

# **COMUNI DI MAZZANO E REZZATO**

(Provincia di Brescia)

## **INDAGINE SULL'IMPATTO DELLA CEMENTERIA ITALCEMENTI**

### **VALUTAZIONE QUALITA' DELL'ARIA**

#### **Documento di sintesi divulgativa**

<p>REDATTA DA P.Ch. Roberto Barboglio</p> <p>Ing Lorenza Barberis Piola</p>	<p>VERIFICATA DA Dott. Giuseppe Orsini</p>	<p>APPROVATA DA</p>
---	--	---------------------

Emissione del 20 Aprile 2007

File: A0532B07 Mazzano e Rezzato aria Italcementi riassunto.doc

# INDICE

<b>1. PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2. METODOLOGIA DI ANALISI</b>	<b>4</b>
<b>3. RISULTATI</b>	<b>6</b>
3.1 Stima emissioni Italcementi .....	6
3.2 Misure qualità dell'aria.....	6
3.3 Indice di Qualità dell'aria .....	13
3.4 Confronti con altre aree .....	15
3.5 Metalli sulle foglie.....	19
<b>4. ANALISI STATISTICA DEI RISULTATI E CONCLUSIONI</b>	<b>21</b>
4.1 Mappe di dispersione.....	21
4.2 Analisi statistica .....	26
4.3 Confronto con la simulazione .....	29
4.4 Conclusioni.....	31

## 1. PREMESSA

Lo studio qui presentato in sintesi è stato commissionato dalle Amministrazioni Comunali di Rezzato e Mazzano alla ditta Consulenze Ambientali S.p.A. allo scopo di valutare il contributo della Cementeria Italcementi nella determinazione dello stato di qualità dell'aria nei territori di Rezzato e Mazzano. Tutti i dati e l'analisi di dettaglio sono stati svolti in apposita relazione consegnata alle suddette amministrazioni.

Nel dettaglio l'indagine mirava a rispondere ad alcune domande così sintetizzabili:

- *Com'è la qualità dell'aria nel territorio dei due comuni?*
- *I dati della centralina provinciale di Rezzato rappresentano effettivamente l'esposizione della cittadinanza?*
- *Esiste un'influenza dell'Italcementi sullo stato di salute dell'atmosfera, e sull'ambiente in generale, e quest'influenza è quantificabile?*
- *Quest'eventuale influenza sulla qualità dell'aria ha un effetto sulla salute della cittadinanza, in che modo e con quale rilevanza?*

L'indagine svolta risponde alle prime 3 domande; all'ultima domanda daranno risposta nel proseguo delle indagini, anche sulla base delle misure effettuate e qui descritte, gli specialisti dell'Istituto dei Tumori e dell'Istituto Farmacologico Mario Negri di Milano, che si stanno occupando di analizzare lo stato di salute della popolazione in relazione alla qualità dell'aria, al fine di determinare eventuali rapporti di causa effetto.

## 2. METODOLOGIA DI ANALISI

Per valutare l'impatto della cementeria sulla qualità dell'aria nel territorio dei due comuni si è fatto ricorso ad un approccio che si basa prevalentemente su numerose misure specifiche di inquinanti sul territorio, piuttosto che su stime degli stessi.

Le misure hanno l'indubbio vantaggio di verificare lo stato di fatto dell'atmosfera al di là di ipotesi teoriche precostituite e in un certo senso di "pesare" davvero l'inquinamento esistente.

Tuttavia alcune stime sono state fatte per integrare i dati di misura e consentirne una migliore interpretazione. Tali stime sono costituite da una raccolta dati delle sorgenti presenti sul territorio e loro valutazione complessiva, e da una stima tramite apposito modello di calcolo delle ricadute delle emissioni della cementeria a partire dai dati presentati dall'Italcementi stessa nel documento costituente lo studio d'impatto ambientale.

Le misure sul territorio sono state eseguite sia in periodo estivo sia in periodo invernale con 3 metodiche differenti.

Tali metodiche sono le seguenti:

1. Campagne e di misura con laboratori mobili in 2 punti per comune (8gg per punto per 64gg totali di misura). Lo scopo di tali misure è verificare l'evoluzione temporale dell'inquinamento, valutare le caratteristiche meteorologiche dell'area d'indagine e verificare la rispondenza dei dati della centralina di Rezzato con altre postazioni sul territorio.
2. Verifica delle concentrazioni di ossidi d'azoto (NOx) sul territorio tramite campionatori passivi in 25 punti di misura, e verifica delle concentrazioni di polveri ultrasottili (PM 2,5), sottili (PM 10) e totali (PTS) sul territorio mediante campionatori attivi su 22 punti di misura. Scopo di quest'indagine è quello di valutare la distribuzione dell'inquinante sul territorio.
3. Verifica dell'accumulo di metalli nelle foglie. Si usano, cioè, le foglie come bioaccumulatore. Per bioaccumulatore si intende un organismo vivente che funge come una sorta di campionario e che può, quindi, essere usato per misurare qualitativamente o quantitativamente le risposte dell'ambiente a una sollecitazione esterna.

Le postazioni di misura sono indicate nelle figura seguente. In rosso i prelievi del laboratorio mobile e in blu quelli dei passivi, delle polveri e delle lamine fogliari.



*Fig. 1 Localizzazione dei siti di rilevamento*

### 3. RISULTATI

#### 3.1 Stima emissioni Italcementi.

Il primo dato, banale, ma assolutamente importante, che emerge dall'analisi delle stime condotte sulle emissioni del territorio è il peso delle emissioni della cementeria sulle emissioni complessive del territorio, considerati non solo i comuni di Rezzato e Mazzano, ma anche alcuni comuni vicini: Botticino, Nuvolera, Bedizzole, Calcinato, Castenedolo, Nuvolento, Nuvolera.

