000	6	7	52	Polveri	20	20	5	0.1	0.008	37.3	20
E83	Depolveratore su trasporto ai forni (solo forno 2).	20000	24	7	52	Polveri	10	33	13.5	0.54	0.229	27.2	200
E86	Depolveratore Forno 1	24000	24	7	52	Polveri	10	46	14	0.65	0.332	23.5	240
E94	Depolveratore collegabile ai silos n° 71, 72, 73, 74, 75 ad insilaggio manuale.	2500	5	1	7	Polveri	10	22	12	0.8	0.5	1.5	25
E95	Depolveratore scarico aria Silos n° 151	2000	3	4	29	Polveri	20	22	21	0.8	0.54	1.1	40
E96	Depolveratore scarico aria Silos n° 152	2000	3	4	29	Polveri	20	20	21	0.8	0.54	1.1	40
E101	Camino relativo ai fumi del forno 2 e 3 (f. secchi - 8% O2)	60000	24	7	52	Polveri	40	240	35	1.8	2.54	12.3	2400

E102	Silos Calce	1000	0.5	0.125	6	Polveri	5	25	11.5	0.15	0.018	16.8	5
E103	Silos Polverino1	1000	3	7	52	Polveri	5	10.1	9	0.15	0.018	16	5

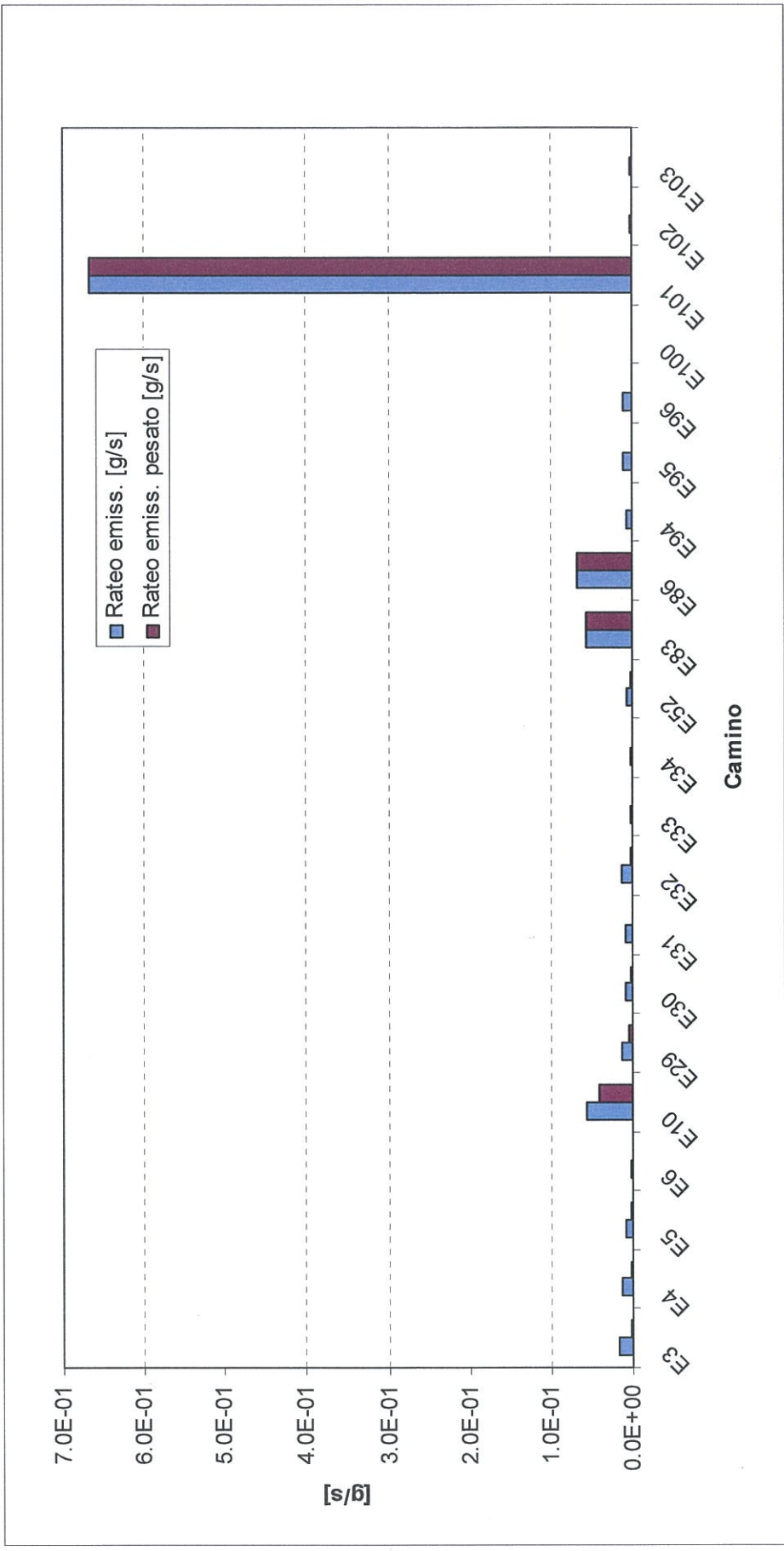


Figura 15 Polveri totali. Rappresentazione grafica dell'attività emissiva massima delle sorgenti.

5.2 NOx

Per questo inquinante vale la pena di evidenziare le indicazioni contenute nelle linee guida IPCC del vetro, secondo le quali gli ossidi di azoto possono avere due diverse origini: l'ossidazione, ad alta temperatura, dell'azoto contenuto nell'aria di combustione, la decomposizione di nitrati alcalini eventualmente utilizzati nella miscela vetrificabile per la produzione di vetri di elevata qualità. L'emissione di NOx é influenzata principalmente dall'eccesso d'aria di combustione, dalla temperatura di preriscaldamento dell'aria, dalle temperature di fiamma e dal tempo di residenza ad alta temperatura. Conseguentemente a quanto detto sopra, a parità di altre condizioni, le concentrazioni di NOx variano in funzione del tipo di forno (End Port, Side Port, Unit Melter) e di combustibile (olio, metano) utilizzati per la fusione del vetro. Gli ossidi di azoto emessi dai forni per vetro sono costituiti principalmente da NO (90-95 %), il resto é rappresentato da NO2.

5.2.1 Scenario emissivo attuale

Tabella 3 Caratteristiche emissive dell'impianto Bormioli Rocco e Figlio S.p.A.

Punto di emissione	Imp. fasi lavorazione di provenienza	Portata (fumi secchi all'8% di O2) (Nm ³ /h)	Durata emiss. (h/g)	Marcia impianto (gg/w)	Marcia impianto (w/y)	Tipo	Conc. (fumi secchi all'8% di O2) (mg/Nmc)	Temp. (°C)	h dal suolo (m)	Ø camino (m)	Sez. (mq)	Vel. (m/s)	Rateo emiss. (g/h)
E101	Camino relativo ai fumi del forno 2 e 3	24 133	24	7	52	NOx	1199	240	35	1.80	2.54	9.89	28946

5.2.2 Scenario emissivo massimo

Tabella 4 Caratteristiche emissive dell'impianto Bormioli Rocco e Figlio S.p.A.

Punto di emissione	Imp. fasi lavorazione di provenienza	Portata (fumi secchi all'8% di O2) (Nm ³ /h)	Durata emiss. (h/g)	Marcia impianto (gg/w)	Marcia impianto (w/y)	Tipo	Conc. (fumi secchi all'8% di O2) (mg/Nmc)	Temp. (°C)	h dal suolo (m)	Ø camino (m)	Sez. (mq)	Vel. (m/s)	Rateo emiss. (g/h)
E101	Camino relativo ai fumi del forno 2 e 3	60 000	24	7	52	NOx	2000	240	35	1.80	2.54	12.3	120 000

5.2.3 Scenario emissivo massimo ridotto

Tabella 5 Caratteristiche emissive dell'impianto Bormioli Rocco e Figlio S.p.A.

Punto di emissione	Imp. fasi lavorazione di provenienza	Portata (fumi secchi all'8% di O2) (Nm ³ /h)	Durata emiss. (h/g)	Marcia impianto (gg/w)	Marcia impianto (w/y)	Tipo	Conc. (fumi secchi all'8% di O2) (mg/Nmc)	Temp. (°C)	h dal suolo (m)	Ø camino (m)	Sez. (mq)	Vel. (m/s)	Rateo emiss. (g/h)

E101	Camino relativo ai fumi del forno 2 e 3	(Nm ³ /h)	60 000	24	7	52	NOx	1500	240	35	1.80	2.54	12.3	90 000
------	---	----------------------	--------	----	---	----	-----	------	-----	----	------	------	------	--------

5.3 SOx

5.3.1 Scenario emissivo attuale

Tabella 6 Caratteristiche emissive dell'impianto Bormioli Rocco e Figlio S.p.A.

Punto di emissione	Imp. fasi lavorazione di provenienza	Portata (fumi secchi all'8% di O2) (Nm ³ /h)	Durata emiss. (h/g)	Marcia impianto (gg/w)	Marcia impianto (w/y)	Tipo	Conc. (fumi secchi all'8% di O2) (mg/Nm ³)	Temp. (°C)	h dal suolo (m)	Ø cammino (m)	Sez. (mq)	Vel. (m/s)	Rateo emiss. (g/h)
E101	Camino relativo ai fumi del forno 2 e 3	24 133	24	7	52	SOx	415	240	35	1.80	2.54	9.89	10006

5.3.2 Scenario emissivo massimo

Tabella 7 Caratteristiche emissive dell'impianto Bormioli Rocco e Figlio S.p.A.

Punto di emissione	Imp. fasi lavorazione di provenienza	Portata (fumi secchi all'8% di O2) (Nm ³ /h)	Durata emiss. (h/g)	Marcia impianto (gg/w)	Marcia impianto (w/y)	Tipo	Conc. (fumi secchi all'8% di O2) (mg/Nm ³)	Temp. (°C)	h dal suolo (m)	Ø cammino (m)	Sez. (mq)	Vel. (m/s)	Rateo emiss. (g/h)
E101	Camino relativo ai fumi del forno 2 e 3	60 000	24	7	52	SOx	500	240	35	1.80	2.54	12.3	30000

5.4 HCl

5.4.1 Scenario emissivo attuale

Tabella 8 Caratteristiche emissive dell'impianto Bormioli Rocco e Figlio S.p.A.

Punto di emissione	Imp. fasi lavorazione di provenienza	Portata (fumi secchi all'8% di O ₂) (Nm ³ /h)	Durata emiss. (h/g)	Marcia impianto (gg/w)	Marcia impianto (w/y)	Tipo	Conc. (fumi secchi all'8% di O ₂) (mg/Nm ³)	Temp. (°C)	h dal suolo (m)	Ø cammino (m)	Sez. (mq)	Vel. (m/s)	Rateo emiss. (g/h)
E101	Camino relativo ai fumi del forno 2 e 3	24 133	24	7	52	HCl	16.4	240	35	1.80	2.54	9.89	396

5.4.2 Scenario emissivo massimo

Tabella 9 Caratteristiche emissive dell'impianto Bormioli Rocco e Figlio S.p.A.

Punto di emissione	Imp. fasi lavorazione di provenienza	Portata (fumi secchi all'8% di O ₂) (Nm ³ /h)	Durata emiss. (h/g)	Marcia impianto (gg/w)	Marcia impianto (w/y)	Tipo	Conc. (fumi secchi all'8% di O ₂) (mg/Nm ³)	Temp. (°C)	h dal suolo (m)	Ø cammino (m)	Sez. (mq)	Vel. (m/s)	Rateo emiss. (g/h)
E101	Camino relativo ai fumi del forno 2 e 3	60 000	24	7	52	HCl	30	240	35	1.80	2.54	12.3	1800

5.5 HF

5.5.1 Scenario emissivo attuale

Tabella 10 Caratteristiche emissive dell'impianto Bormioli Rocco e Figlio S.p.A.

Punto di emissione	Imp. fasi lavorazione di provenienza	Portata (fumi secchi all'8% di O ₂) (Nm ³ /h)	Durata emiss. (h/g)	Marcia impianto (gg/w)	Marcia impianto (w/y)	Tipo	Conc. (fumi secchi all'8% di O ₂) (mg/Nm ³)	Temp. (°C)	h dal suolo (m)	Ø cammino (m)	Sez. (mq)	Vel. (m/s)	Rateo emiss. (g/h)
E101	Camino relativo ai fumi del forno 2 e 3	24 133	24	7	52	HF	0.46	240	35	1.80	2.54	9.89	11.1

5.5.2 Scenario emissivo massimo

Tabella 11 Caratteristiche emissive dell'impianto Bormioli Rocco e Figlio S.p.A.

Punto di emissione	Imp. fasi lavorazione di provenienza	Portata (fumi secchi all'8% di O ₂) (Nm ³ /h)	Durata emiss. (h/g)	Marcia impianto (gg/w)	Marcia impianto (w/y)	Tipo	Conc. (fumi secchi all'8% di O ₂) (mg/Nm ³)	Temp. (°C)	h dal suolo (m)	Ø cammino (m)	Sez. (mq)	Vel. (m/s)	Rateo emiss. (g/h)
E101	Camino relativo ai fumi del forno 2 e 3	60 000	24	7	52	HF	5	240	35	1.80	2.54	12.3	300

6 SCHEMATIZZAZIONE MATEMATICA DELLE SORGENTI

Dal punto di vista modellistico, le sorgenti E101 (camino forno 2 e 3), E86 (depolveratore forno 1) e E83 (depolveratore su trasporto ai forni, solo forno 2), descritte nel paragrafo precedente sono state schematizzate mediante **tre sorgenti puntuali**, aventi le caratteristiche geometriche (altezza e diametro camino, quota punto base, temperatura in uscita, ecc.) riportate in precedenza. La sorgente E10 (depolveratore sistema di aspirazione sopra lo scarico su nastro) è stata simulata come puntuale solo nello scenario emissivo massimo, mentre nello scenario emissivo attuale è stata inglobata nella **sorgente volumetrica** adottata per la simulazione delle polveri emesse dalle restanti sorgenti (emissioni fredde, che percentualmente contribuiscono a circa il 10% dell'emissione totale di polveri nello scenario attuale e circa il 2% nello scenario massimo). A tale sorgente volumetrica è stata attribuita una dimensione adeguata a descrivere l'involuppo di questi punti di emissione residui.

L'effetto downwash degli edifici è stato preso in considerazione e schematizzato mediante l'ausilio del codice US – EPA Bpip.

7 RIFERIMENTI NORMATIVI

E' stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 216 del 15 settembre 2010 il decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".

Il nuovo decreto, entrato in vigore il 30 settembre 2010, raccoglie i valori limite delle sostanze inquinanti per l'atmosfera, prima elencati in diversi decreti che vengono ora abrogati.

Di seguito si riportano il quadro normativo preesistente abrogato ed accorpato nel D. Lgs. 13 agosto 2010 n.155.

PTS

DPCM 28.3.83

I valori da non superare sono $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media aritmetica delle medie giornaliere rilevate nell'arco di 1 anno e $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come 95° percentile delle medie giornaliere da rilevate nell'arco di 1 anno (il periodo annuale in questione va dal 1 aprile al 31 marzo dell'anno successivo).

PM10 e PM2.5

Tabella 12 Valori Limite per PM10 (D.M. 22 aprile 2002 n.60)

	Periodo di mediazione	Valore Limite
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 da non superare più di 35 volte per anno civile
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10

Tabella 13 Limiti alle concentrazioni di PM10 e PM2.5 indicati dalla Direttiva 2008/50/CE (11/6/08)

Inquinante	Tipo di limite	Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tempo di mediazione dati	Margine di tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
PM10	valore limite per la protezione della salute umana	50 (da non superare più di 35 volte l'anno)	media nelle 24 ore	-	-(*)
	valore limite per la protezione della salute umana	40	media annuale	-	-(*)
PM2.5 (fase 1)	valore limite per la protezione della salute umana	25	media annuale	20% (**)	1/1/2015
PM2.5 (fase 2) (***)	valore limite per la protezione della salute umana	20	media annuale	-	1/1/2020

(*) Già in vigore.

(**) Al 11 giugno 2008 con riduzione il 1/1/2009 ogni dodici mesi successivi, per raggiungere lo 0% entro il 1 gennaio 2015.

(***) Valore limite indicativo, previsto in revisione nel 2013.

NO₂/NO_x (D.M. 22 aprile 2002 n.60)

Tabella 14 Valori Limite per il Biossido di Azoto e per gli Ossidi di Azoto e soglia di allarme per il Biossido di Azoto

	Periodo di mediazione	Valore Limite
Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m ³ NO ₂ da non superare più di 18 volte per anno civile
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³ NO ₂
Valore limite per la protezione della vegetazione	Anno civile	30 µg/m ³ NO _x

La soglia di allarme è pari a 400 µg/m³ misurati su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria su un area di almeno 100 km².

SO₂ (D.M. 22 aprile 2002 n.60)

Tabella 15 Valori limite e soglia di allarme per il Biossido di Zolfo

	Periodo di mediazione	Valore Limite
Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m ³ SO ₂ da non superare più di 24 volte all'anno
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m ³ SO ₂ da non superare più di 3 volte all'anno
Valore limite per la protezione degli ecosistemi	01.10 – 31.03	20 µg/m ³ SO ₂

La soglia di allarme è pari a 500 µg/m³ misurati su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria su un area di almeno 100 km².

8 STATO ATTUALE DI QUALITÀ DELL'ARIA

La qualità dell'aria attuale, nell'area di interesse, può essere descritta sulla base del documento ARPAV di Relazione Regionale della Qualità dell'Aria per l'anno 2009 (rif. www.arpa.veneto.it/aria_new/htm/documenti.asp), che descrive, tra gli altri, i risultati delle acquisizioni della vicina stazione di monitoraggio di Castelnovo Bariano (tipo: background suburbano, inquinanti: NO_x, SO₂, PM₁₀).

Di seguito si riportano i grafici di interesse estratti dal documento citato, che descrivono la qualità dell'aria a livello regionale per le stazioni di background).

Per quanto concerne gli ossidi di azoto, la Figura 16 mostra che il limite (40 µg/m³) è sostanzialmente sempre rispettato (unica eccezione la è la stazione di Verona Piazza Bernardi). A Castelnovo Bariano il valore medio registrato è pari a 23 µg/m³.

Anche il limite relativo al 98° percentile (pari a 200 µg/m³ ed in vigore fino al 31.12.2009) è sempre rispettato (Figura 17).