Restringendo la valutazione ad alcuni inquinanti fondamentali provenienti dalle emissioni della cementeria possiamo sintetizzare la situazione come segue:

SETTORE	NOx t/y	PTS t/y	SO <sub>2</sub> t/y	CO <sub>2</sub> kt/y
Italcementi	2650	220	760	990
Totale complessivo	3607	369	1544	1273
% italcementi	73%	60%	49%	77%

I dati non lasciano dubbi sull'importanza delle emissioni della cementeria, mostrando come la quasi totalità delle emissioni del territorio dei due comuni, per gli inquinanti in oggetto, dipenda dall'insediamento.

#### 3.2 Misure qualità dell'aria

Le misure con laboratorio mobile sono state effettuate nei seguenti periodi:

PUNTO DI MISURA	POSIZIONE	PERIODO DI MISURA CAMPAGNA ESTIVA	PERIODO DI MISURA CAMPAGNA INVERNALE
Rezzato a	Campo sportivo	04/09/06 – 13/09/06	18/01/07 – 25/01/07
Rezzato b	Via Dispersi di Russia	13/09/06 – 21/09/06	08/01/07 – 18/01/07
Mazzano a	Via S Marco	04/09/06 – 13/09/06	18/01/07 – 29/01/07
Mazzano b	Palazzotto dello sport	13/09/06 – 21/09/06	09/01/07 – 18/01/07

Negli stessi periodi sono stati effettuati anche i campionamenti con campionatori passivi e attivi, mentre le foglie sono state ovviamente raccolte solo a Settembre.

Per quanto riguarda l'andamento meteo durante le misure possiamo riassumere i dati ottenuti come segue.

I venti sono stati di modesta intensità con provenienze prevalentemente orientali soprattutto a settembre, mentre a gennaio il vento ha occasionalmente filato anche dai settori sudoccidentali: a titolo di esempio presentiamo due rose dei venti registrate durante le misure. Per una corretta lettura si consideri che la direzione indicata è quella di provenienza del vento.

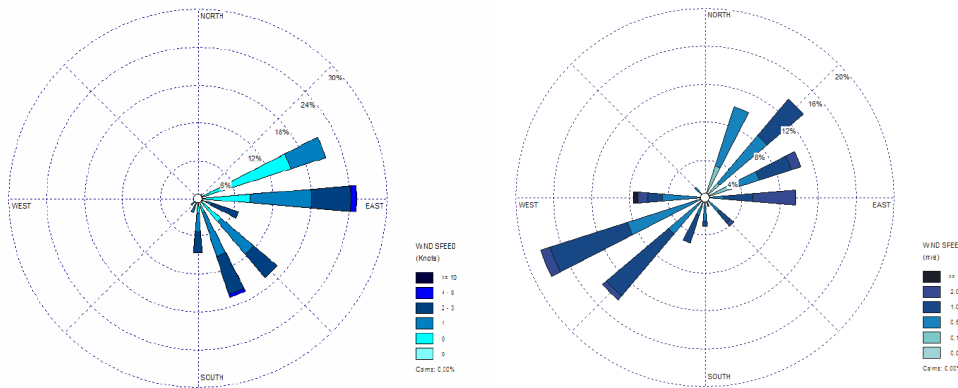


Figura 2 Rosa dei venti estiva Rezzato A e invernale Mazzano B

Le piogge sono state modeste, come evidenziato dal grafico seguente.

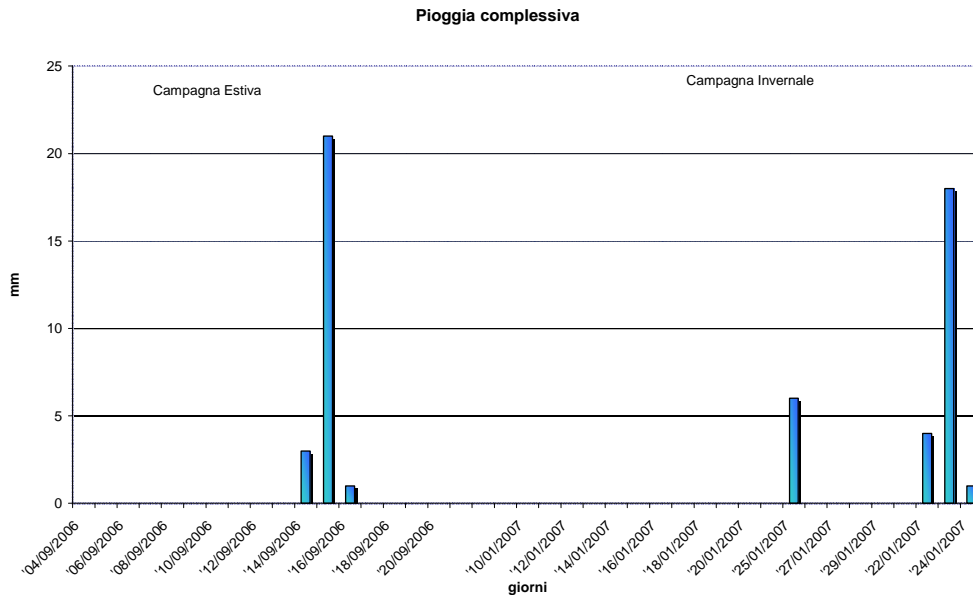


Figura 3 Piogge complessive periodo di misura

L'atmosfera può favorire o meno l'accumulo di inquinanti a seconda delle condizioni di STABILITA' o TURBOLENZA. Per caratterizzare tali condizioni si usano apposite classi.

In generale un'atmosfera più è STABILE e più favorisce l'accumulo di inquinamento, in quanto ne evita la dispersione in spazi ampi.

L'atmosfera è stata sostanzialmente neutra durante tutto il periodo di misura, particolarmente a gennaio 2007.