E' stato anche verificato il numero dei superamenti del valore limite orario di 200 µg/m³, anche aumentato del margine di tolleranza per l'anno 2009 pari a 10 µg/m³; tale limite non dovrebbe essere superato più di 18 volte all'anno (99.8° percentile annuo). Nessuna stazione in Veneto eccede tale limite.

Per ultimo, l'analisi delle variazioni annuali per NO₂ nelle stazioni di fondo (Figura 18) mostra una tendenza alla diminuzione nella stazione di Castelnovo Bariano (a 5 km dall'area di interesse).

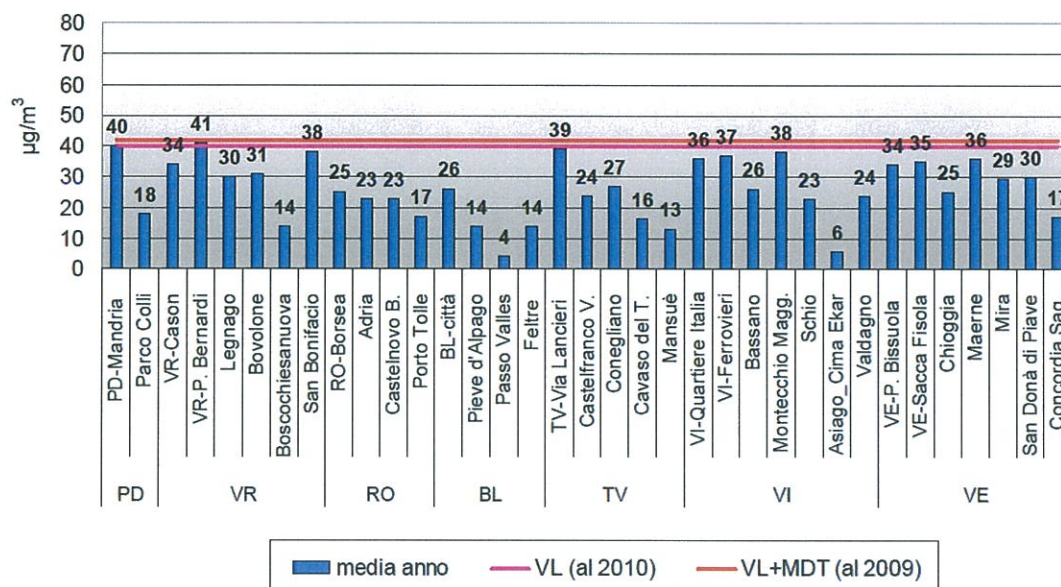


Figura 16 NO₂ media annuale - stazioni di background

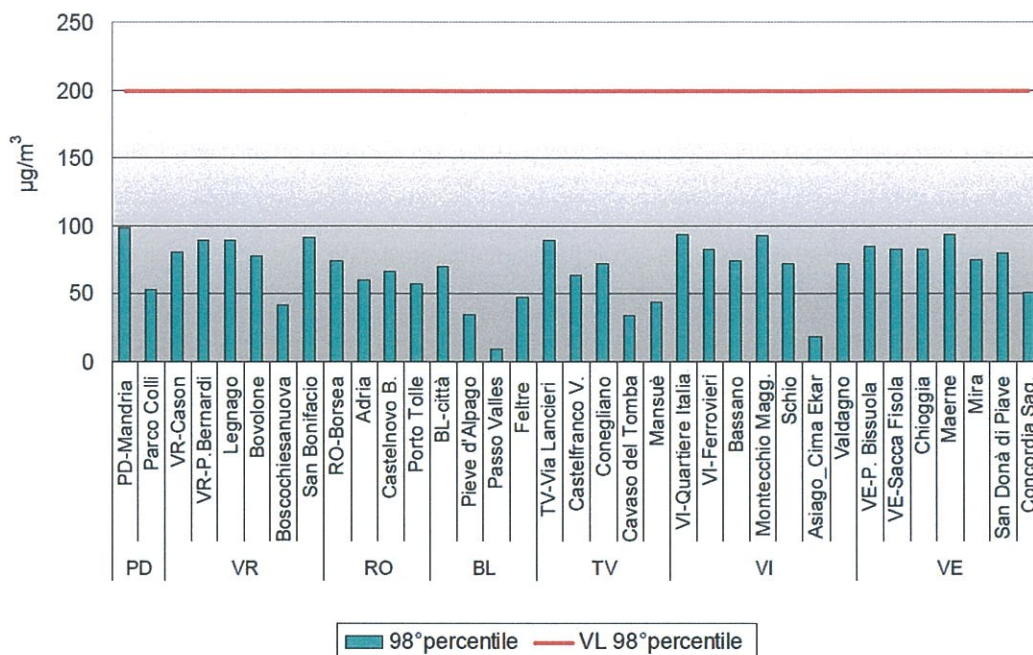


Figura 17 NO2 98° percentile - stazioni di background

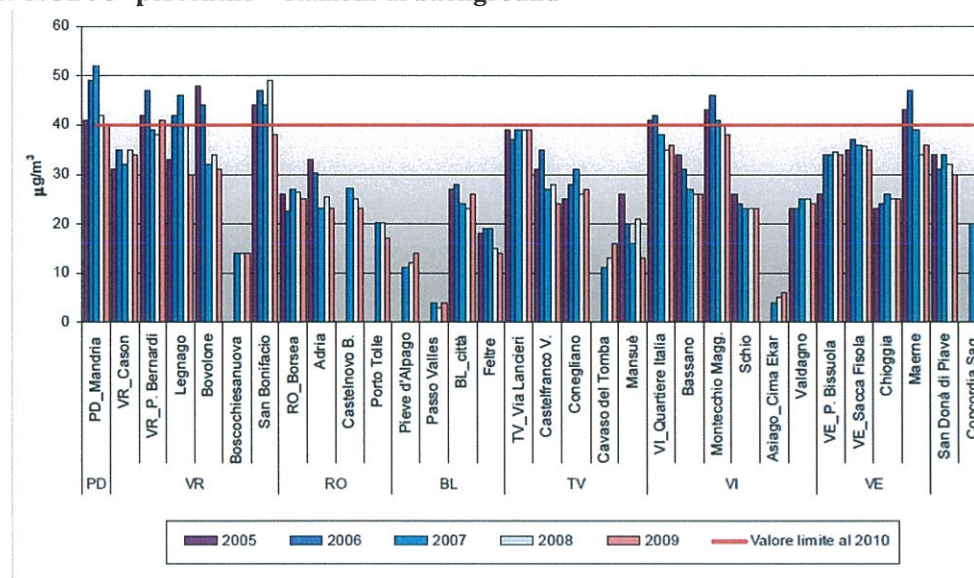


Figura 18 NO2. Andamento delle medie annuali nel periodo 2005 – 2009 - stazioni di background

Per quanto riguarda il PM10, in Figura 22, si riporta il numero di superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per 35 superamenti consentiti) nelle stazioni di background in Veneto. Si osserva una diffusa situazione di eccedenza del limite di legge. In particolare, nella stazione di Castelnuovo Bariano, il numero di superamenti è pari a 85.

Nelle stazioni di tipo traffico e industriale (non riportate nel presente documento) il limite di legge non è mai rispettato.

Una situazione migliore si osserva nel caso del valore limite medio annuale ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) che non è rispettato soltanto in 2 casi su 22: Figura 22). Il valore medio annuo registrato dalla stazione di Castelnuovo Bariano è pari a $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In Figura 19 si osserva l'andamento tendenzialmente decrescente dei valori medi di PM10 nelle stazioni di background del Veneto (tra cui Castelnuovo Bariano). Analoga tendenza (Figura 21) si

osserva nel caso del numero di superamenti del limite medio giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tale tendenza non è tuttavia sufficiente per l'ottenimento del rispetto normativo, come già detto, in molte stazioni del territorio Veneto.

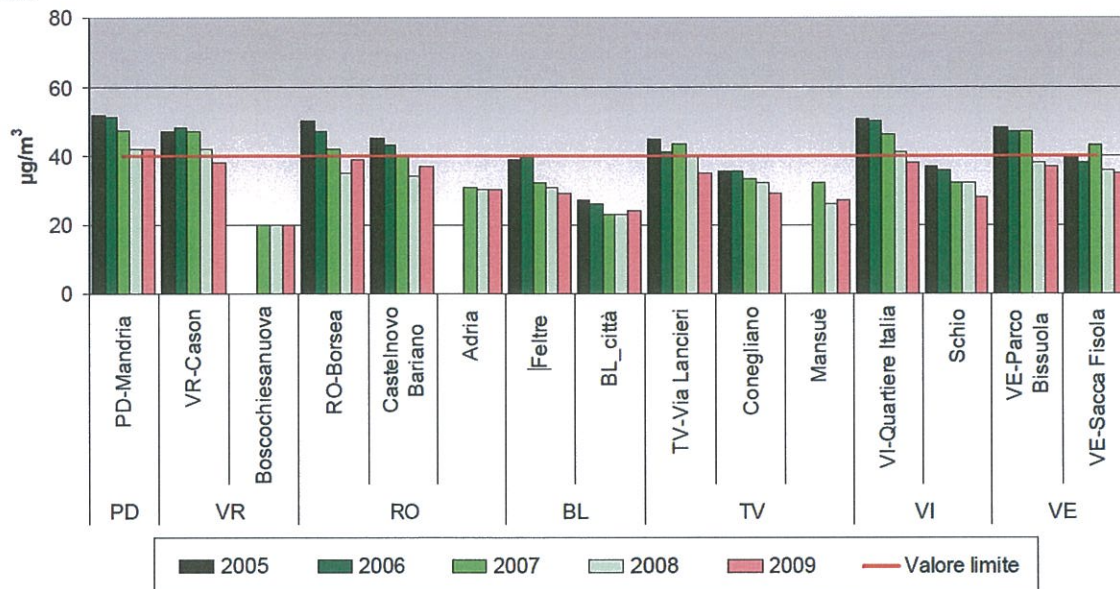


Figura 19 PM10. Andamento delle medie annuali nel periodo 2005 – 2009 - stazioni di background

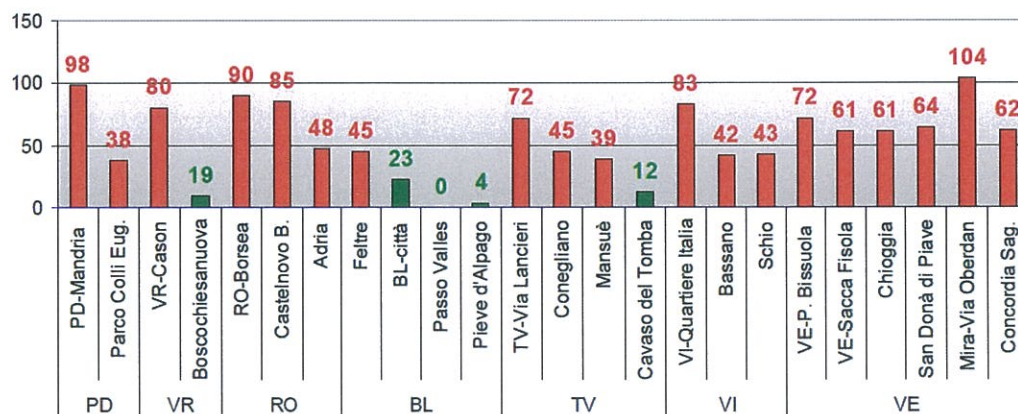


Figura 20 PM10 – Numero di superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana - stazioni di background

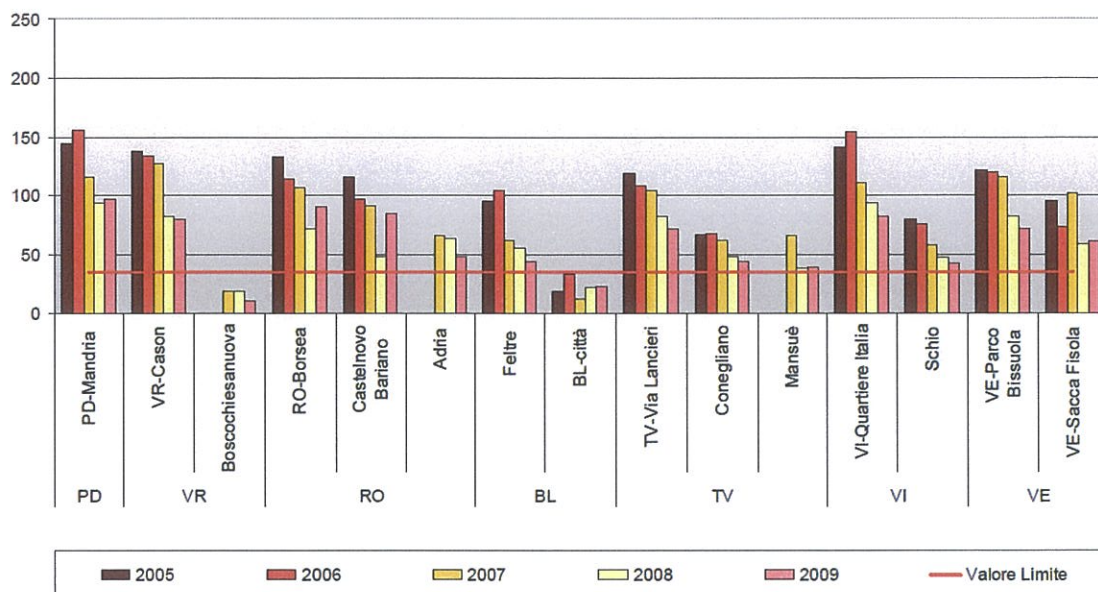


Figura 21 PM10 – Andamento del numero di superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana - stazioni di background

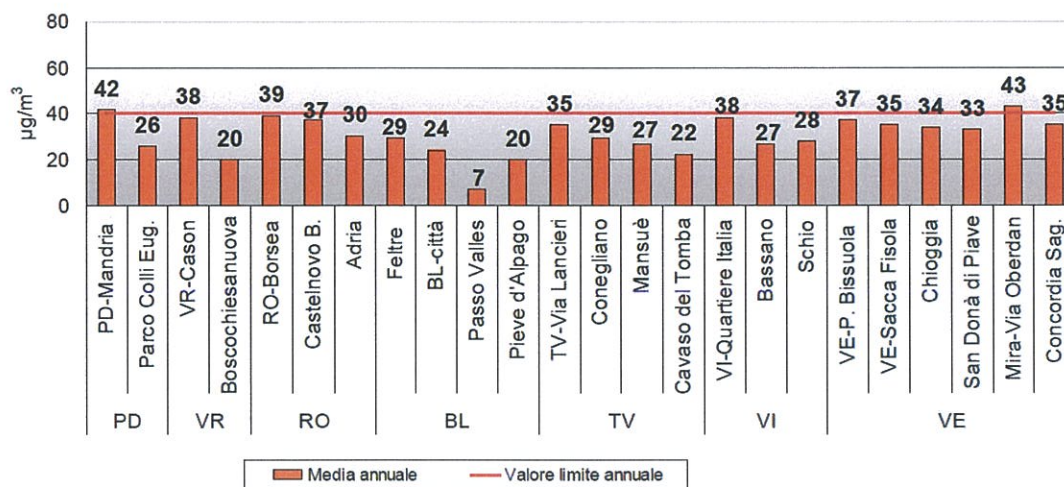


Figura 22 PM10 – Medie annuali e confronto con il valore limite per la protezione della salute umana - stazioni di background.

Il rapporto ARPAV conclude:

<<

Nella presente relazione viene realizzata l'analisi annuale dei dati di qualità dell'aria, provenienti dalle stazioni della rete regionale, relativamente agli inquinanti per cui la normativa stabilisce degli indicatori. Viene inoltre effettuato il confronto con le elaborazioni relative agli anni precedenti, al fine di ottenere una serie storica utile alla comprensione della tendenza complessiva dello stato di qualità dell'aria nel tempo.

I risultati presentati evidenziano che gli inquinanti quali il monossido di carbonio, l'anidride solforosa, il benzene e gli elementi in tracce (piombo, arsenico, cadmio, nichel, mercurio) presentano livelli inferiori ai rispettivi valori limite o valori obiettivo, non costituendo particolare problematica per il territorio veneto.

Un ulteriore sforzo delle politiche volte al risanamento della qualità dell'aria deve essere invece rivolto alla progressiva riduzione delle concentrazioni degli ossidi di azoto, dell'ozono, del particolato PM₁₀ e del benzo(a)pirene, inquinanti su cui porre l'attenzione maggiore per il futuro nel Veneto.

Per quanto riguarda gli ossidi di azoto, dal 2007 si osserva una lieve riduzione delle concentrazioni medie annuali a livello regionale, anche se si registrano superamenti del valore limite annuale in corrispondenza delle stazioni di traffico ed industriali.

Relativamente al particolato PM₁₀, il parametro più critico è il valore limite giornaliero, superato in maniera diffusa in tutta la regione. Il valore limite calcolato sulla media annua risulta invece rispettato nella maggioranza delle stazioni, soprattutto quelle ubicate in siti di fondo. Ferma restando l'importanza del problema legato all'inquinamento delle polveri atmosferiche, verso cui l'attenzione nel monitoraggio dovrà essere sempre alta e rivolta anche alla determinazione delle componenti più fini quali il PM_{2,5}, è importante osservare che l'analisi delle concentrazioni di PM₁₀ degli ultimi anni evidenzia una leggera diminuzione, probabilmente anche a seguito di condizioni meteorologiche favorevoli. Tale risultato, pur rappresentando un importante segnale positivo nell'ambito dell'analisi della qualità dell'aria, non è sufficiente a garantire il rispetto del valore limite giornaliero, indicatore della presenza di fenomeni acuti di inquinamento che si verificano soprattutto nel periodo invernale.

I livelli di benzo(a)pirene, identificato dalla normativa come marker per gli idrocarburi policiclici aromatici, sebbene non siano eccessivamente critici, devono essere tenuti sotto stretto controllo in tutta la regione, con particolare attenzione alle province di Padova e Belluno.

Riguardo agli standard per la protezione della salute umana, l'analisi dei dati annuali di ozono indica l'assenza di superamenti della soglia di allarme, con un diffuso decremento del numero dei superamenti della soglia di informazione a partire dal 2007, mentre il 2009 rispetto all'anno precedente mostra andamenti differenziati. E' importante tuttavia sottolineare che una prima verifica del rispetto del valore bersaglio ne evidenzia il superamento nella quasi totalità delle stazioni. Gli standard per la protezione della vegetazione, allo stato attuale e con verifica per il quinquennio precedente, non vengono ugualmente rispettati.