Per meglio inquadrare possiamo osservare la seguente tabella che mostra le percentuali di frequenza temporale delle varie classi di stabilità riscontrate:

<b>Categoria di Pasquill</b>	<b>Estiva</b>	<b>Invernale</b>
	<b>%</b>	<b>%</b>
Non definita	30,0%	5.3%
A instabilità forte	7,7%	0.0%
A/B	16,6%	0.5%
B instabilità moderata	7,7%	6.5%
B/C	0,5%	0.5%
C instabilità debole	1,5%	1.0%
C/D	0%	0.7%
D neutralità adiabatica	35,9%	85.6%
E stabilità debole	0,2%	0.0%

*Tab. 1 Classi di stabilità*

In sintesi l'atmosfera era tale da consentire un accumulo di inquinanti in periodo invernale, e da evitare comunque una dispersione significativa in estate.

Per quanto riguarda le concentrazioni di inquinanti registrate con il laboratorio mobile e le altre metodologie non ci occuperemo in questo documento del monossido di carbonio e dell'anidride solforosa, in quanto non hanno mostrato concentrazioni abbastanza elevate da costituire motivo di interesse per lo scopo dell'indagine.

Partiremo dunque occupandoci delle polveri sottili (PM10) le cui concentrazioni sono di assoluto rilievo: in particolare si deve segnalare l'avvenuto superamento del limite di 24 ore per la protezione della salute umana (fissato a 50 ug/mc di PM10) numerose volte a gennaio per un totale di 28 giorni su poco più di 35 gg di indagine complessiva, ma anche a settembre, in assenza di condizioni particolarmente sfavorevoli, si sono verificati almeno 4 giorni con valori superiori ai 50 ug/mc. Sostanzialmente, nel solo periodo di misura, si sono verificati almeno 32 giorni con superamento del limite. Si consideri che sono consentiti per legge 35 superamenti complessivi in un anno.

Gli stessi valori medi sono elevati e sono sintetizzati nella tabella seguente:

TIPO DI LIMITE	STATISTICA	POSTAZIONE	Estate	Inverno	LIMITE (µg/mc)
limite annuale per la protezione della salute umana	Media complessiva	Rezzato A	46.98	78.14	40
		Rezzato B	36.12	90.54	
		Mazzano A	48.20	71.63	
		Mazzano B	16.42	94.11	
		Rezzato punti	52.49	70.89	
		Mazzano punti	47.21	78.10	

Tab. 2 Concentrazioni di polveri sottili in atmosfera (PM10)

Per quanto riguarda le ricadute sulla salute il parametro più importante e che costituirà la base delle future indagini causa-effetto sulla salute tra quelli misurati per quanto riguarda le polveri è la frazione il PM 2,5 (polveri ultrasottili).

I dati medi di questa frazione sono ancora più indicativi. Pur non esistendo attualmente un limite cogente per questa tipologia di polvere, l'organizzazione mondiale della sanità ha abbassato i livelli di concentrazione massimi "consigliati" a 20 e 10 microgrammi/m<sup>3</sup> rispettivamente per PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>. I valori riscontrati nell'indagine sono mediamente di 28 ug/mc a settembre e 52 ug/mc a gennaio per le PM 2,5. Quindi ampiamente sopra il livello consigliato di 10.

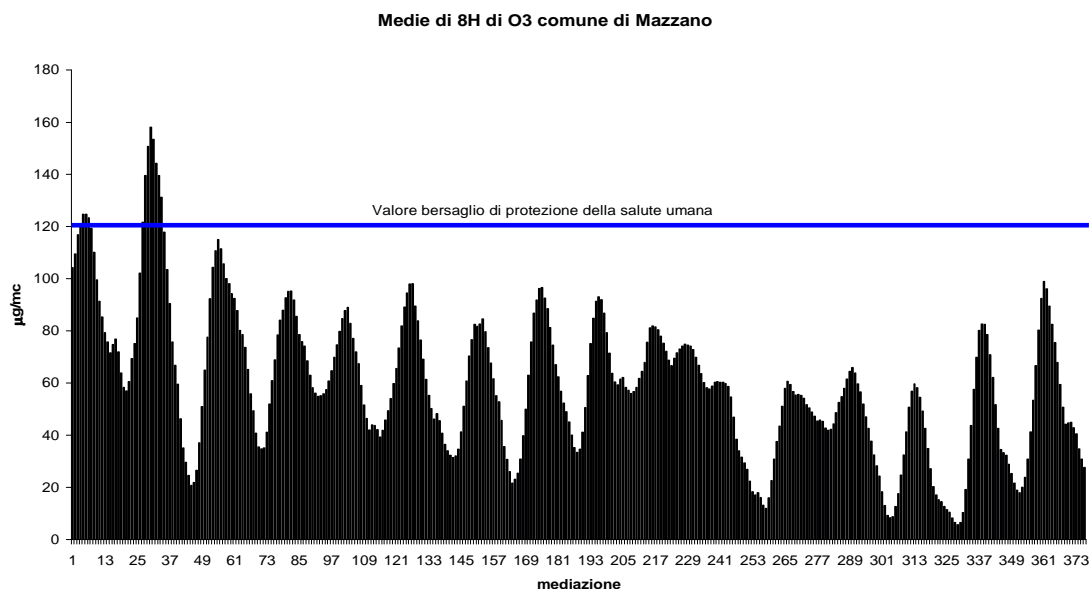
Passando agli ossidi d'azoto (NO<sub>2</sub> e NO), se non si segnala alcun superamento del limite orario per la protezione della salute umana di 200 ug/mc di biossido d'azoto (NO<sub>2</sub>), si deve comunque porre l'attenzione su valori massimi di tutto rispetto (oltre i 600 ug/mc di NO e oltre 140 di NO<sub>2</sub>) e su valori medi abbastanza preoccupanti, sintetizzati nella seguente tabella (valori in ug/mc).

<b>Tipo di limite</b>	<b>Statistica</b>	<b>Postazione</b>	<b>Estate</b>	<b>Inverno</b>	<b>Valore limite</b>
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale (NO <sub>2</sub> )	Rezzato A	34	54	40
		Rezzato B	27	67	
		Mazzano A	29	46	
		Mazzano B	17	48	
		Passivi	30	57	
Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	Media annuale (NO <sub>x</sub> come NO <sub>2</sub> )	Rezzato A	56	130	30
		Rezzato B	46	291	
		Mazzano A	46	101	
		Mazzano B	32	169	
		Passivi	50	137	
Dati generali NO	Media oraria	Rezzato A	22	50	
		Rezzato B	19	146	
		Mazzano A	17	36	
		Mazzano B	15	79	
		Passivi	13	52	

Tab. 3 Valori Ossidi di Azoto

Un altro parametro che ha presentato valori di rilievo è l'ozono (O<sub>3</sub>).

Il composto si forma solo in atmosfera prevalentemente in periodo estivo, a causa della radiazione solare presente in atmosfera e si è quindi riscontrato a valori elevati a settembre. Nel grafico seguente possiamo osservare il suo andamento nei confronti del valore di protezione della salute umana come media mobile di 8 ore nelle misure svolte a Mazzano.



*Figura 4 andamento medie di 8 h di Ozono a Settembre a Mazzano*

Considerato che tipicamente i valori più elevati del composto si riscontrano tra maggio e luglio i risultati di settembre sono abbastanza preoccupanti.

I valori di ozono sono importanti anche in ragione dei dati elevati di idrocarburi riscontrati, che sono i seguenti (valori espressi in  $\mu\text{g}/\text{mc}$  di C). Esiste infatti una dipendenza stretta tra la presenza di idrocarburi e la formazione di ozono.

Parametro	Periodo	Statistica	Concentrazione ( $\mu\text{g}/\text{mc}$ )			
			Rezzato A	Rezzato B	Mazzano A	Mazzano B
Idrocarburi non metanici	Estiva	Media	226	178	188	167
		Massimo	785	835	662	464
	Invernale	Media	147	236	114	168
		Massimo	911	638	404	386

*Tab. 4 Valori di idrocarburi*

Attualmente non esiste un limite per gli idrocarburi: il D.P.C.M. 28/3/83 fissava un limite combinato tra ozono e idrocarburi. Non si dovevano superare i  $200 \mu\text{g}/\text{mc}$  di ozono per più di 3 ore consecutive in presenza di idrocarburi superiori ai  $200 \mu\text{g}/\text{mc}$ . Da questo punto di vista la situazione è accettabile solo perché l'ozono è sempre a livelli inferiori ai  $200 \mu\text{g}/\text{mc}$ , ma i dati pongono in rilievo un ulteriore elemento di criticità della qualità dell'aria per la presenza di numerosi valori oltre i  $200 \mu\text{g}/\text{mc}$  di idrocarburi totali.

Tra gli idrocarburi il più importante, anche in virtù della sua tossicità è il benzene. I valori riscontrati nell'indagine per questo composto e i suoi simili (seppur meno tossici) espressi in  $\mu\text{g}/\text{mc}$ , sono i seguenti:

Parametro	Periodo	Postazione	Media ( $\mu\text{g}/\text{mc}$ )
Benzene	Estivo	Rezzato A	4.0
		Rezzato B	3.6
		Mazzano A	3.1
		Mazzano B	3.2
	Invernale	Rezzato A	3.7
		Rezzato B	4.1
		Mazzano A	3.2
		Mazzano B	2.8
Toluene	Estivo	Rezzato A	10.5
		Rezzato B	10.0
		Mazzano A	8.0
		Mazzano B	10.9
	Invernale	Rezzato A	7.3
		Rezzato B	8.9
		Mazzano A	8.6
		Mazzano B	8.0
Xileni	Estivo	Rezzato A	17.1
		Rezzato B	11.8
		Mazzano A	6.1
		Mazzano B	5.7
	Invernale	Rezzato A	13.3
		Rezzato B	12.2
		Mazzano A	6.2
		Mazzano B	5.9

*Tab. 5 Valori di BTX riscontrati*

Le concentrazioni sono sotto il valore medio annuale di  $5 \mu\text{g}/\text{mc}$  previsti per il Benzene, ma comunque importanti anche in virtù di alcune punte orarie elevate. La correlazione tra i vari composti sembra comunque indicare nel traffico la fonte principale di emissione.








### **3.3 Indice di Qualità dell'aria**

Per dare una valutazione più immediata sullo stato di qualità dell'aria abbiamo deciso di utilizzare il cosiddetto "Indice di Qualità dell'aria" (IQA).