Le politiche di risanamento dovranno quindi continuare a puntare alla riduzione delle fonti emissive, in particolare per quanto riguarda gli inquinanti individuati quali precursori dell'ozono, ossia gli ossidi di azoto e i composti organici volatili, responsabili nella stagione estiva dell'inquinamento da ozono e determinanti nella formazione del particolato secondario.

Sarà necessario quindi ottimizzare i processi di combustione, riducendo la produzione di ossidi di azoto e parallelamente intervenire per limitare le emissioni di composti organici volatili dei settori di maggiore produzione, anche in relazione ai progressi scientifici e alle migliori tecnologie disponibili. Particolare attenzione dovrà essere rivolta anche alle politiche per la riduzione delle emissioni di benzo(a)pirene. Una diminuzione delle emissioni di questo inquinante è attesa come conseguenza di vari fattori: in particolare acquisterà particolare importanza la regolamentazione degli impianti industriali e l'adozione delle tecnologie di abbattimento in conformità al D.Lgs. 59/2005, che recepisce la direttiva 96/61/CE ("Direttiva IPPC"⁷). Le emissioni domestiche di benzo(a)pirene derivano soprattutto dall'uso di combustibili solidi, principalmente legna e carbone, per cucina e riscaldamento e rivestono un'evidente importanza sia nelle aree rurali sia nelle aree urbane. Il loro

⁷ IPPC: Integrated Pollution Prevention and Control

contributo ai livelli di fondo può rendere meno evidente il beneficio ottenuto da altre misure adottate, ad esempio quelle rivolte alla riduzione delle emissioni veicolari. Sarà quindi auspicabile per il futuro individuare delle azioni integrate, volte a mantenere i livelli di questo inquinante stabilmente al di sotto del valore obiettivo.

>>

9 SIMULAZIONI MATEMATICHE DELLA DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI AERIFORMI

9.1 Il modello utilizzato

Le simulazioni modellistiche d'impatto sulla qualità dell'aria sono state condotte con il codice di calcolo **ISCST3**, sviluppato da U.S. EPA, dotato di un'interfaccia utente di tipo visuale per la generazione dell'input.

Di seguito si forniscono alcune indicazioni di carattere descrittivo sul codice di calcolo e sull'interfaccia grafica.

9.1.1 Descrizione del modello ISC3ST

Il modello ISC3ST (Industrial Source Complex Dispersion Models version 3, "short term") ha sostituito, nell'agosto 1995, la precedente versione (ISC2) nelle "Guideline Of The Air Quality Models" (cfr. Supplement C - August 1995) pubblicate dall'U.S. EPA (United States Environmental Protection Agency). Questo modello è identificato nelle «Guidelines on Air Quality Models» dell'U.S. EPA, come «preferred» per siti a topografia piana o ondulata (rilievi di altezza inferiore alla quota fisica di emissione), anzi in questi casi il suo utilizzo è classificato tra le «refined modeling techniques». Per i siti a topografia complessa, invece, l'algoritmo incluso nell'ISC3 è equivalente a quello del modello COMPLEX-I e rappresenta una tecnica di "screening" che fornisce in queste situazioni stime ampiamente conservative. Nel seguito sono elencate le caratteristiche principali del modello, mentre per una descrizione dettagliata si rimanda ai manuali relativi: User's Guide For The Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion Models (Revised), Volume I - User Instructions, Volume II - Description of Model Algorithms.

Le equazioni di base del modello sono quelle classiche che descrivono la dispersione rettilinea di un pennacchio "gaussiano" in condizioni stazionarie. Tali equazioni, con alcune modifiche, sono usate per trattare diverse tipologie di sorgenti, classificabili in quattro categorie principali: sorgenti di tipo puntiforme, sorgenti di tipo areale, sorgenti di tipo volume e sorgenti "open pit" (cave, miniere a cielo aperto); le sorgenti lineari possono essere simulate attraverso opportune catene di sorgenti tipo area o volume. Per le sorgenti puntiformi, come ad esempio le emissioni da camini, il modello può simulare sia il downwash da camino (stack-tip downwash, Briggs 1974) sia il downwash causato dagli edifici circostanti (building downwash, trattato, secondo i casi, con gli algoritmi di Scire e Schulman oppure Huber e Snyder). Il modello consente il calcolo delle concentrazioni, della deposizione secca (esclusivamente di tipo gravitazionale) e della deposizione umida.

L'equazione gaussiana di base, relativa ad una sorgente puntiforme con pennacchio stazionario, utilizzata per il calcolo della concentrazione media oraria ad una distanza sottovento x e ad una distanza laterale y , è la seguente:

$$\chi = \frac{QKVD}{2\pi u_s \sigma_y \sigma_z} \cdot e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2}$$

dove:

χ	Concentrazione oraria (massa per unità di volume)
Q	Rateo di emissione (massa per unità di tempo)
K	Coefficiente per trasformazione le concentrazioni nelle unità di misura desiderate
V	Termine di dispersione verticale
D	Termine di decadimento

- σ_y Deviazione standard della distribuzione laterale delle concentrazioni (m)
- σ_z Deviazione standard della distribuzione verticale delle concentrazioni (m)
- u_s Velocità del vento media alla quota di rilascio (m/s)

Il termine di dispersione verticale V, per la cui descrizione si rimanda al manuale del modello (vol. II), include gli effetti dovuti all'altezza fisica del camino, eventualmente modificata per tener conto dello stack-tip downwash, all'innalzamento del pennacchio (Briggs 1969, 1974, 1975), alla quota dei recettori, allo strato di rimescolamento, alla deposizione secca, ecc.

La velocità del vento, se necessario, viene estrapolata alla quota di emissione secondo la seguente legge di potenza:

$$u_s = u_m \left(\frac{h_s}{z_m} \right)^p$$

dove u_m è la velocità del vento misurata alla quota z_m , mentre all'esponente p , in mancanza di informazioni fornite dall'utente, vengono assegnati dal modello valori standard funzione della categoria di stabilità e dell'opzione rural o urban mode.

I parametri di dispersione orizzontale e verticale del pennacchio dipendono dall'opzione "rural / urban mode": nel primo caso vengono adottate le curve di Pasquill-Gifford, mentre nel secondo quelle di McElroy-Pooler; si rimanda ai manuali per maggiori dettagli.

La novità principale dell'ISC3, rispetto alle precedenti versioni, è che può essere utilizzato, come modello di screening, limitatamente alle sorgenti di tipo puntiforme e di tipo volume, anche per territori con rilievi orografici elevati poiché contiene gli algoritmi del modello U.S. EPA COMPLEX-I. Rispetto a questo, inoltre, permette una gestione completamente in linea con le indicazioni contenute nelle già citate Guidelines per quanto riguarda i siti in cui è presente sia terreno pianeggiante sia montagnoso. Infatti, come previsto dalle Guideline per recettori che si trovano a quote intermedie, cioè quelli la cui quota è compresa tra la sommità del camino e l'asse di livellamento del pennacchio, l'ISC3 applica sia l'algoritmo per terreno piano sia l'algoritmo per terreno complesso e seleziona quello che tra i due produce l'impatto più elevato. Tale schema, definito per terreno intermedio, viene eseguito procedendo recettore per recettore, sorgente per sorgente ed ora per ora.

Il trattamento del terreno complesso effettuato da ISC3 prevede tra l'altro, in analogia al modello COMPLEX-I, una modifica dell'equazione gaussiana attraverso la sostituzione del termine di distribuzione laterale con una distribuzione uniforme delle concentrazioni su un settore di ampiezza pari a 22,5°. L'equazione è modificata come segue:

$$\chi = \frac{QKVD}{\sqrt{2\pi} u_s R \frac{\pi}{8} \sigma_z} \cdot corr$$

dove:

- $R = \sqrt{x^2 + y^2}$ è la distanza radiale del recettore dalla sorgente e sostituisce la distanza sottovento x e la distanza laterale y
- Corr è un fattore di attenuazione per i recettori che si collocano al disopra dell'asse di livellamento del pennacchio

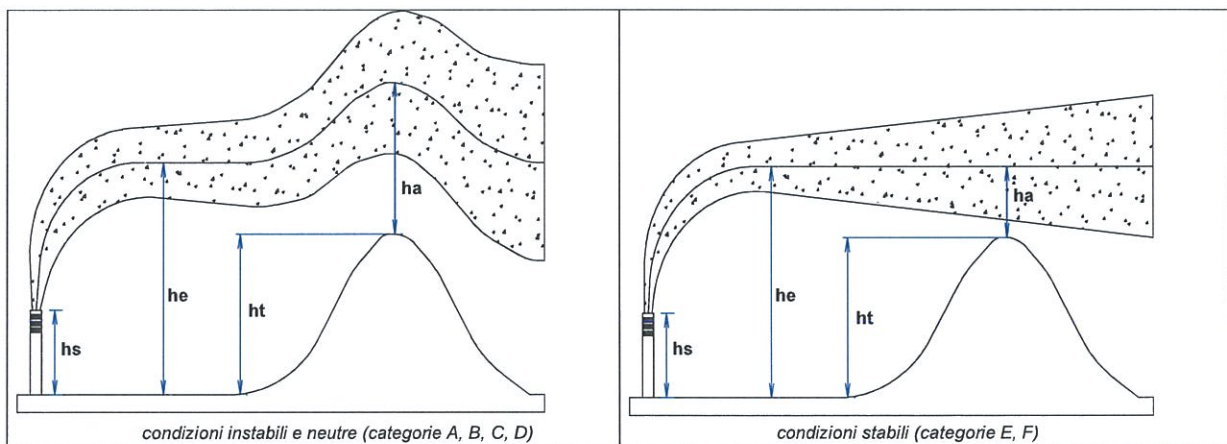
Il termine verticale V nel caso di terreno complesso prevede un comportamento del pennacchio differente rispetto al terreno piano, in particolare l'algoritmo si basa sulle seguenti assunzioni:

- l'asse del pennacchio si mantiene alla quota di stabilizzazione quando passa sui rilievi montuosi in condizioni stabili (categorie E ed F), mentre viene effettuata una correzione pari a metà altezza in condizioni instabili o neutre (categorie A, B, C e D);
- la quota dell'asse centrale del pennacchio rispetto al suolo non è mai inferiore a 10 m;
- l'altezza dello strato di rimescolamento segue l'orografia;

Si assume pertanto che, in condizioni di instabilità atmosferica, la complessità del terreno ed il susseguente generarsi di vortici termici, siano in grado di influenzare la quota di livellamento del pennacchio, contrariamente a quanto avviene in condizioni stabili.

Dal punto di vista matematico queste assunzioni vengono trattate modificando la quota di stabilizzazione del pennacchio rispetto al suolo come illustrato nelle figure e nell'equazione seguente:

$$h_a = h_e - (1 - F_t) \cdot h_t$$



dove:

- h_a è la quota di livellamento del pennacchio aggiustata per l'orografia
- h_e è la quota di livellamento del pennacchio rispetto alla base del camino in assenza di effetti causati dall'orografia
- h_t è la quota del recettore riferita alla base del camino
- F_t è il fattore di aggiustamento per l'orografia che assume il valore di 0,5 nel caso di condizioni instabili o neutre (categorie da A a D) ed il valore di 0,0 in condizioni stabili

In condizioni stabili la variazione della quota del pennacchio è simulata attraverso l'applicazione di un fattore di attenuazione delle concentrazioni in funzione dell'altezza. Questo fattore, indicato con la variabile *corr* nell'equazione di dispersione per terreno complesso, assume valore unitario per i recettori che si trovano a quota inferiore dell'asse del pennacchio indisturbato, e decresce linearmente con l'incrementare dell'altezza del recettore rispetto all'asse del pennacchio, fino a raggiungere il valore zero per i recettori che si collocano almeno 400 m al di sopra dell'asse del pennacchio indisturbato:

$$\begin{aligned}
corr &= 1.0 && \text{per categorie A, B, C, D} \\
corr &= 1.0 && \text{per } \Delta H_r \leq 0 \text{ m} \\
corr &= 0.0 && \text{per } \Delta H_r \geq 400 \text{ m} \\
corr &= \frac{400 - \Delta H_r}{400} && \text{per } \Delta H_r < 400 \text{ m}
\end{aligned}$$

dove:

corr è il fattore di attenuazione
 ΔH_r altezza del recettore rispetto all'asse di livellamento del pennacchio indisturbato (cioè in assenza di rilievi orografici)

9.1.2 Descrizione dell'interfaccia Visual ISCST3

La generazione del file di input per l'esecuzione delle simulazioni con ISCST3 è stata condotta mediante l'utilizzo di un'interfaccia esperta prodotta e commercializzata da Envitech - Ambiente e Tecnologie S.r.l. (Figura 23). Tale interfaccia integra il codice di calcolo, disponibile in formato sorgente FORTRAN presso US-EPA, ed un gestore dell'output del codice mediante interfacciamento con il software commerciale Surfer, prodotto e commercializzato dalla Golden Software.

La gestione ed esecuzione delle simulazioni eseguite mediante ISCST3 è integralmente guidata e l'utente viene portato passo dopo passo alla generazione del file di input, alla sua verifica ed al lancio della simulazione mediante la compilazione del sorgente di ISCST3 fornita con l'interfaccia. Il file di input può inoltre essere visionato e modificato manualmente dall'utente. È disponibile un'opzione per il riepilogo delle impostazioni di simulazione. Nel corso dell'esecuzione delle simulazioni è possibile monitorarne lo stato di avanzamento. Il file di output prodotto può essere post-processato per la visualizzazione dei risultati con Surfer.

La compilazione del modello matematico ISCST3 attualmente integrata nell'interfaccia esperta Visual ISCST3 è in grado di fornire le seguenti prestazioni:

- gestione fino a 1000 sorgenti
- gestione fino a 2651 recettori
- tipi di calcolo: concentrazione e deposizione secca
- tipi di modulazione temporale delle emissioni: oraria giornaliera, stagionale, mensile, oraria stagionale
- gestione di 10 categorie granulometriche
- calcolo di 28 parametri statistici, ed in particolare: massimo orario assoluto in termini sia spaziali sia temporali, medie mensili, stagionali, semestrali e di periodo, percentili orari (99.8°, 98°, 50°) e giornalieri (98°, 95°, 50° e 50° invernale), deposizione totale di periodo
- gestione del file di input meteorologico in modo trasparente all'utente

Su richiesta, limitatamente alle potenzialità dell'interfaccia esperta e della macchina di calcolo in uso, il fornitore è a disposizione per qualsiasi variazione personalizzata delle caratteristiche sopra citate.

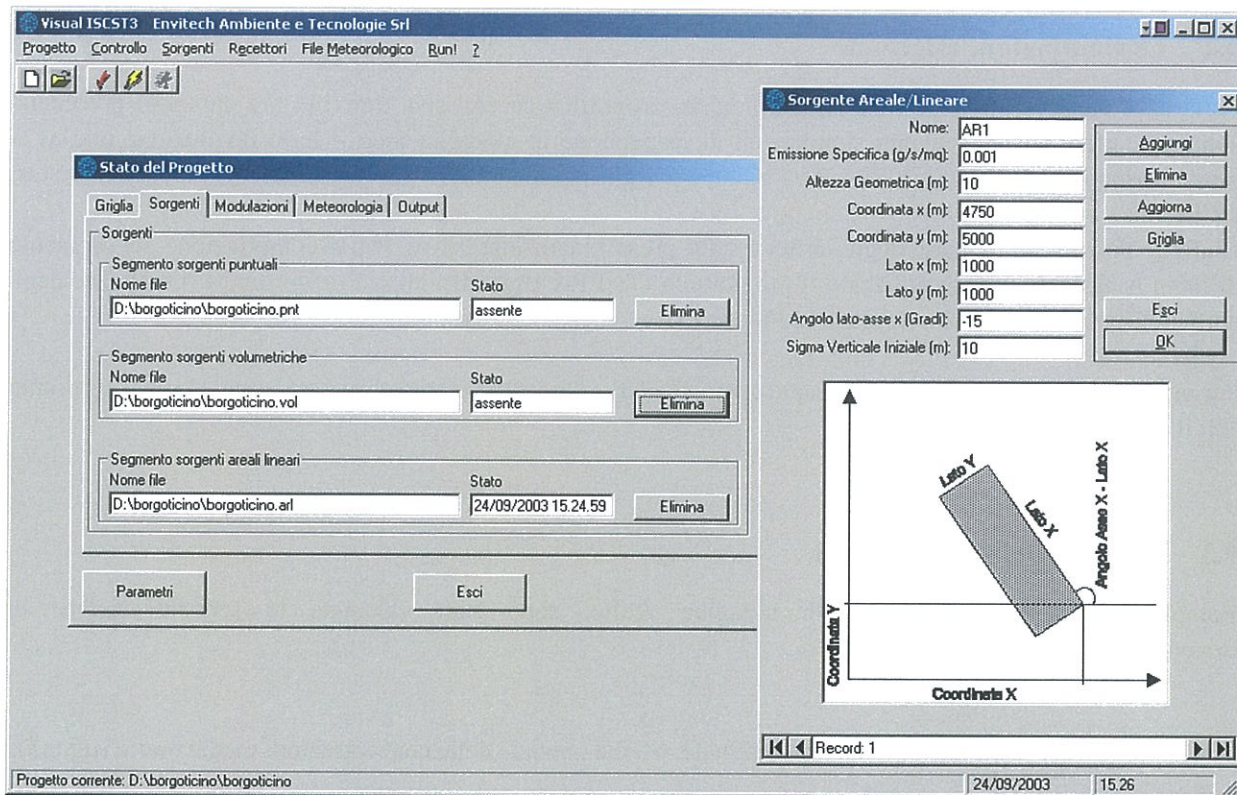


Figura 23 Interfaccia Visual ISCST3

9.2 Le simulazioni effettuate

Sulla base della caratterizzazione meteorologica, orografica ed emissiva descritta nei paragrafi precedenti sono state effettuate le seguenti simulazioni di dispersione in modalità short – term (evoluzione oraria) di lungo periodo (annuale: 1/1/2009 – 31/12/2009) per gli inquinanti: PTS (polveri totali sospese), NOx, SOx, HCl e HF.

L'effetto downwash da parte degli edifici è stato preso in considerazione. Per la compilazione del segmento di input necessario è stato utilizzato il programma US EPA Bpip (Building Profile Input). Le altezze degli edifici utilizzate sono quelle riportate in Figura 13.

Per ognuno degli inquinanti simulati sono stati calcolati i descrittori statistici su base annuale per il confronto con i limiti di legge.

9.3 Risultati delle simulazioni

Complessivamente, sul dominio di indagine scelto, sono state calcolate le seguenti mappe di isoconcentrazione al suolo:

1. Figura 24 PTS. Scenario emissivo attuale. Media annuale delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
2. Figura 25 PTS. Scenario emissivo massimo. Media annuale delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
3. Figura 26 PTS. Scenario emissivo attuale. 95-esimo percentile delle concentrazioni medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
4. Figura 27 PTS. Scenario emissivo massimo. 95-esimo percentile delle concentrazioni medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
5. Figura 28 PTS. Scenario emissivo attuale. Massimo delle concentrazioni medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
6. Figura 29 PTS. Scenario emissivo massimo. Massimo delle concentrazioni medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
7. Figura 30 NOX. Scenario emissivo attuale. Media annuale delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
8. Figura 31 NOX. Scenario emissivo massimo. Media annuale delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
9. Figura 32 NOX. Scenario emissivo massimo ridotto (concentrazione all'emissione NOx pari $1500\text{mg}/\text{Nm}^3$). Media annuale delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
10. Figura 33 NOX. Scenario emissivo attuale. 99.8-esimo percentile orario delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
11. Figura 34 NOX. Scenario emissivo massimo. 99.8-esimo percentile orario delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
12. Figura 35 NOX. Scenario emissivo massimo ridotto (concentrazione all'emissione NOx pari $1500\text{mg}/\text{Nm}^3$). 99.8-esimo percentile orario delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
13. Figura 36 SOx. Scenario emissivo attuale. Media annuale delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

14. Figura 37 SOx. Scenario emissivo massimo. Media annuale delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
15. Figura 38 SOx. Scenario emissivo attuale. Massimo annuale delle concentrazioni medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
16. Figura 39 SOx. Scenario emissivo massimo. Massimo annuale delle concentrazioni medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
17. Figura 40 HCl. Scenario emissivo attuale. Media annuale delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
18. Figura 41 HCl. Scenario emissivo massimo. Media annuale delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
19. Figura 42 HF. Scenario emissivo attuale. Media annuale delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
20. Figura 43 HF. Scenario emissivo massimo. Media annuale delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

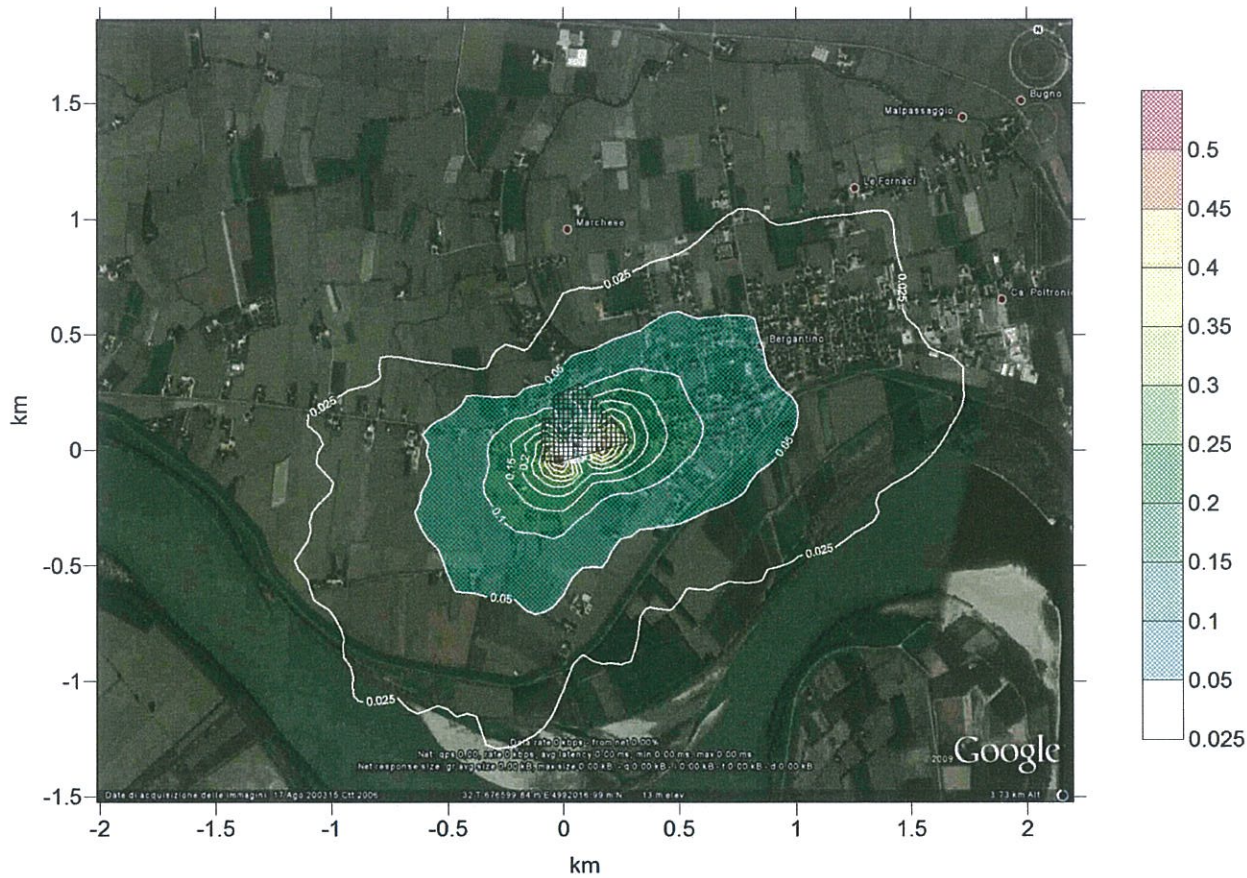


Figura 24 PTS. Scenario emissivo attuale. Media annuale delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

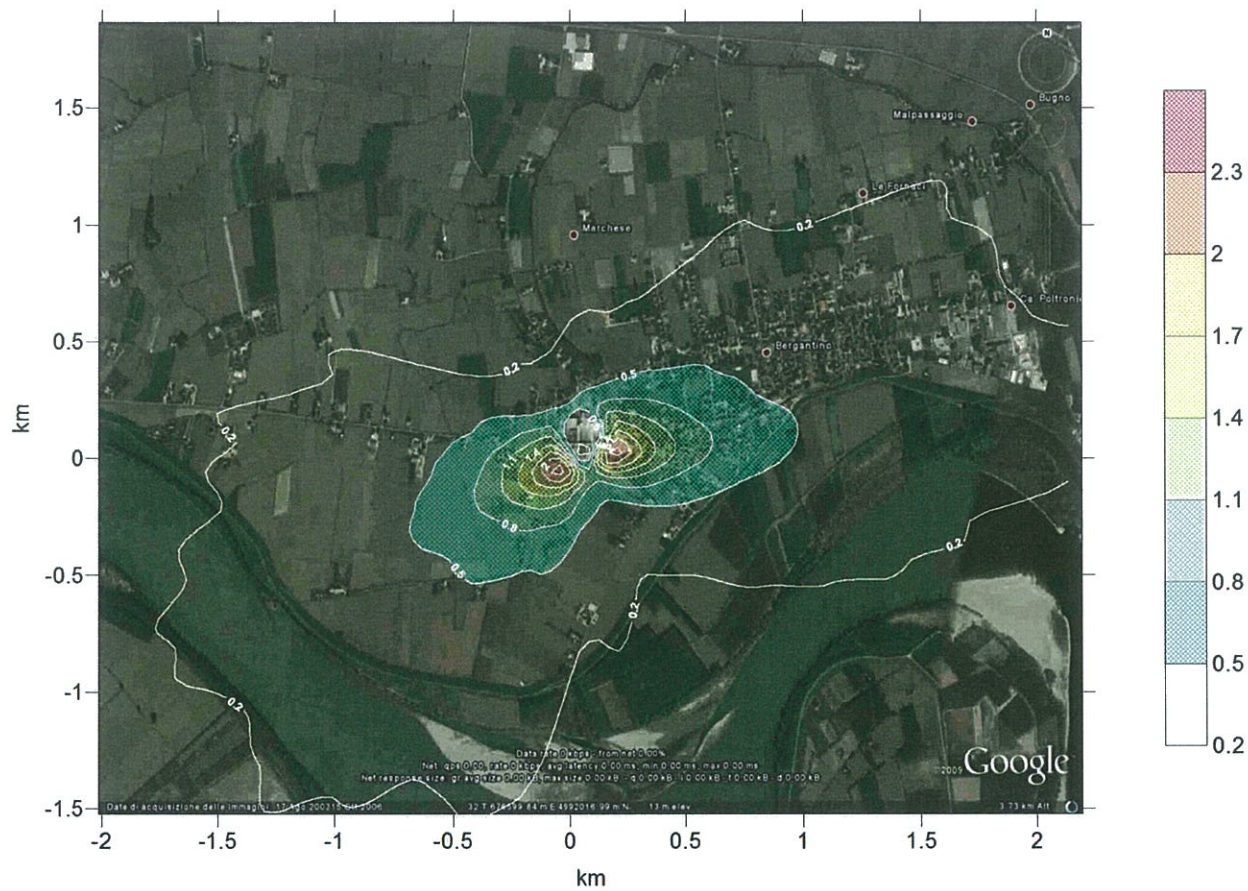


Figura 25 PTS. Scenario emissivo massimo. Media annuale delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

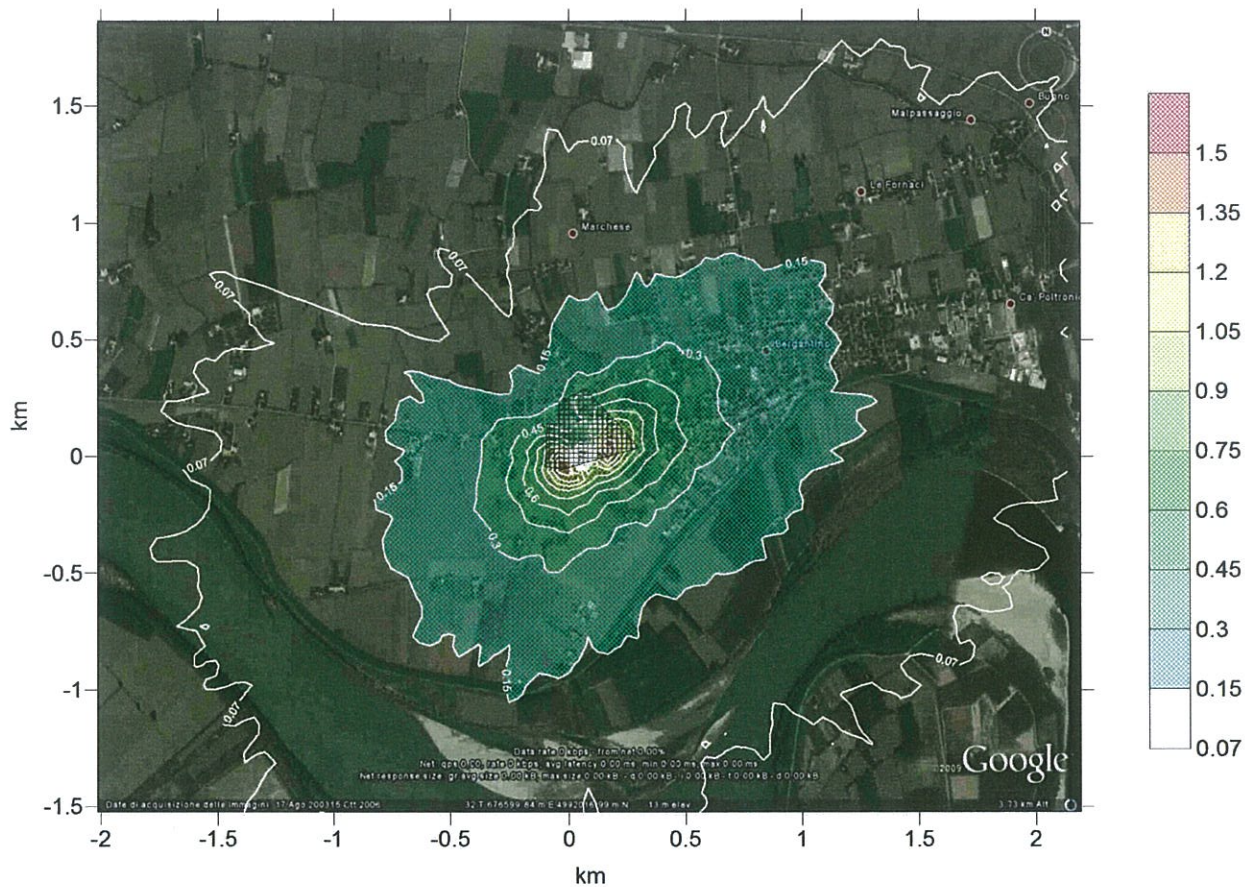


Figura 26 PTS. Scenario emissivo attuale. 95-esimo percentile delle concentrazioni medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

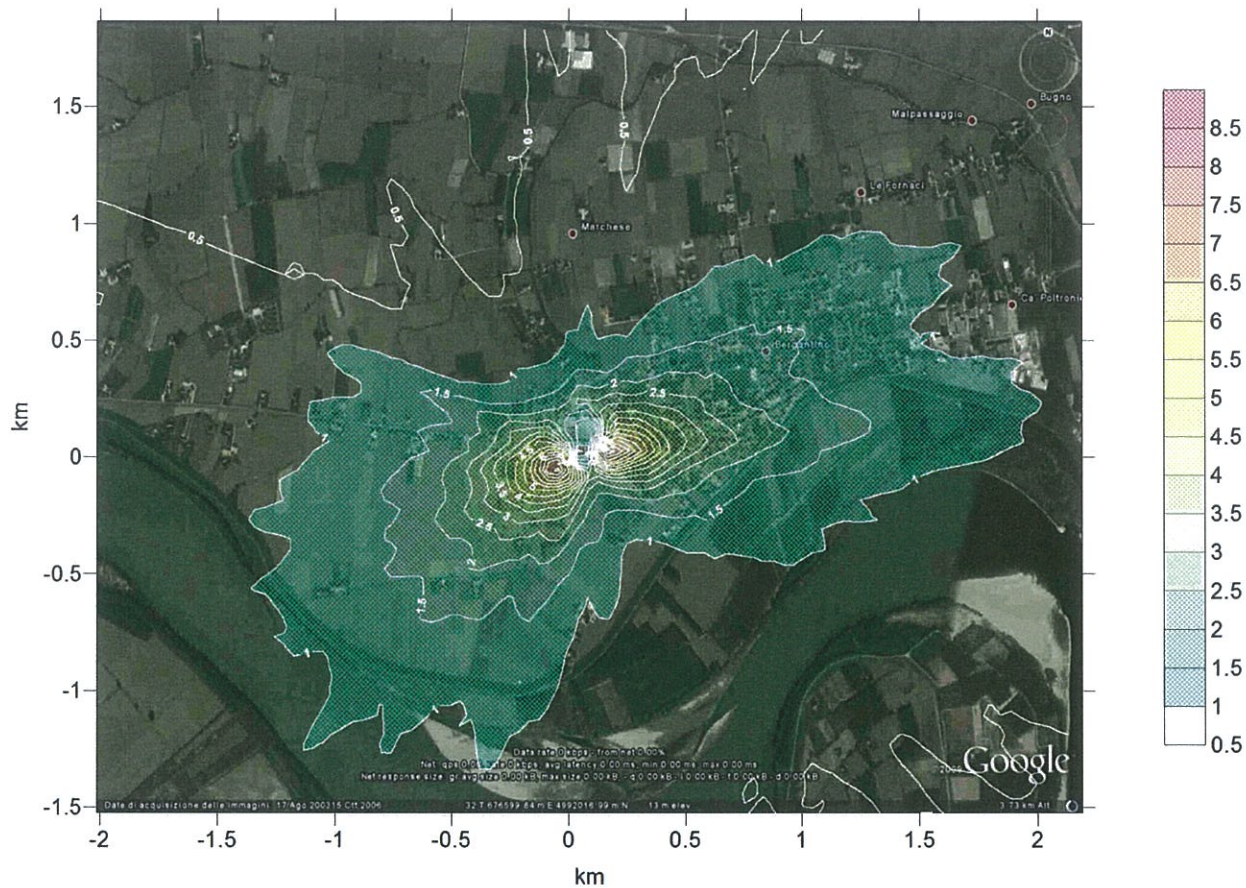


Figura 27 PTS. Scenario emissivo massimo. 95-esimo percentile delle concentrazioni medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).