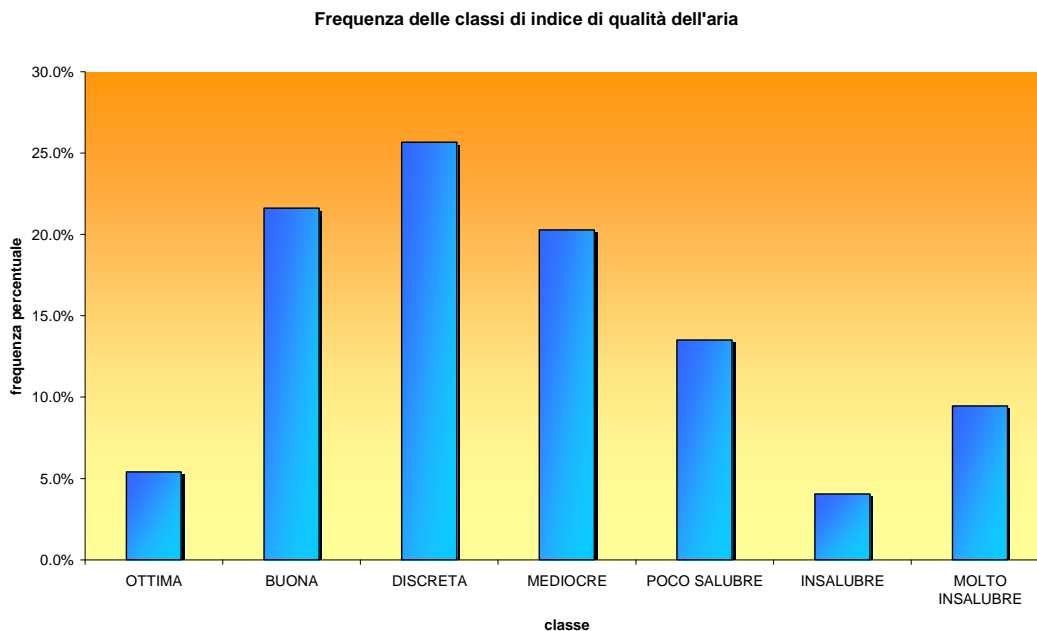
L'indice introdotto dall'agenzia di protezione dell'ambiente statunitense e utilizzato da alcune amministrazioni pubbliche (ad esempio la Regione Piemonte) serve a fornire all'utente non tecnico un criterio immediato di valutazione dello stato di salubrità dell'aria. Con l'Indice di Qualità dell'aria (IQA) si intende pertanto il sistema con cui è possibile visualizzare un valore in funzione dei principali inquinanti ed un valore cumulativo di qualità dell'aria.

L'indice viene, di solito, calcolato su alcuni composti che presentano valori di soglia di allarme o comunque soglie ben individuate su breve periodo, quindi: ozono (O<sub>3</sub>), polveri fini (PM<sub>10</sub>), Idrocarburi non metanici (NMHC), monossido di carbonio (CO) e biossido di azoto (NO<sub>2</sub>). Per il calcolo dell'indice complessivo si utilizzano i valori dei due inquinanti peggiori tra quelli considerati (nel nostro caso abbiamo escluso i NMHC in quanto il limite relativo va comunque correlato con quello dell'ozono) in modo tale da fornire un valore complessivo della qualità dell'aria a cui è soggetta la popolazione dell'area omogenea. La suddivisione della scala dell'Indice in 7 classi consente un'adeguata rappresentatività delle diverse casistiche di qualità dell'aria e situazioni di rischio sanitario.

Ai sette livelli dell'IQA, oltre che i diversi colori, sono associati brevi messaggi che rappresentano i giudizi in merito alla qualità dell'aria ed alcune raccomandazioni utili alla popolazione. Sintetizziamo quelli utilizzati a titolo d'esempio dalla regione Piemonte.

- 1)  Ottima il valore di IQA è compreso fra 0 e 50. La qualità dell'aria è considerata eccellente.
- 2)  Buona il valore di IQA è compreso fra 51 e 75. La qualità dell'aria è considerata molto soddisfacente con nessun rischio per la popolazione.
- 3)  Discreta il valore di IQA è compreso fra 76 e 100. La qualità dell'aria è soddisfacente con nessun rischio per la popolazione.
- 4)  Moderata cautela (per i gruppi sensibili) il valore di IQA è compreso fra 101 e 125. La popolazione non è a rischio. Le persone asmatiche, bronchitiche croniche o cardiopatiche potrebbero avvertire lievi sintomi respiratori solo durante un'attività fisica intensa; si consiglia pertanto a questa categoria di limitare l'esercizio fisico all'aperto, specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi.
- 5)  Poco salubre il valore di IQA è compreso fra 126 e 150. Le persone con complicazioni cardiache, gli anziani e i bambini potrebbero essere a rischio, si consiglia pertanto a queste categorie di persone di limitare l'attività fisica e la permanenza prolungata all'aria aperta specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi.
- 6)  insalubre il valore di IQA è compreso fra 151 e 175. Molti cittadini potrebbero avvertire lievi sintomi negativi sulla salute, comunque reversibili, pertanto si consiglia di limitare la permanenza all'aria aperta, specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi. I membri dei gruppi sensibili potrebbero invece avvertire sintomi più seri, è quindi conveniente esporsi il meno possibile all'aria aperta.
- 7)  molto insalubre il valore di IQA è maggiore di 175. Tutti i cittadini potrebbero avvertire lievi effetti negativi sulla salute. Gli anziani e le persone con complicazioni respiratorie dovrebbero evitare di uscire, mentre gli altri, specialmente i bambini, dovrebbero evitare l'attività fisica e limitare la permanenza all'aria aperta, specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi.

Di seguito è presentata un grafico riassuntivo delle frequenze riscontrate delle varie classi di qualità dell'aria.



*Fig. 5*

Corrispondenti ai seguenti valori di frequenza:

<b>Classe</b>	<b>frequenza</b>	<b>%</b>
OTTIMA	4	5.4%
BUONA	16	21.6%
DISCRETA	19	25.7%
MEDIOCRE	15	20.3%
POCO SALUBRE	10	13.5%
INSALUBRE	3	4.1%
MOLTO INSALUBRE	7	9.5%

*Tab.6*

Come si vede per quasi la metà del tempo di misura la qualità dell'aria si trova in categorie mediocri o non salubri con un 20% del tempo in situazioni che comportano un qualche rischio.