Figura 28 PTS. Scenario emissivo attuale. Massimo delle concentrazioni medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

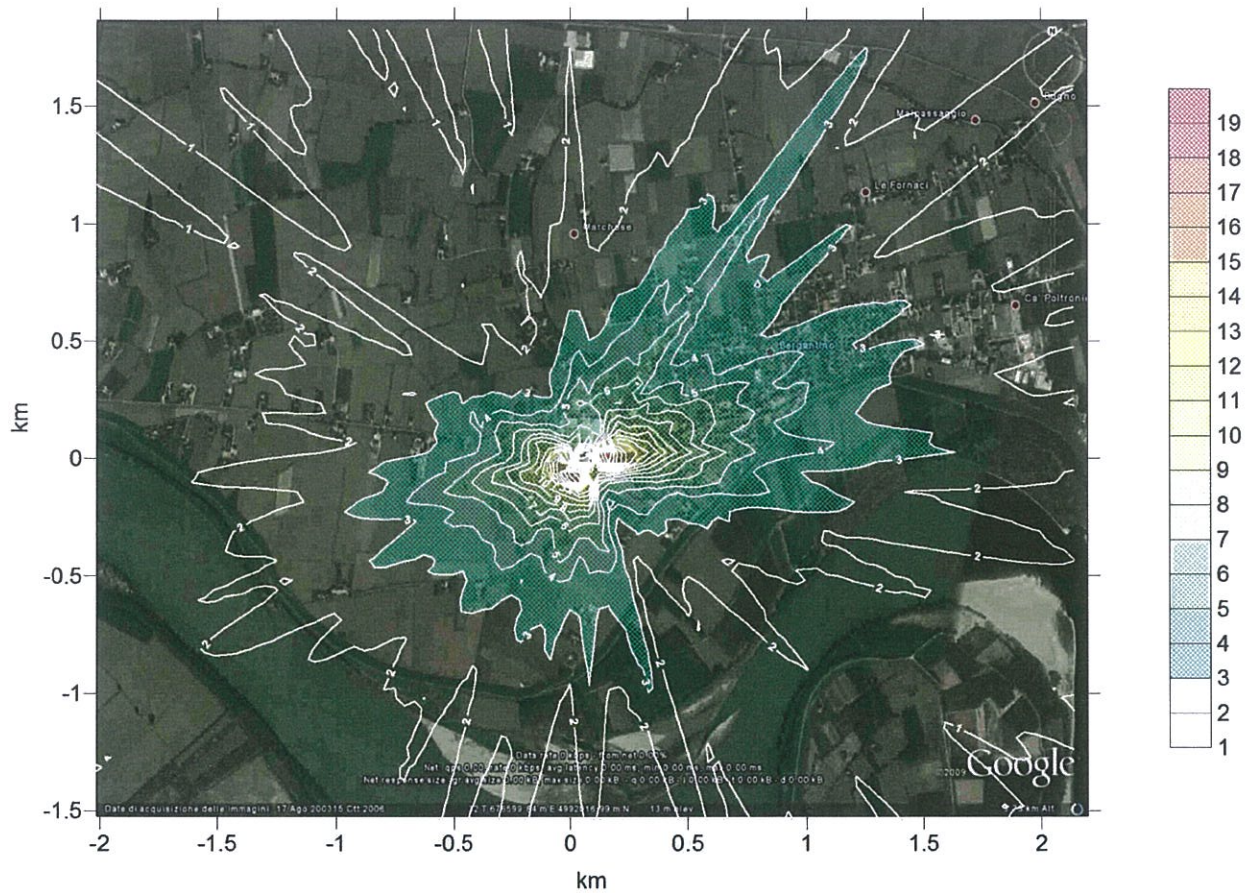


Figura 29 PTS. Scenario emissivo massimo. Massimo delle concentrazioni medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

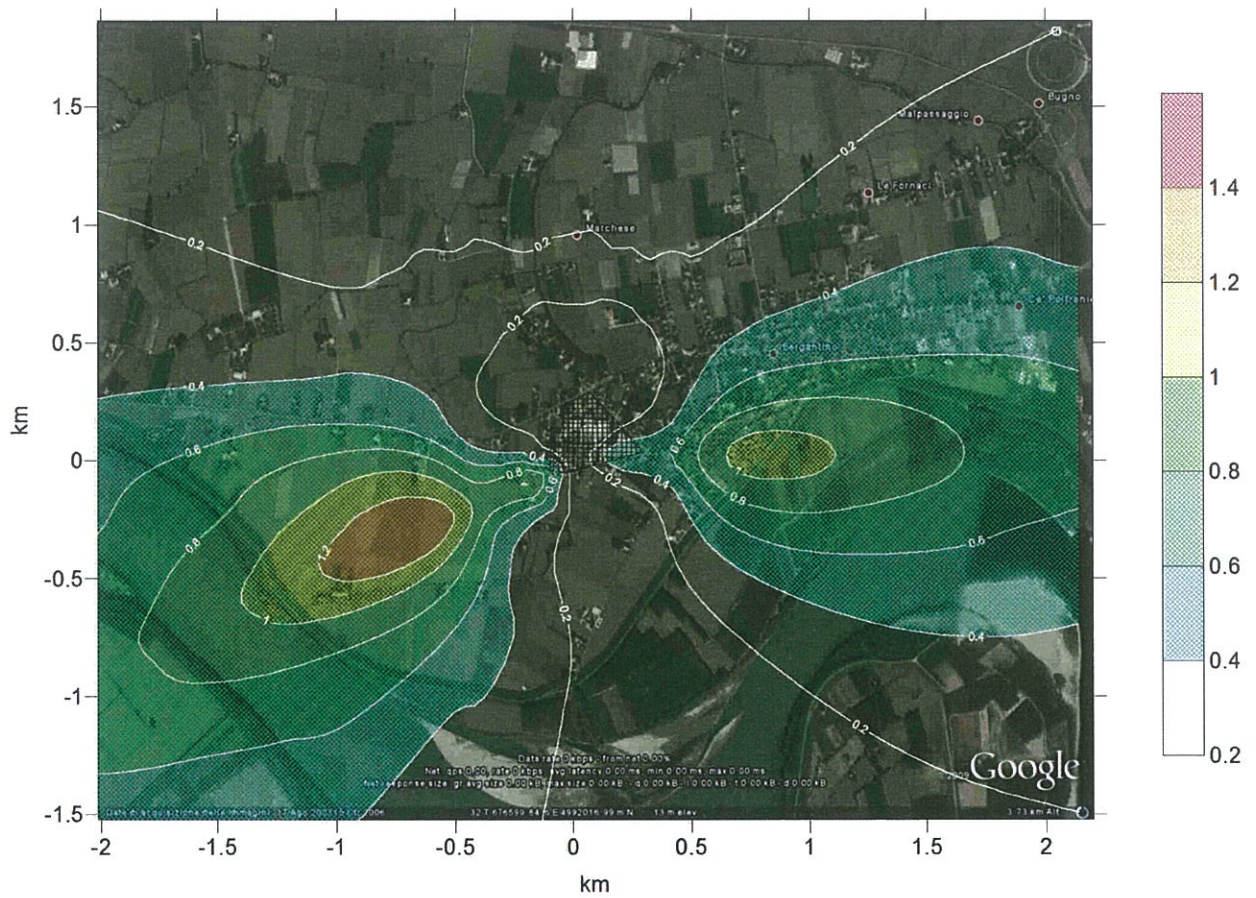


Figura 30 NO_x. Scenario emissivo attuale. Media annuale delle concentrazioni medie orarie (µg/m³).

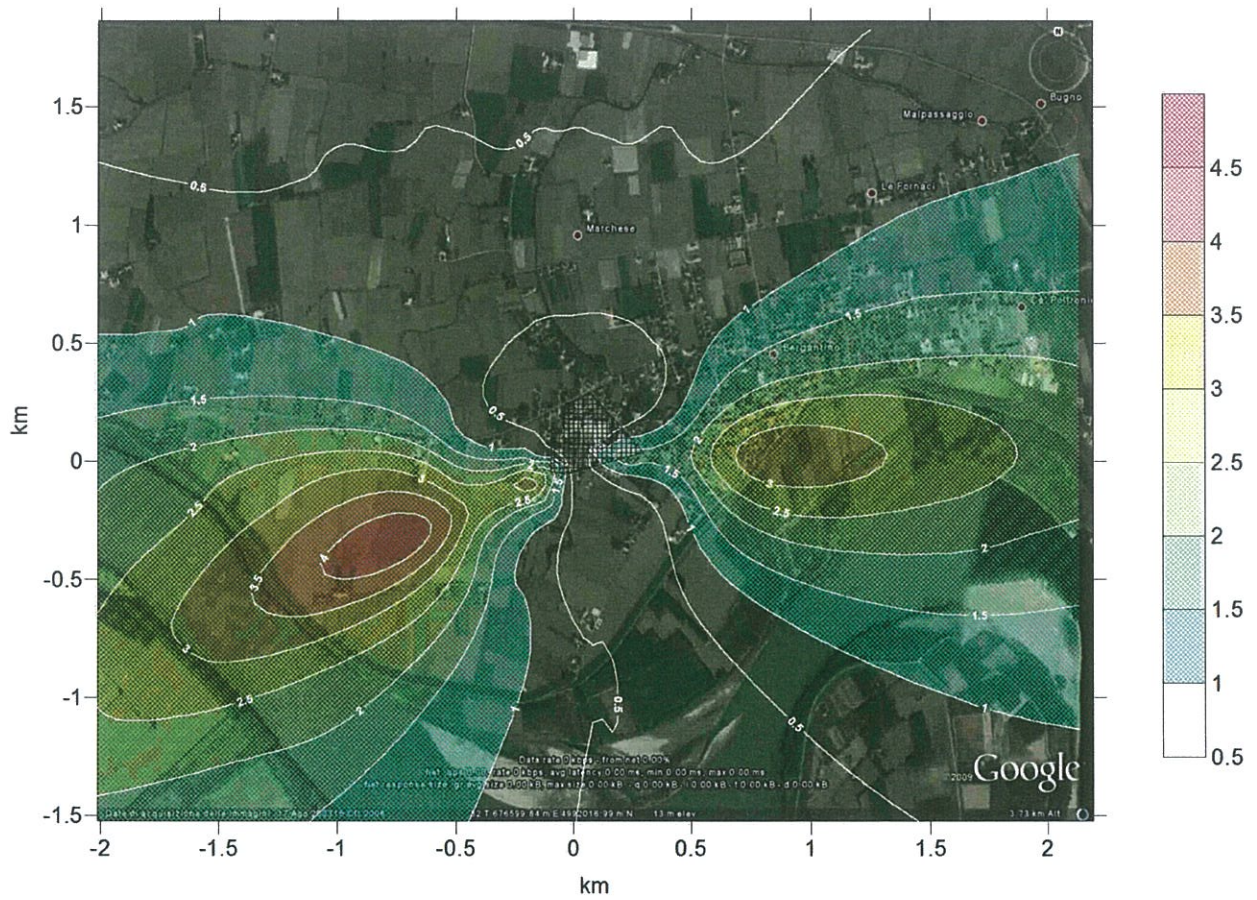


Figura 31 NO_x. Scenario emissivo massimo. Media annuale delle concentrazioni medie orarie (µg/m³).

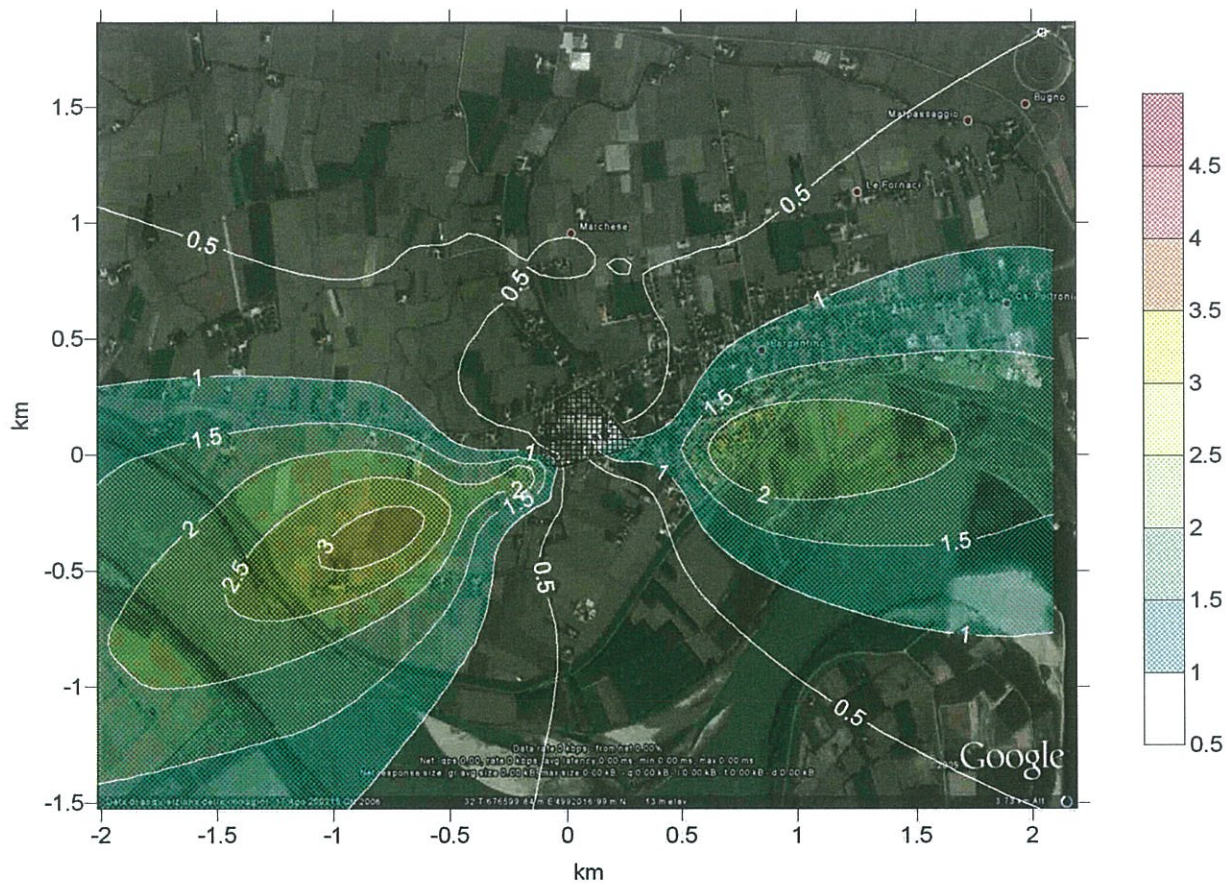


Figura 32 NO_x. Scenario emissivo massimo ridotto (concentrazione all'emissione NO_x pari 1500mg/Nm³). Media annuale delle concentrazioni medie orarie (µg/m³).

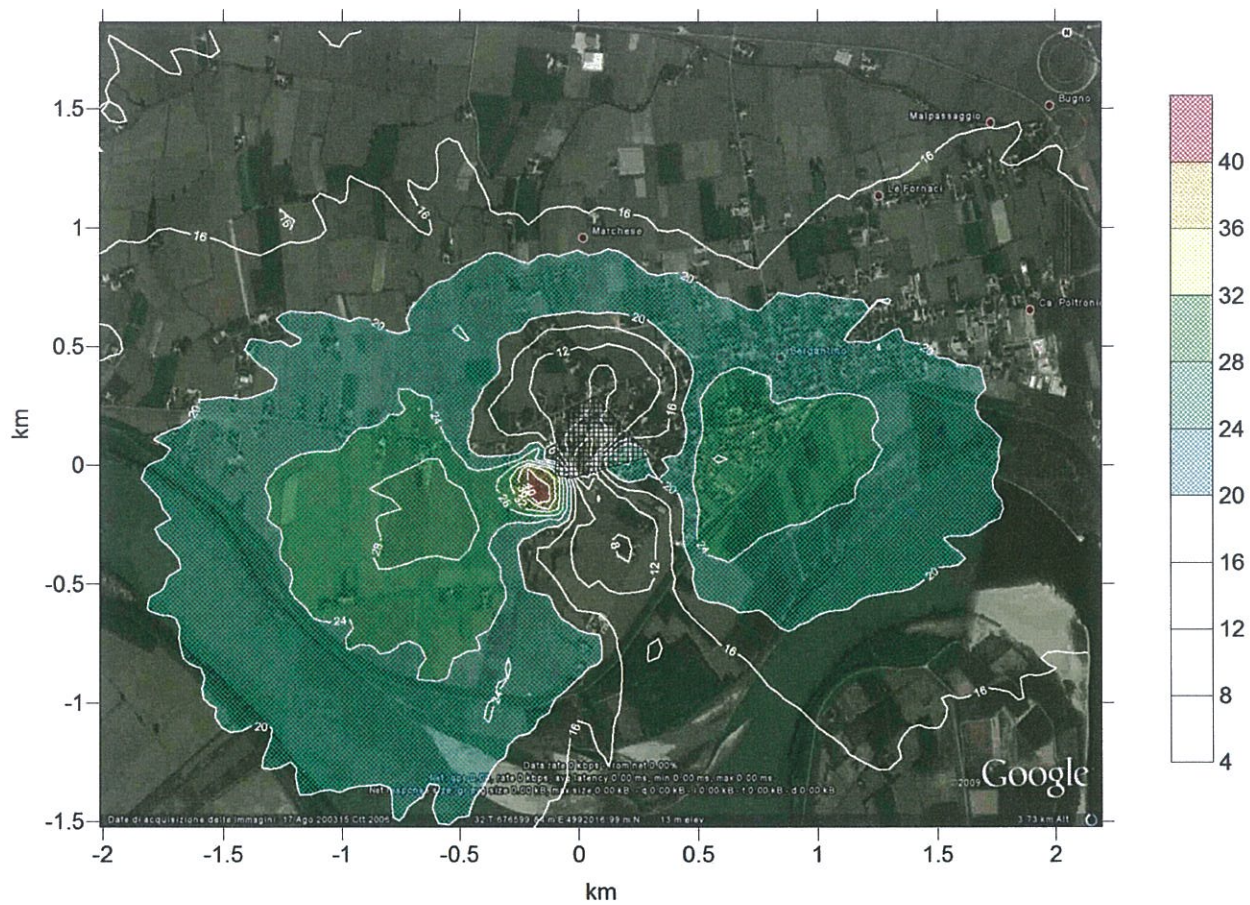


Figura 33 NO_x. Scenario emissivo attuale. 99.8-esimo percentile orario delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

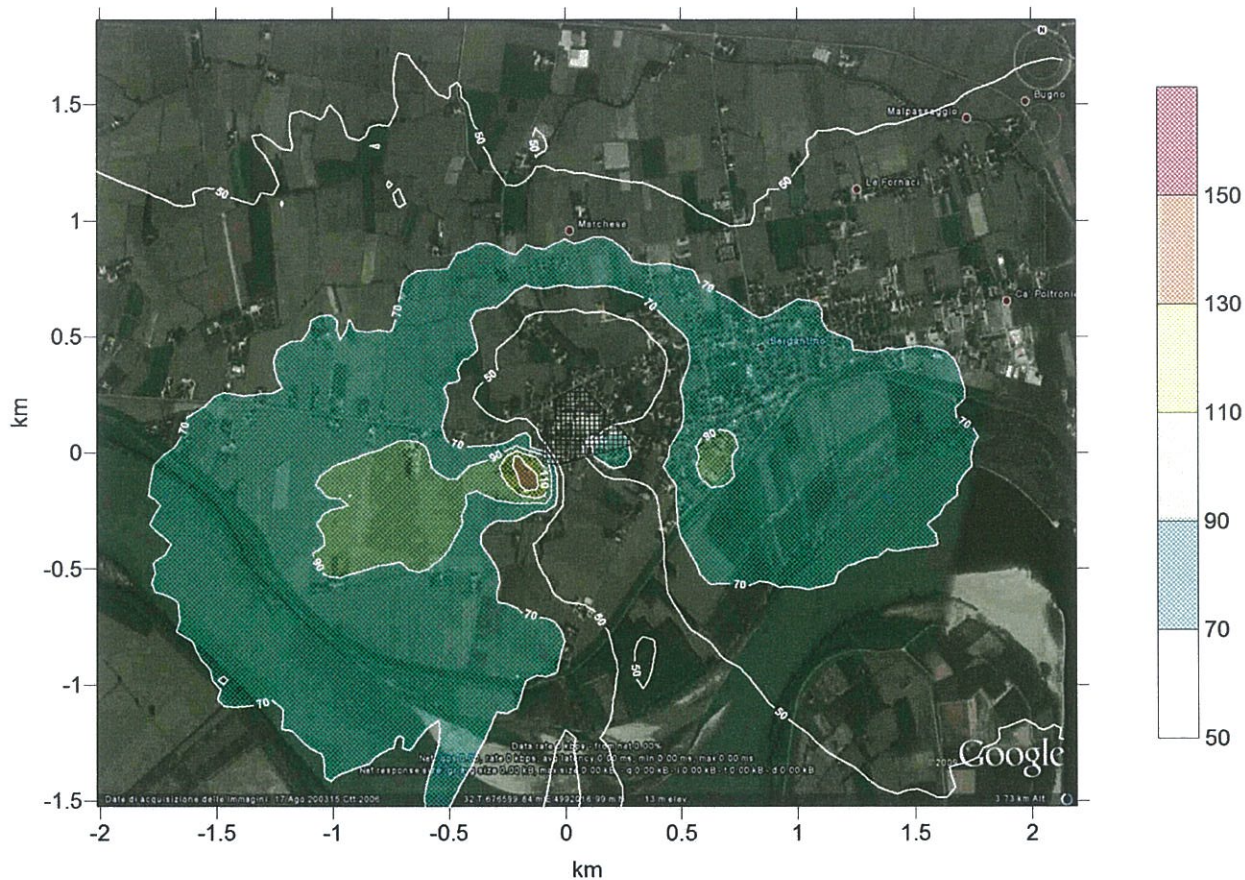


Figura 34 NOx. Scenario emissivo massimo. 99.8-esimo percentile orario delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