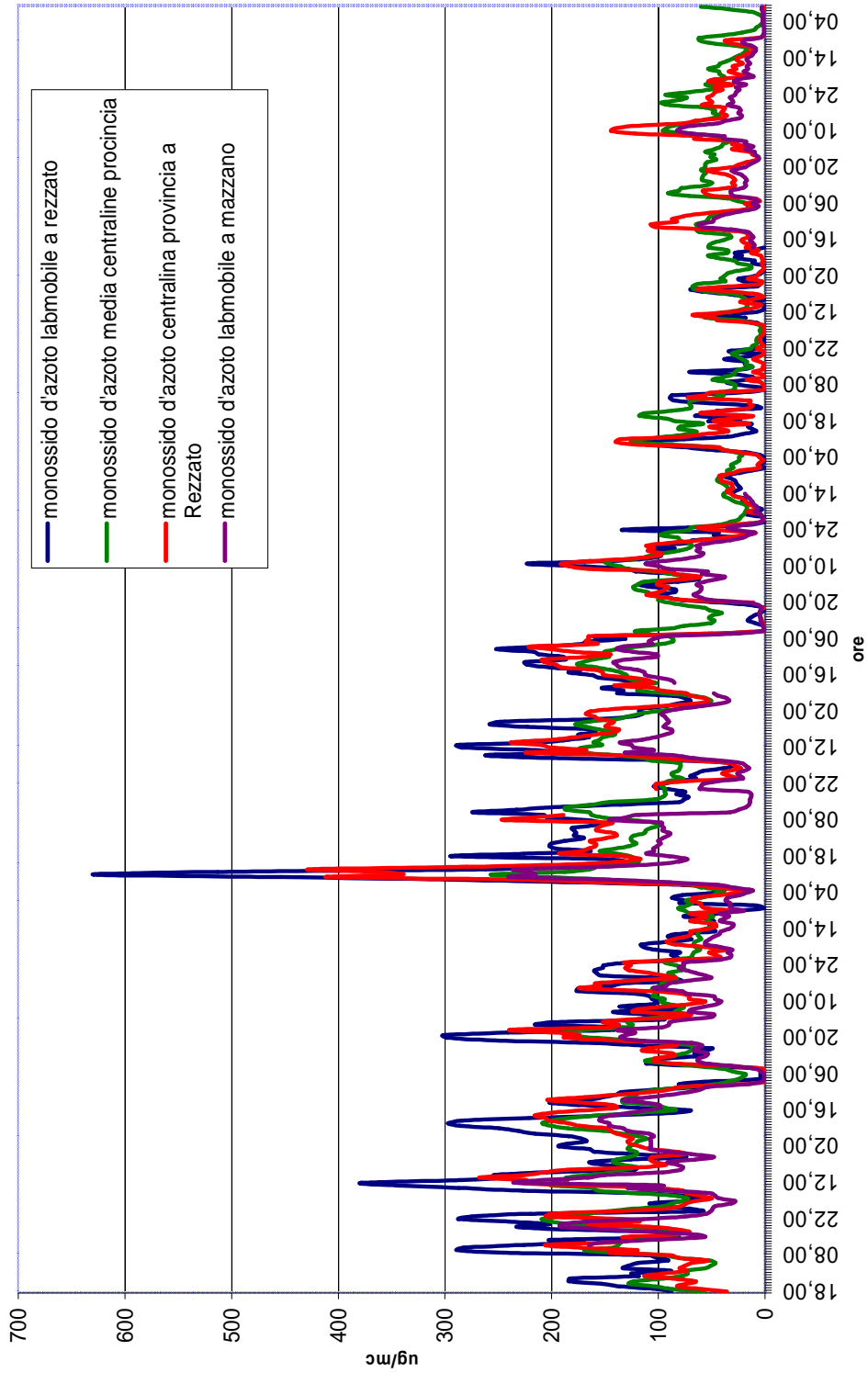
### **3.4 Confronti con altre aree**

Stabilito che la qualità dell'aria nell'area interessata all'indagine è mediocre se non scadente, ci si è posta la domanda se tale stato sia caratteristico o meno della zona di misura.

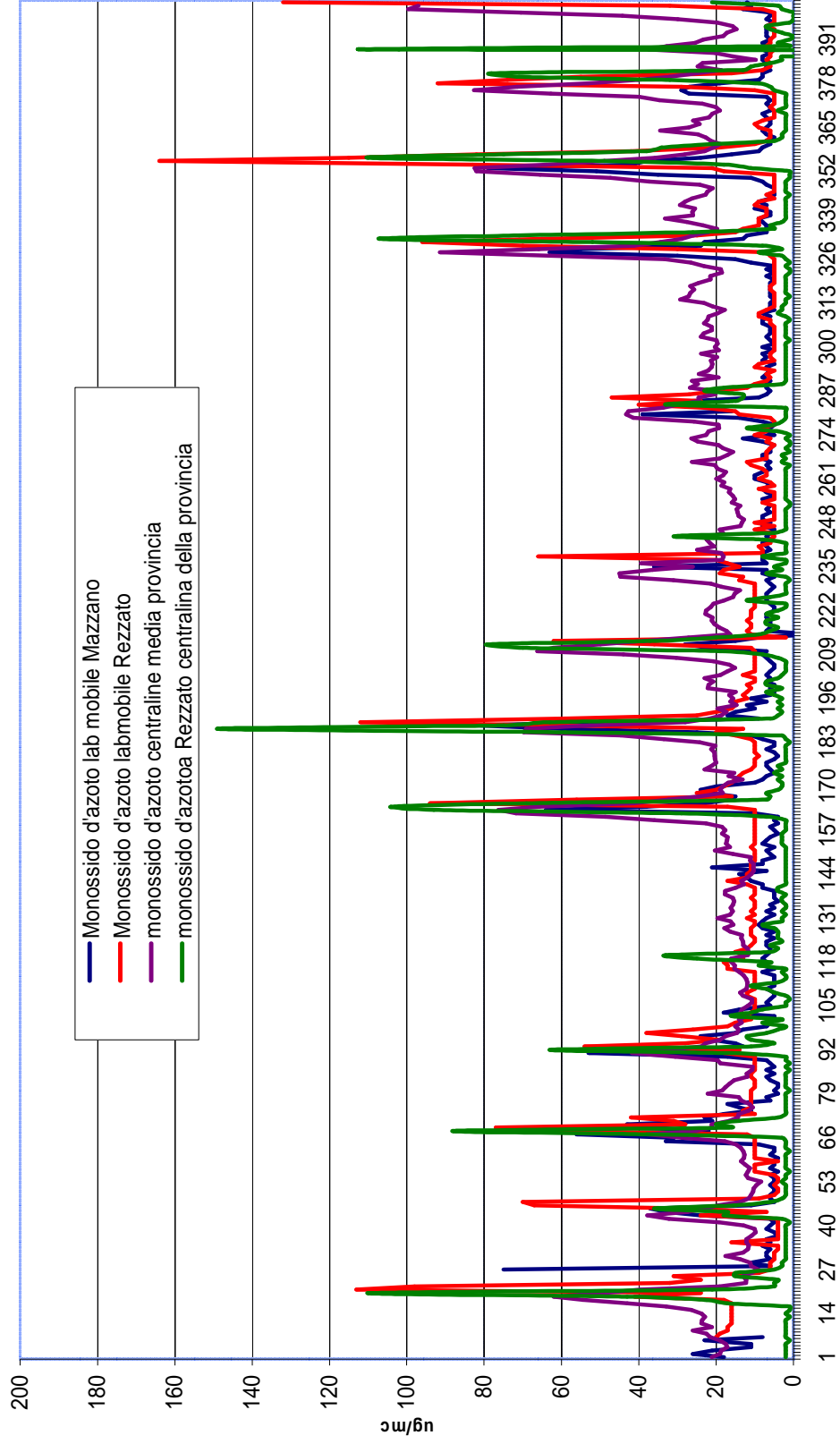
In tal senso abbiamo verificato gli andamenti degli inquinanti con gli andamenti registrati dalle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria in provincia di Brescia.

I grafici che seguono ci mostrano gli andamenti durante il periodo di monitoraggio delle misure nei comuni e nel resto della provincia.

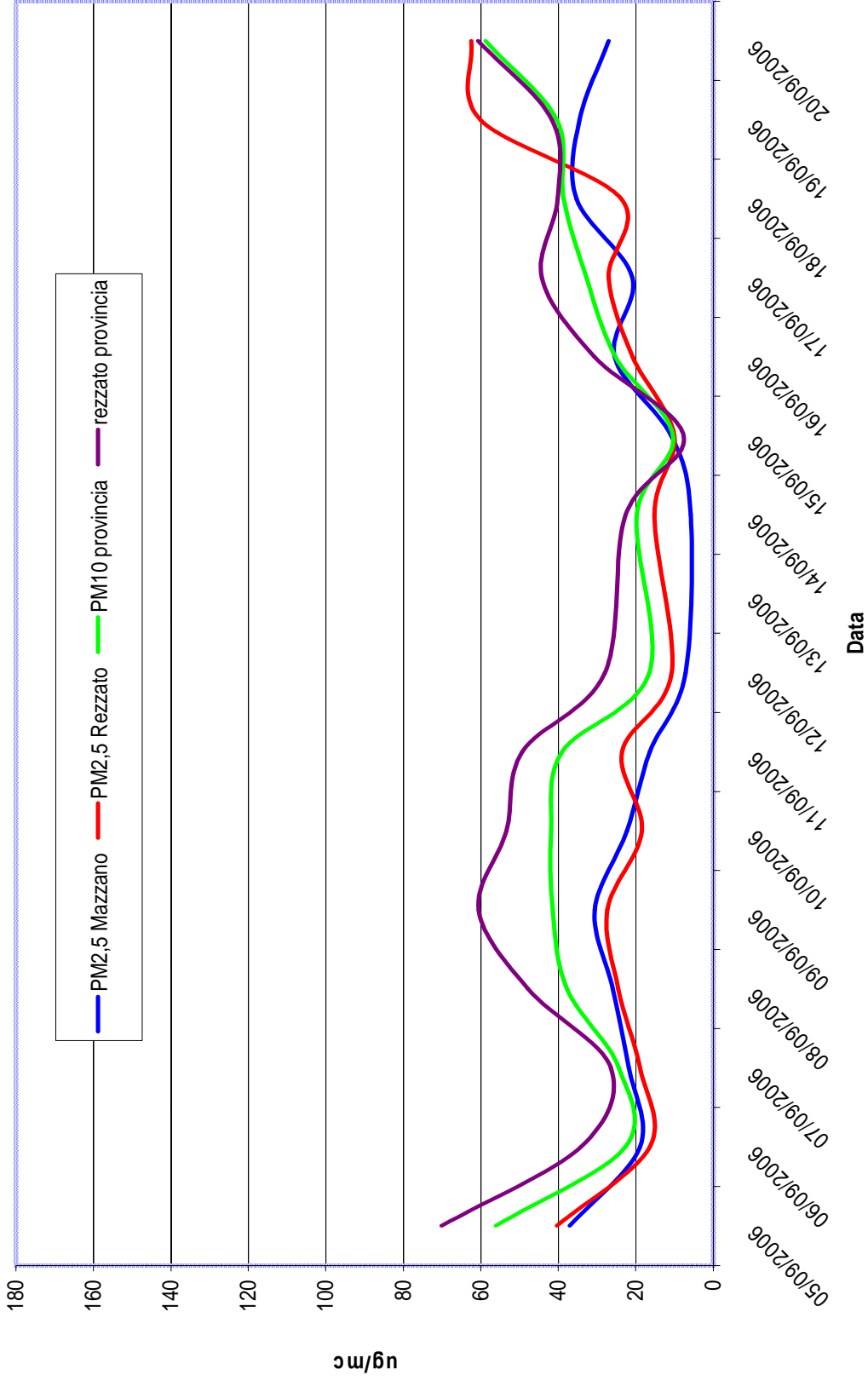
### Confronti andamenti misure monossido d'azoto a Gennaio 2007



### Andamento NO A Settembre



### Andamento Polveri fini a Settembre



Dai grafici precedenti appare chiaro che i valori di Rezzato, pur in un ordine di grandezza comparabile, sono costantemente più elevati di quelli di Mazzano e di quelli medi della provincia di Brescia.