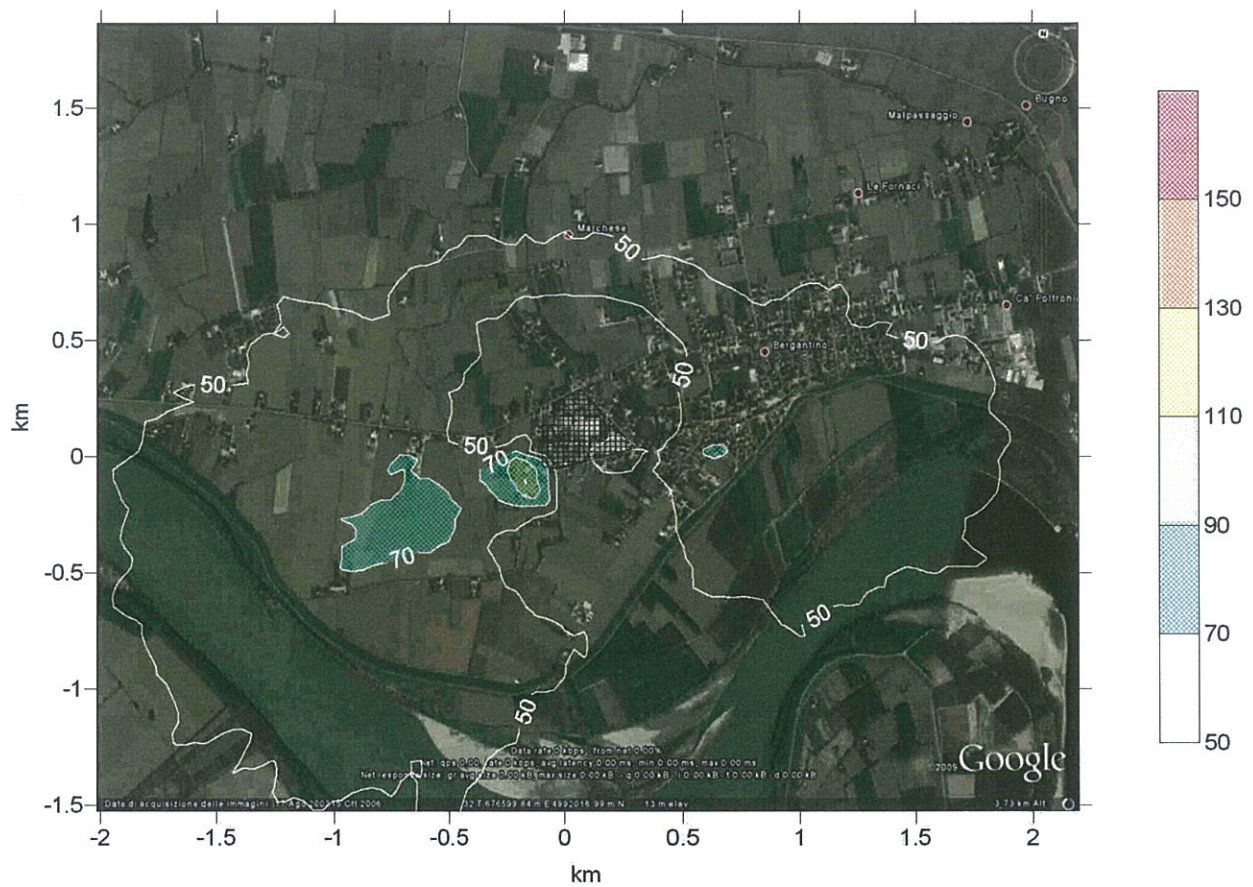


Figura 35 NOX. Scenario emissivo massimo ridotto (concentrazione all'emissione NOx pari 1500mg/Nm3). 99.8-esimo percentile orario delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

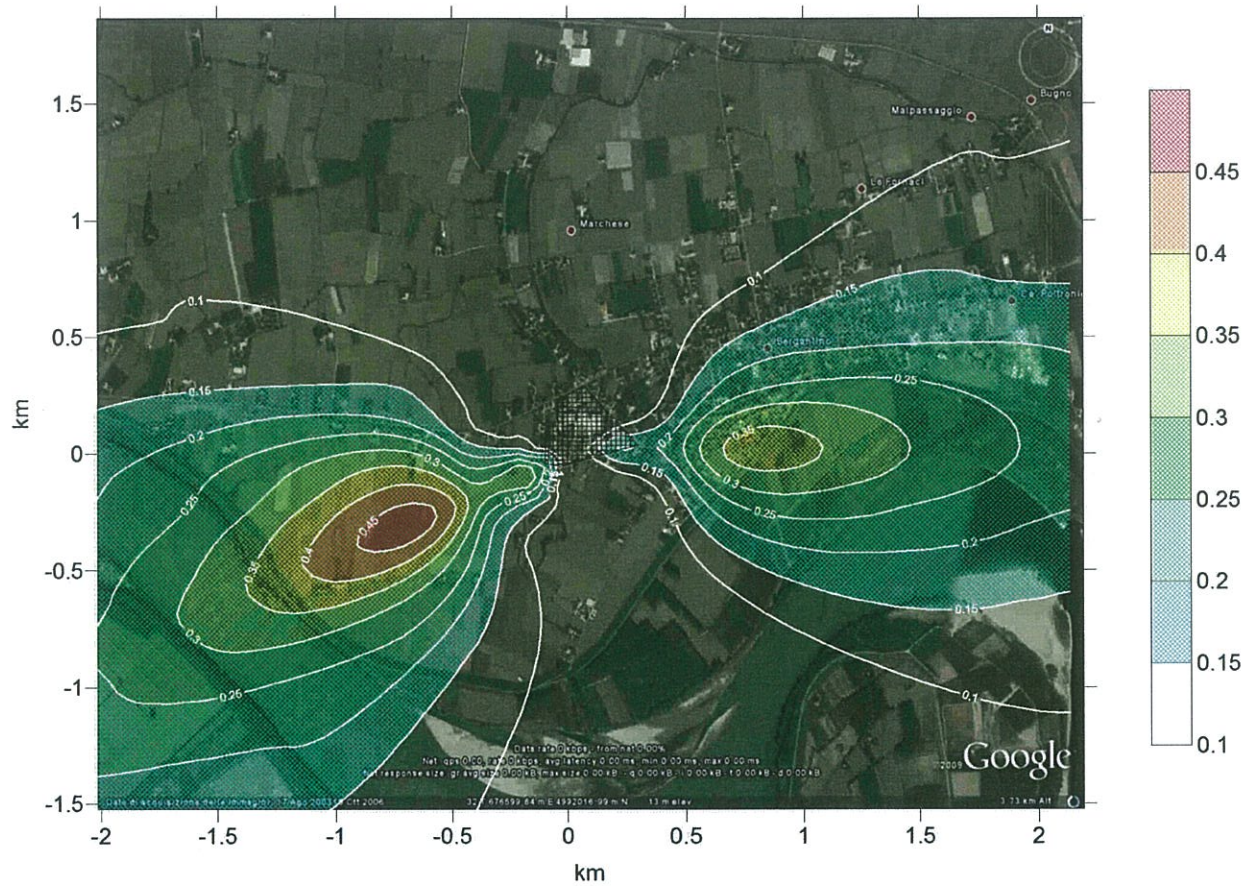


Figura 36 SO_x. Scenario emissivo attuale. Media annuale delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

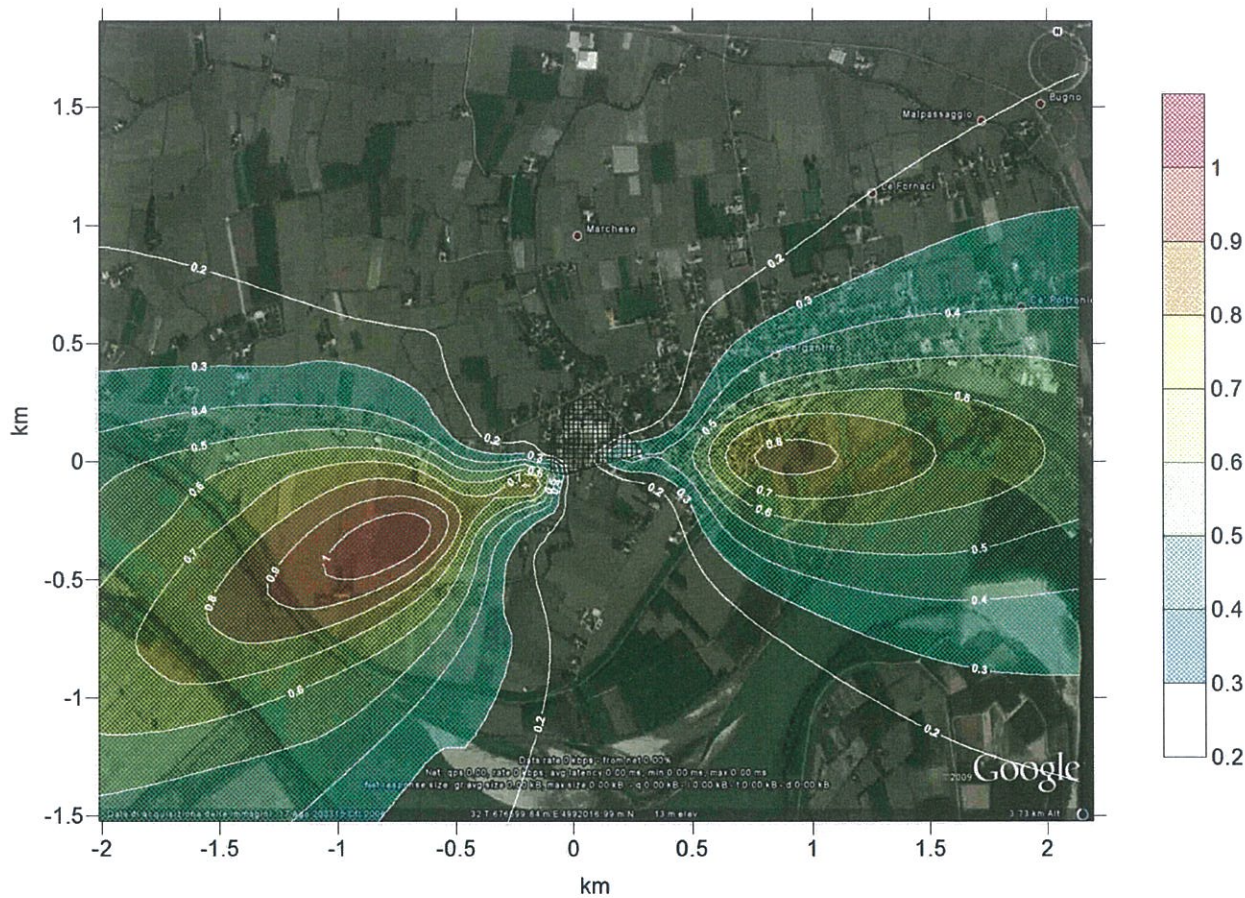


Figura 37 SOx. Scenario emissivo massimo. Media annuale delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

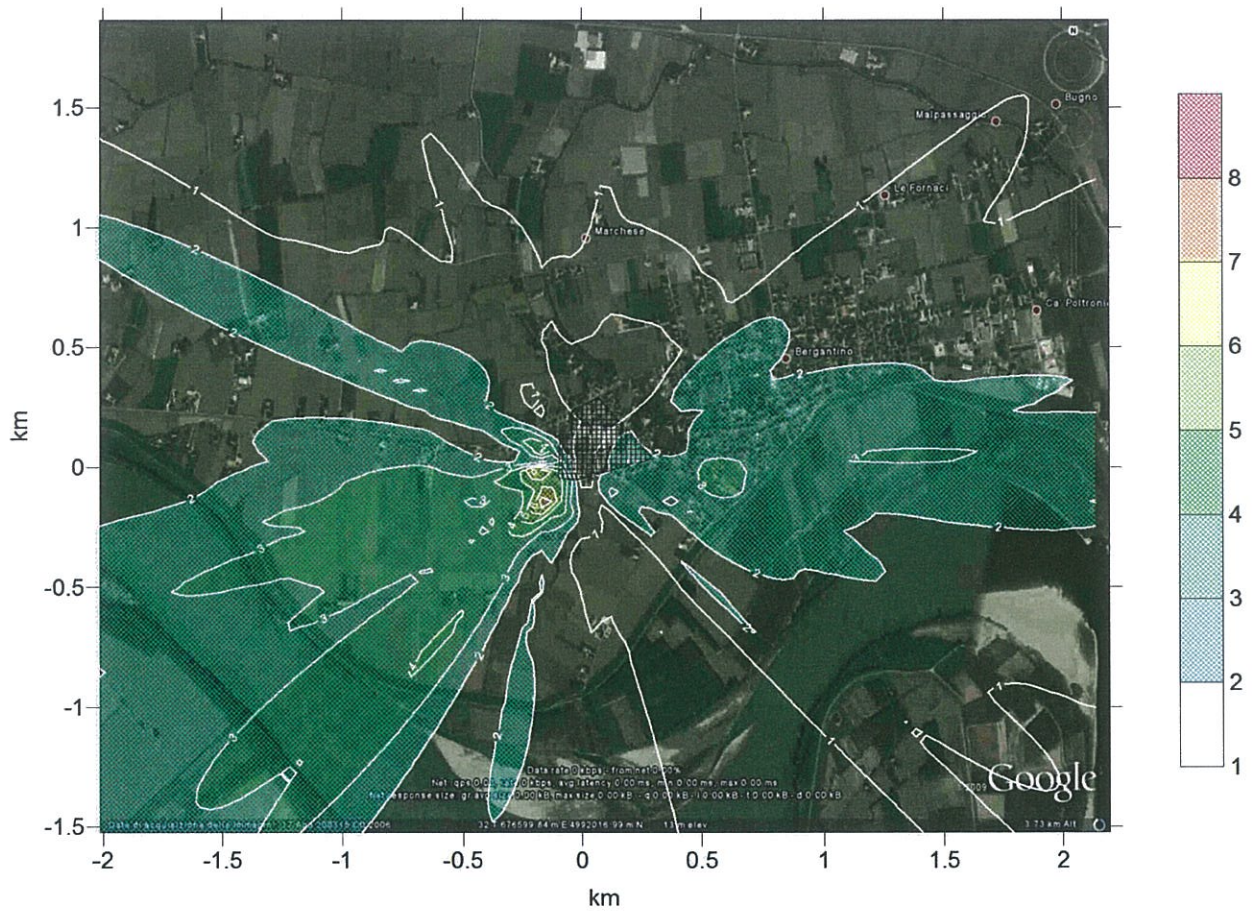


Figura 38 SO_x. Scenario emissivo attuale. Massimo annuale delle concentrazioni medie giornaliere (µg/m³)

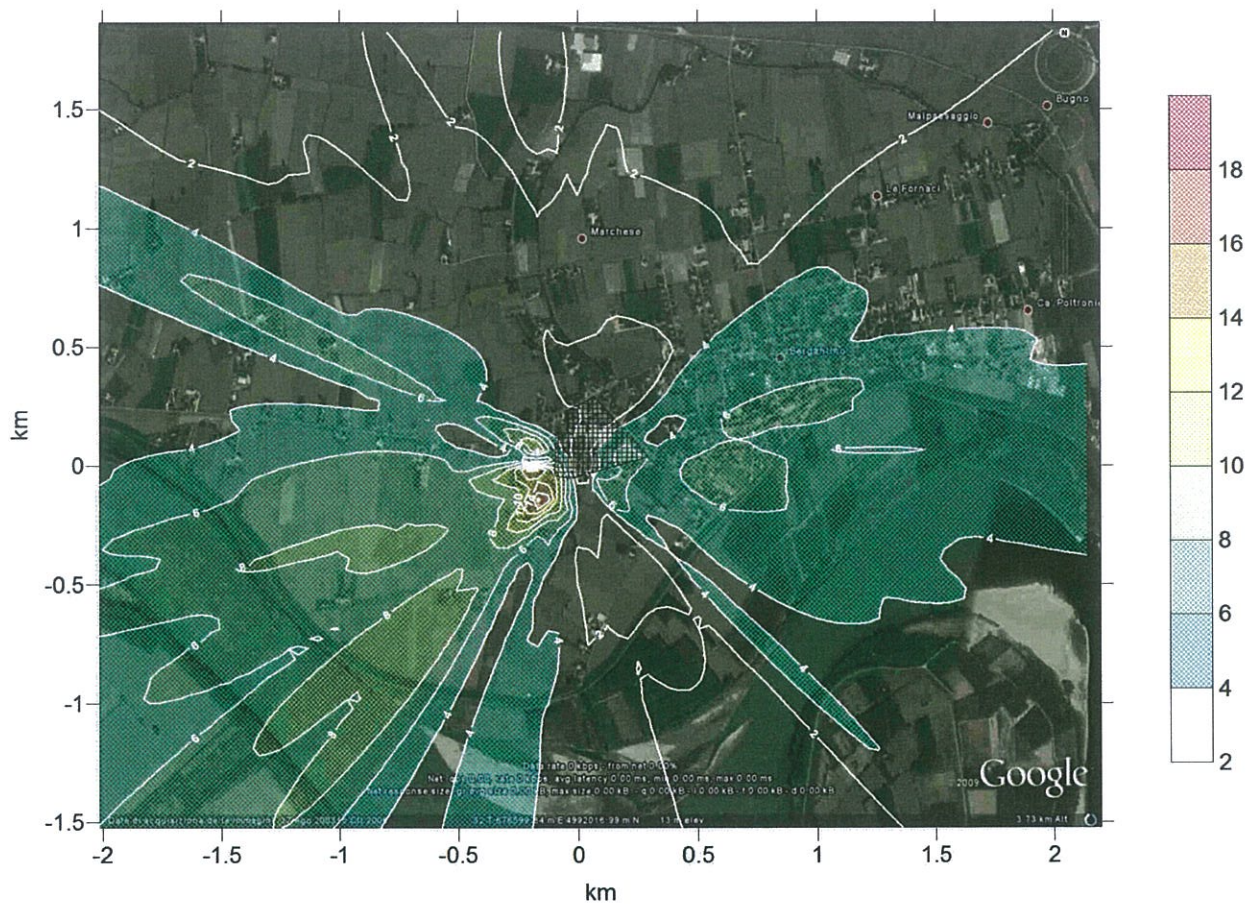


Figura 39 SO_x. Scenario emissivo massimo. Massimo annuale delle concentrazioni medie giornaliere (µg/m³)

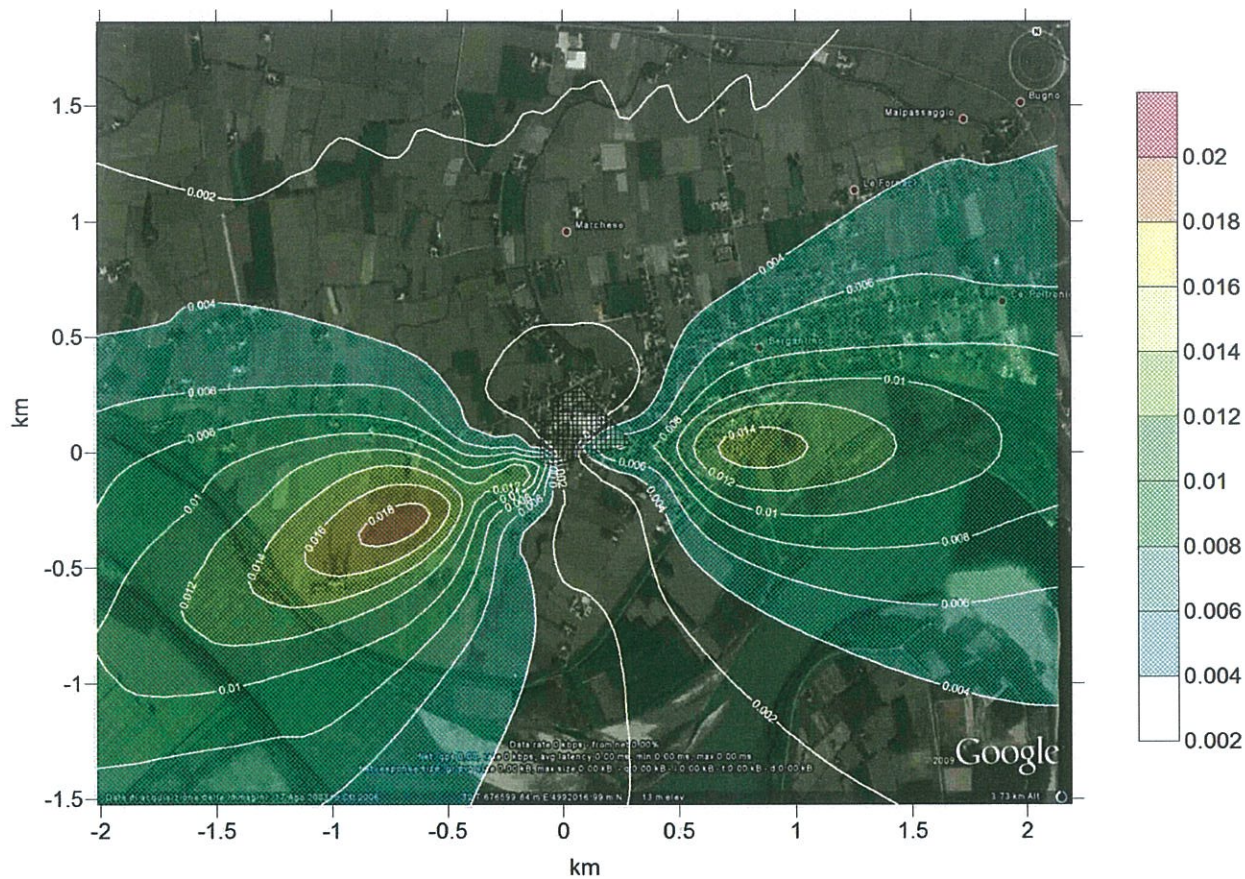


Figura 40 HCl. Scenario emissivo attuale. Media annuale delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

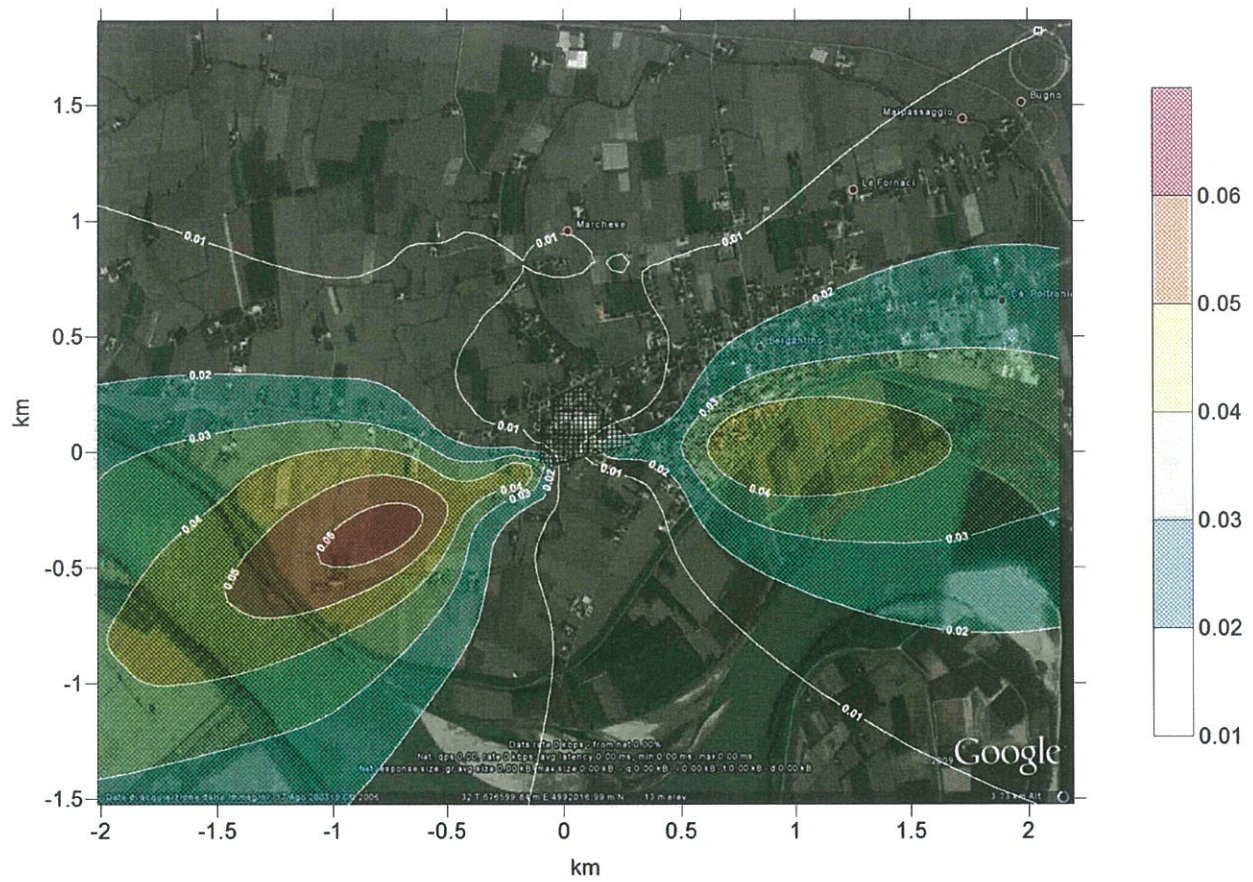


Figura 41 HCl. Scenario emissivo massimo. Media annuale delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

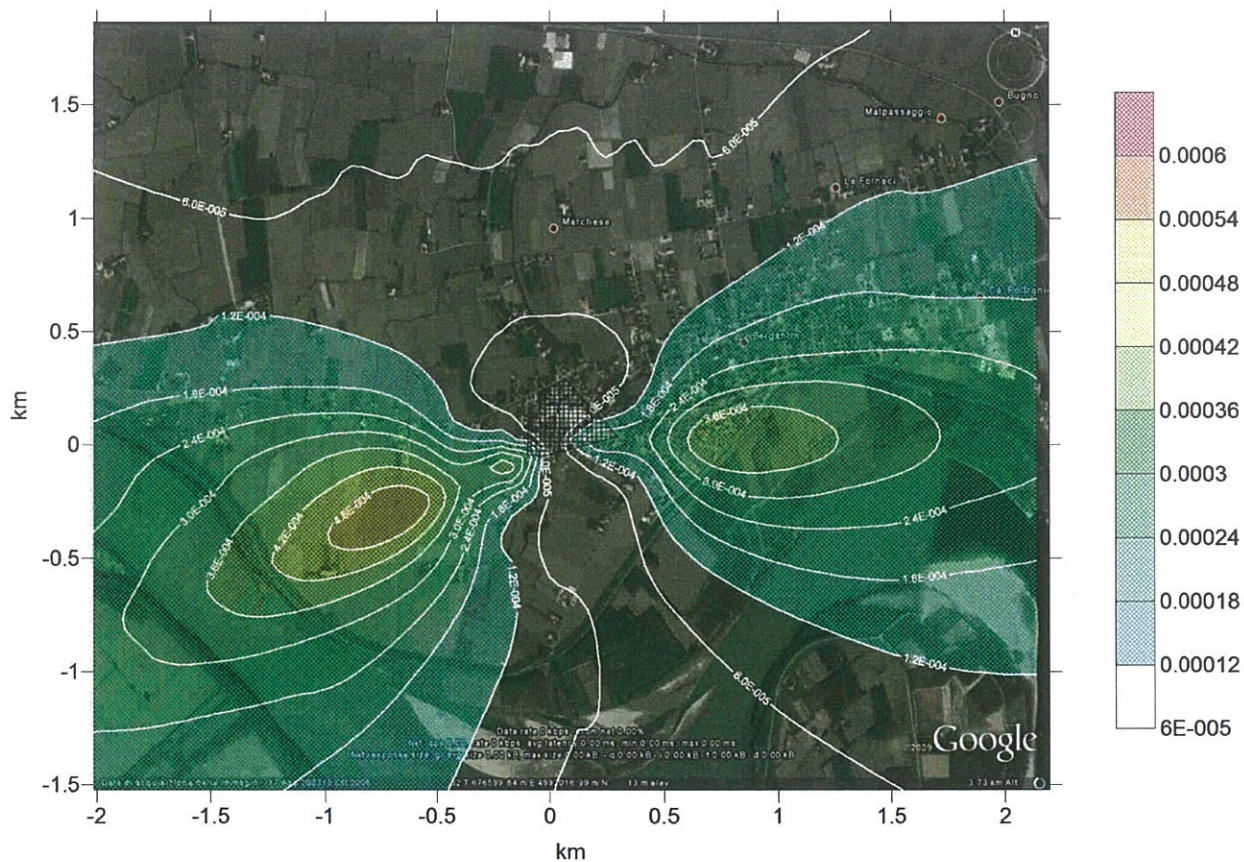


Figura 42 HF. Scenario emissivo attuale. Media annuale delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

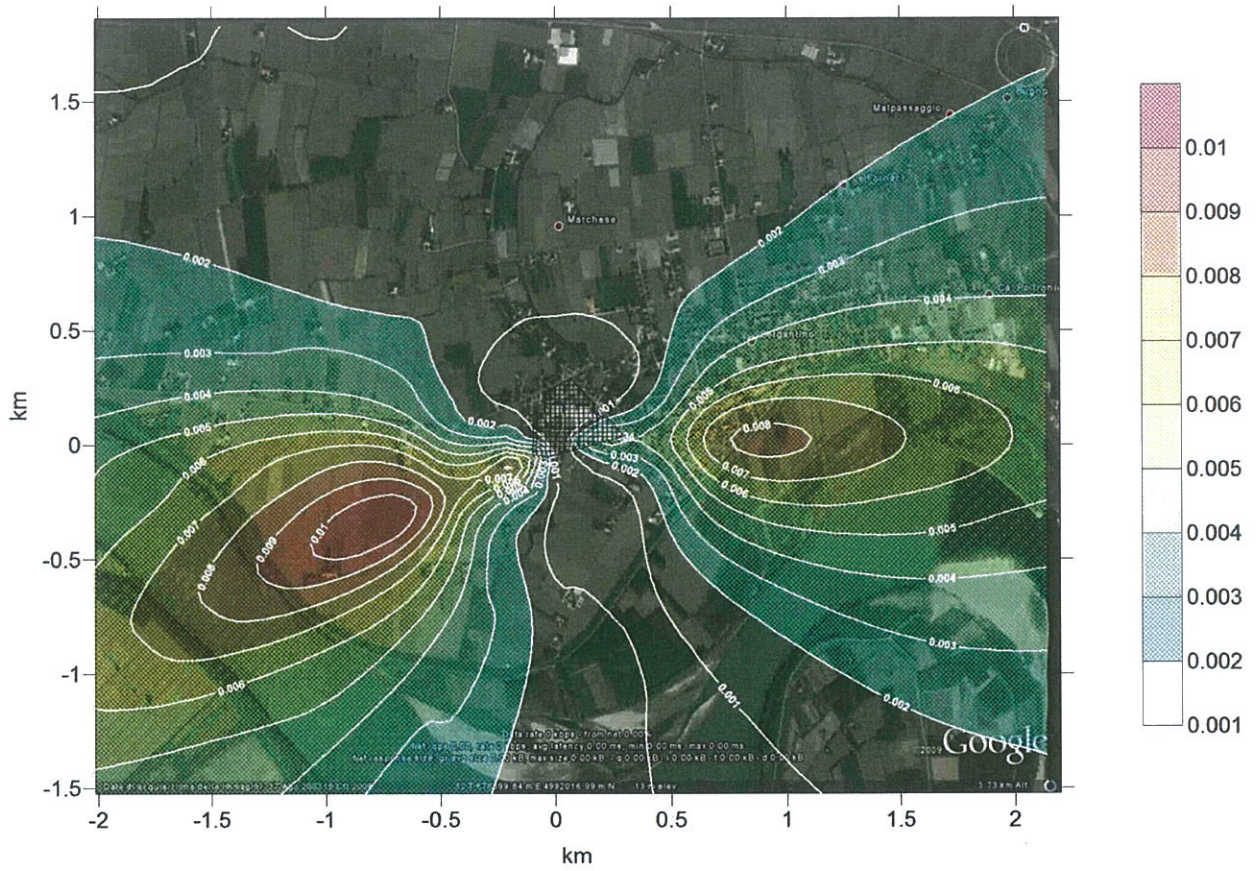


Figura 43 HF. Scenario emissivo massimo. Media annuale delle concentrazioni medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

10 DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Le simulazioni relative allo **scenario emissivo attuale** hanno lo scopo di quantificare il contributo dell'impianto Bormioli Rocco e Figlio S.p.A. alla qualità dell'aria ambiente nell'area di indagine, assumendo che quest'ultima possa essere bene descritta dalle misure 2009 della stazione di rilevamento della qualità dell'aria di Castelnuovo Bariano (fondo suburbano), a circa 5 km a sud est dall'area di indagine.

Le simulazioni relative allo **scenario emissivo massimo** hanno lo scopo di descrivere lo stato di qualità dell'aria nella situazione in cui l'impianto Bormioli Rocco e Figlio S.p.A. generi le massime emissioni di progetto.

Le simulazioni relative allo **scenario emissivo massimo ridotto (solo per NOx)** hanno lo scopo di descrivere lo stato di qualità dell'aria nella situazione in cui l'impianto Bormioli Rocco e Figlio S.p.A. generi al camino E101 emissioni pari a 1500 mg/Nm³, cioè quelle massime di progetto **ridotte del 25%**.

Per quanto riguarda il confronto con i limiti di legge per NO₂, occorre considerare che le stime effettuate sono da intendersi **in eccesso**, avendo ipotizzato che tutti gli ossidi di azoto (NO_x) siano costituiti da biossido (NO₂).

Scenario emissivo attuale

Per quanto riguarda le polveri aerodisperse, le concentrazioni medie annue calcolate variano a decrescere tra un massimo di 0.5 µg/m³, nello stretto intorno dell'impianto, fino a valori inferiori a 0.1 µg/m³, in corrispondenza del nucleo centrale dell'abitato di Bergantino. Tali valori calcolati mostrano un contributo frazionale dello stabilimento abbastanza ridotto rispetto ai valori di concentrazione media misurati nel 2009 (che tra l'altro si riferiscono solo al PM₁₀). Anche le concentrazioni di punta calcolate (95° percentile annuale della media giornaliera), tra un massimo di 1.5 µg/m³ nello stretto intorno dell'impianto e valori dell'ordine di 0.07 ÷ 0.6 µg/m³ su Bergantino centro, rappresentano una frazione scarsamente significativa del limite di legge per PTS. Mentre il massimo annuale della media giornaliera di PTS si attesta, in corrispondenza dell'abitato di Bergantino, su valori di concentrazione inferiori a 1.0 µg/m³, a fronte di un limite normativo per il solo PM₁₀ pari 50 µg/m³, da non superare più di 35 volte all'anno.

Per quanto riguarda gli ossidi di azoto (NO_x), le concentrazioni medie annue calcolate, significative per i recettori circostanti, variano tra un massimo dell'ordine di 1.4 µg/m³ che si forma a circa 700 m dall'impianto in direzione sud ovest, e valori dell'ordine di 0.4 ÷ 1.0 µg/m³ in corrispondenza dell'abitato di Bergantino. Anche in questo caso il contributo dell'impianto in relazione alla qualità dell'aria misurata nel 2009 può essere giudicato scarsamente significativo.

Le concentrazioni di punta calcolate (99.8° percentile orario) si attestano su valori massimi dell'ordine di 40 µg/m³ nell'intorno dell'impianto. Sull'abitato di Bergantino le concentrazioni calcolate hanno invece valori intorno a 20 µg/m³, che corrisponde a circa 1/10 del limite di legge; quest'ultimo, peraltro, non risulta mai superato in nessuna stazione della rete di rilevamento del Veneto.

Anche per quanto riguarda gli ossidi di zolfo (SO_x) le concentrazioni calcolate, in relazione ai limiti vigenti e allo stato attuale della qualità dell'aria non sembrano essere particolarmente significative.

Per gli inquinanti HCl e HF, non esistono, allo stato attuale, indicazioni normative di riferimento che consentano di esprimere giudizi. Si rimarca, pertanto, solo l'attuale rispetto, da parte dello stabilimento Bormioli Rocco e Figlio S.p.A., dei limiti di emissione autorizzati (30 mg/Nm³ per HCl e 5 mg/Nm³ per HF).

Scenario emissivo massimo

Le concentrazioni medie annue calcolate delle polveri potenzialmente aerodisperse dall'impianto variano a decrescere tra un massimo di 2.3 µg/m³, nello stretto intorno dell'impianto, fino a valori dell'ordine di 0.2 ÷ 0.8 µg/m³, in corrispondenza del nucleo centrale dell'abitato di Bergantino dove si può presumere, allo stato

attuale un valore di concentrazione media annua di solo PM10 analogo a quello di registrato presso la stazione di Castelnovo Bariano ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Le concentrazioni di punta calcolate (95° percentile annuale della media giornaliera), tra un massimo di $8.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nello stretto intorno dell'impianto e valori dell'ordine di $1 \div 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ su Bergantino centro, rappresentano una frazione ridotta del limite di legge per PTS. Mentre il massimo annuale della media giornaliera di PTS si attesta, in corrispondenza dell'abitato di Bergantino, su valori di concentrazione dell'ordine di $3 \div 7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a fronte di un limite normativo per il solo PM10 pari $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, da non superare più di 35 volte all'anno.

Per quanto riguarda gli ossidi di azoto (NOx), le concentrazioni medie annue calcolate, significative per i recettori circostanti, variano tra un massimo dell'ordine di $4.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ che si forma a circa 700 m dall'impianto in direzione sud ovest, e valori dell'ordine di $1 \div 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in corrispondenza dell'abitato di Bergantino. Questi valori medi simulati vanno interpretati in relazione al dato medio annuale registrato a Castelnovo Bariano, pari a $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ben al di sotto del limite di legge ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Le concentrazioni di punta calcolate (99.8° percentile orario) si attestano su valori massimi dell'ordine di $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nell'intorno dell'impianto. Sull'abitato di Bergantino le concentrazioni calcolate hanno invece valori tra 50 e $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, che corrisponde a circa 1/3 del limite di legge; quest'ultimo, peraltro, non risulta mai superato in nessuna stazione della rete di rilevamento del Veneto.

Anche per quanto riguarda gli ossidi di zolfo (SOx) le concentrazioni calcolate, in relazione ai limiti vigenti e allo stato attuale della qualità dell'aria non sono particolarmente significative.

Per gli inquinanti HCl e HF, non esistono, allo stato attuale, indicazioni normative di riferimento che consentono di esprimere giudizi.

Scenario emissivo massimo ridotto (solo NOx)

Le concentrazioni medie annue calcolate, significative per i recettori circostanti, variano tra un massimo di circa $3.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ che si forma a circa 700 m dall'impianto in direzione sud ovest, e valori dell'ordine di $0.5 \div 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in corrispondenza dell'abitato di Bergantino. Questi valori medi simulati vanno interpretati in relazione al dato medio annuale registrato a Castelnovo Bariano, pari a $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ben al di sotto del limite di legge ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Le concentrazioni di punta calcolate (99.8° percentile orario) si attestano su valori massimi dell'ordine di $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nell'intorno dell'impianto. Sull'abitato di Bergantino le concentrazioni calcolate hanno invece valori tra 30 e $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, che corrisponde a circa 1/4 del limite di legge; quest'ultimo, peraltro, non risulta mai superato in nessuna stazione della rete di rilevamento del Veneto.

11 BIBLIOGRAFIA

- Briggs G. A. (1969): "Plume Rise", U.S. Atomic Energy Commission Critical Review Series, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN. Report NTIS TID-25075.
- Briggs, G. A. (1974): "Diffusion estimation on small emission", U.S. Atomic Energy Commission Critical, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN. Rep. USAEC ATDL-106.
- Briggs, G. A. (1975): "Plume rise prediction. Lectures on air pollution pollution and environmental impact analyses", American Meteorological Society, Boston, MA, pp. 59-111.
- Draxler R.R. (1976): Determination of Atmospheric Diffusion Parameters. *Atmosf. Environ.*, 10, 99_105.
- EMEP/CORINAIR (1999). Atmospheric Emission Inventory Guidebook – Second edition. <http://reports.eea.eu.int/EMEP/CORINAIR/en>
- ENVIRONMENTAL RESOURCES MANAGEMENT. Caffaro Energia – SIA Centrale di Torviscosa. P99/SON/L10.
- Finzi G. e Brusasca G. (1991) - La qualità dell'aria. Modelli previsionali e gestionali - Masson, Milano, pp 346.
- Finzi G., G. Pirovano, M., Volta L. (2001) – Gestione della qualità dell'aria – McGraw-Hill Milano, pp 409.
- Hall D.J. et al. (2001). An intercomparison of the AERMOD, ADMS and ISC dispersion models for regulatory applications. Proceedings of the 7th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes.
- Hanna S.R., Briggs G.A., Deardorff B.A., Egan F.A., Gifford F.A., Pasquill F. (1977): AMS Workshop on stability classification schemes and sigma curves. Summary and recommendations. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 58, 1305-1309.
- Hanna S.R., Briggs G.A., Hosker R.P. Jr (1982) Handbook on atmospheric diffusion, Technical Information Center, US Department of Energy.
- Hanna S.R., Egan B.A., Perdum J., Wagler J. (1999) : Evaluation of the ADMS, AERMOD and ISC3 dispersion models with the OPTEX, Duke Forest, Kinkaid Indianapolis and Lovett field data set. Proceedings of the 6th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes.
- IAEA (1981) Dispersion atmosphérique et choix des sites de centrales nucléaires, Guide de sûreté. Agence Internationale de l'Energie Atomique, Vienna.
- IIASA – International Institute for Applied Systems Analysis – RAINS-Europe homepage. <http://www.iiasa.ac.at/~rains/>
- Mikkelsen T. e Desiato F. (1992): Atmospheric dispersion models and preprocessing of meteorological data for real time application. *Radiation Protection Dosimetry*, v. 50, n. 2-4, 205-218.
- Pasquill F. (1983) Atmospheric diffusion, Ellis Horwood.
- U.S. EPA (1995): "User Guide for the Industrial Source Complex dispersion models (revised), volume I: User instructions - volume 2: Description of model algorithms", Rep EPA-454/B-95-003b.
- U.S. EPA (1995): "Guideline on air quality models (Revised)", Rep. EPA-450/2-78-027R.

12 ALLEGATO

Classi di stabilità atmosferica

Esistono diversi criteri empirici e teorici che permettono di definire il grado di turbolenza atmosferica. L'applicazione di modelli gaussiani come ISC3, AERMOD, CALINE, richiede generalmente la classificazione della stabilità in 6 classi, secondo lo schema di Pasquill-Gifford:

<i>Classe Pasquill</i>	<i>Classe nei modelli</i>	<i>Descrizione</i>
A	1	instabilità forte
B	2	instabilità moderata
C	3	instabilità debole
D	4	neutralità
E	5	stabilità debole
F	6	stabilità moderata
G		stabilità forte

L'attribuzione della classe di stabilità avviene attraverso diversi schemi analitici; nel seguito vengono citati i più utilizzati.

velocità vento (m/s)	radiazione solare totale (W/m ²)			cielo coperto	ore di transizione*	copertura nuvolosa (ottavi)		
	> 600	300-600	< 300			0-3	4-7	8
≤ 2	A	A - B	B	C	D	F o G**	F	D
2 - 3	A - B	B	C	C	D	F	E	D
3 - 5	B	B - C	C	C	D	E	D	D
5- 6	C	C - D	D	D	D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D	D	D	D

* 1 ora prima del tramonto e 1 ora dopo l'alba

** notte, 0 o 1 ottavi copertura nuvolosa, calma di vento

La classificazione della stabilità secondo lo schema empirico sopra riportato avviene mediante valutazione di alcune grandezze misurate al suolo: copertura nuvolosa, radiazione solare, velocità del vento.

I dati di nuvolosità derivano dalle osservazioni effettuate dall'aeronautica militare (dati SYNOP a cadenza tri-oraria).

Scelte operative:

Il metodo ritenuto attualmente più appropriato dal punto di vista operativo per la classificazione della stabilità atmosferica, data la disponibilità dei dati, è il metodo empirico di Pasquill; a tal fine si adotta la seguente tabella di classificazione (derivata da Mohan e Siddiqui, 1998):

		Giorno						Notte			
		Radiazione solare W/m²					tramonto-1h alba-1h	Nuvolosità ottavi			
vento(m/s)	>750	600<<750	450<<600	300<<450	150<<300	<150		vento(m/s)	0-3	4-7	8
0<<1	A	A	A	B	B	C	D	<1	F	F	D
1<<2	A	A	B	B	B	C	D	<2	F	F	D
2<<3	A	B	B	B	C	C	D	<3	F	E	D
3<<4	B	B	B	B	C	C	D	<4	E	D	D
4<<5	B	B	C	C	C	C	D	<5	E	D	D
5<<6	C	C	C	D	D	D	D	<6	D	D	D
>6	C	C	D	D	D	D	D	>6	D	D	D

Come si può notare si fa la scelta di imporre classi instabili e al più neutre per il giorno e classi stabili e al più neutre per la notte; questa scelta, pur essendo ragionevole nella maggior parte dei casi, potrebbe avere alcune eccezioni specialmente nella stagione fredda quando sulla pianura sono presenti classi stabili anche di giorno, e in presenza di fronti freddi di notte quando l'irruzione di aria fredda può distruggere la stabilità.

Ad un dato sito viene attribuita la copertura nuvolosa interpolata dalle stazioni sinottiche disponibili a cadenza trioraria, e riportata a cadenza oraria con una ulteriore interpolazione.

Utilizzo del dato di pioggia

Data la difficoltà a reperire dati di copertura nuvolosa affidabili si utilizza il dato di precipitazione. Si attribuisce copertura 8/8 se entro le 3 ore almeno un dato di precipitazione è maggiore a 0.4mm.

Ricoprimento buchi nella copertura nuvolosa (tcc) dalle stazioni sinottiche

Quando la copertura nuvolosa interpolata dai dati sinottici non è disponibile (buchi nel database), essa viene stimata confrontando la radiazione teorica e la radiazione misurata, integrate su 24 ore per questioni di affidabilità del calcolo.

Nelle ore diurne non cambia nulla nella classificazione di Pasquill mentre l'altezza di rimescolamento può subire delle marginali variazioni.

Nelle ore notturne possono invece essere erroneamente classificate, tipicamente si sovrastima la stabilità perché difficilmente la copertura misurata potrà essere 8/8.

Altezza dello strato di rimescolamento e altre variabili micrometeorologiche

L'altezza dello strato di rimescolamento è stata stimata mediante il metodo del bilancio energetico (cfr. 1,2,3), utilizzato anche nei processori meteorologici US_EPA: METRO, AIRMET, CALMET.

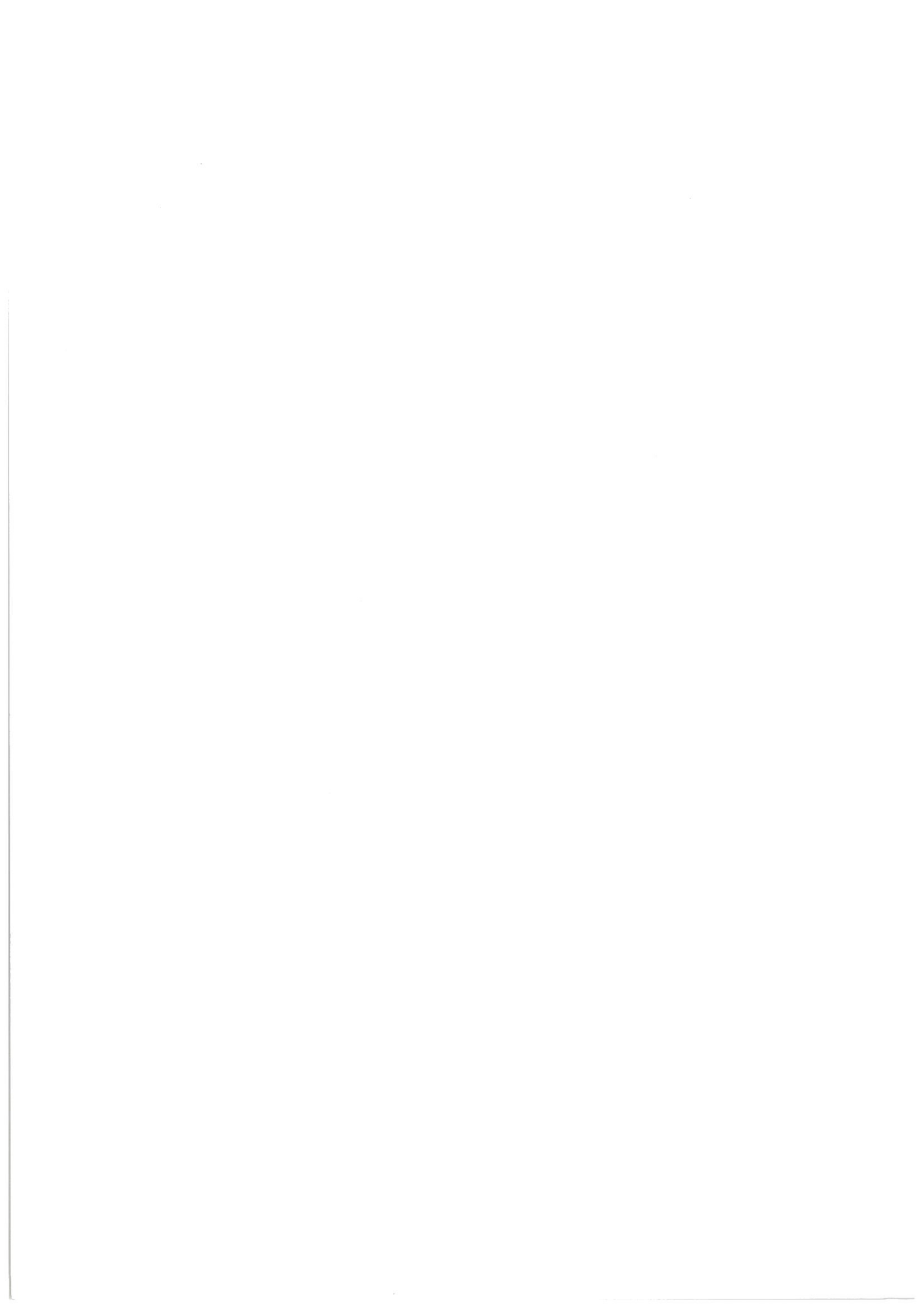
Questo metodo passa attraverso la stima del flusso di calore sensibile (cfr. 1,2,3,4,5) e il calcolo iterativo della lunghezza di Monin-Obukhov e della velocità di frizione superficiale (cfr 1,2,6,7). A partire da questi parametri si stima mediante due procedimenti diversi l'altezza di rimescolamento rispettivamente diurna e notturna.

Hmix diurna in condizioni convettive è ottenuta dalla conoscenza del flusso di calore superficiale e dal profilo verticale di temperatura (cfr. 1,8,9), in condizioni non convettive mediante il metodo di Venkatram (cfr. 1,10).

Hmix notturna è stimata mediante il confronto fra i valori ottenuti mediante due relazioni empiriche dovute a Venkatram e a Zilitinkevich (cfr 1, 10, 11).

Per i dettagli si rimanda alla seguente bibliografia:

1. J. Scire et al., 2000: "A user's guide for the Calmet Meteorological Model";
2. A.A.M Holstlag, A.P. van Holden., 1983: "A simple scheme for daytime estimates of the surface fluxes from routine weather data", *Journal of Climatology And Applied Meteorology*, **22**, 517-529;
3. T.R. Oke, 1978: "Boundary layer Climates", J.Wiley & Sons, New York, NY;
4. T.R. Oke, 1982: "The energetic basis of the urban heat island", *Quart. J.R. Met. Soc.*, **108**, 1-24;
5. H.E. Landsberg, 1981: "The urban heat island" Academic Press, New York, NY;
6. A.J. Dyer and B.B Hicks, 1970: "Flux-gradient relationship in the constant flux layer", *Quart. J.R. Met. Soc.*, **96**, 715-721;
7. J.C. Weil and R.P. Brower, 1983: "Estimating convective boundary layer parameters for diffusion application ", (draft report prepared by environmental centre, Martin Marietta Corp. for Maryland Dept. of Natural Resources);
8. D.J. Carson, 1973: "The development of a dry, inversion-capped, convectively unstable boundary layer", *Quart. J.R. Met. Soc.*, **99**, 450-467;
9. P.R. Maul, 1980: "Atmospheric transport of sulphur compound pollutants" Central Electricity Generating Bureau MID/SSD/80/0026/R. Nottingham, England;
10. A. Venkatram, 1980: "Estimation of turbulence velocity scales in the stable and the unstable boundary layer for dispersion applications.", *Eleventh NATO-CCMS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Application*, 54-56;
11. S.S. Zilitinkevich, 1972: "on the determination of the height of the Ekman boundary layer." *Boundary Layer Meteorology*, **3**, 141-145.



Commitente:
Bormioli Rocco e Figlio S.p.A.

16 Giugno 2011

Dott. Luciano Gilli
Dott. Giuseppe Quaglia

AMBIENTE E TECNOLOGIE



Autori

Luciano Gilli
G. Gilli

Bormioli Rocco e Figlio S.p.A.
Stabilimento di Bergantino (Ro)
Studio di impatto ambientale per il comparto atmosfera
Applicazione di un modello di dispersione di inquinanti in atmosfera
(PTS, NOx, SOx, HCl e HF)