Per quanto riguarda gli ossidi d'azoto: in particolare sono ben evidenti le maggiori punte di monossido di azoto (NO) a Rezzato, indipendentemente dal punto di misura.

Per quanto riguarda le polveri fini (PM10) la tendenza ad assumere valori più alti a Rezzato è meno marcata ma comunque evidente.

Questo fatto non è così costante per altri composti come ad esempio il monossido di carbonio (CO).

Questi dati indicano una specificità del territorio in esame che, pur condividendo un fondo di inquinamento con la realtà più ampia della provincia di Brescia, presenta anche punte di concentrazioni sempre oltre la media provinciale in tutto l'abitato di Rezzato per alcuni degli inquinanti caratteristici delle emissioni della cementeria.

### **3.5 Metalli sulle foglie**

Per quanto riguarda i valori assoluti dei metalli nelle foglie questi, in genere, sono risultati analoghi e in alcuni casi inferiori a valori riscontrati in zone distanti e quindi non sottoposte alle ricadute Italcementi.

I due metalli che riscontrano valori significativamente diversi dai valori misurati in altre località negli stessi periodi d'indagine sono l'Alluminio (vedi grafici seguente) e il Ferro. I due metalli sono importanti anche per quanto riguarda la produzione in oggetto, in quanto i loro ossidi costituiscono una certa percentuale del prodotto elaborato da Italcementi.

### Concentrazione di Alluminio nelle foglie

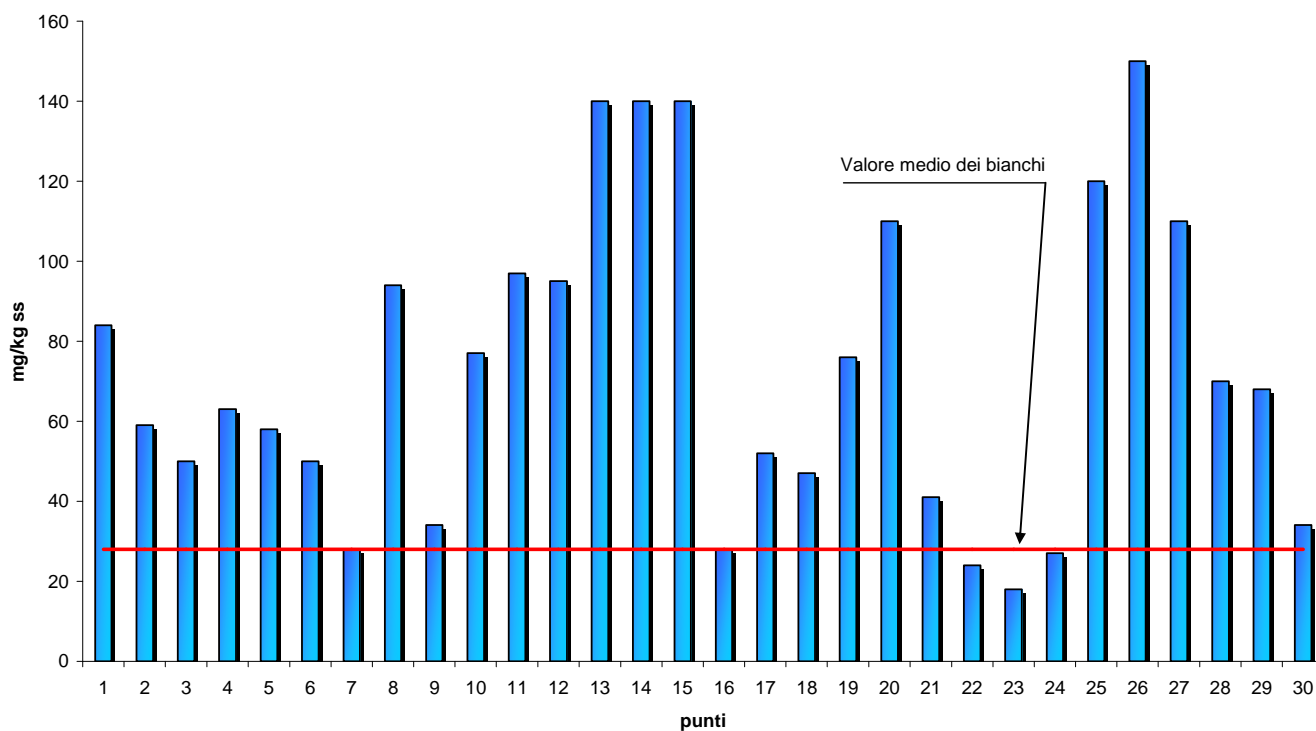


Fig. 7 Valori di Alluminio nelle foglie

Alla luce di queste differenze i valori dei due composti sono stati sottoposti a specifiche indagini nell'analisi statistica dei dati .

## 4. ANALISI STATISTICA DEI RISULTATI E CONCLUSIONI

### 4.1 Mappe di dispersione

Grazie ad alcune tecniche "geostatistiche" le concentrazioni di inquinanti rilevate nell'ambito delle campagne di misura possono essere visualizzate in mappe grafiche di isoconcentrazione.

Tali mappe consentono di evidenziare in modo immediato la distribuzione dell'inquinante sul territorio in quanto definiscono con colori diversi le aree in cui un inquinante mantiene concentrazioni omogenee (= NO + NO<sub>2</sub>).

Le figure seguenti illustrano le mappe di dispersione dei PM<sub>2.5</sub> e degli NO<sub>x</sub>, relative alle concentrazioni rilevate durante la campagna di settembre

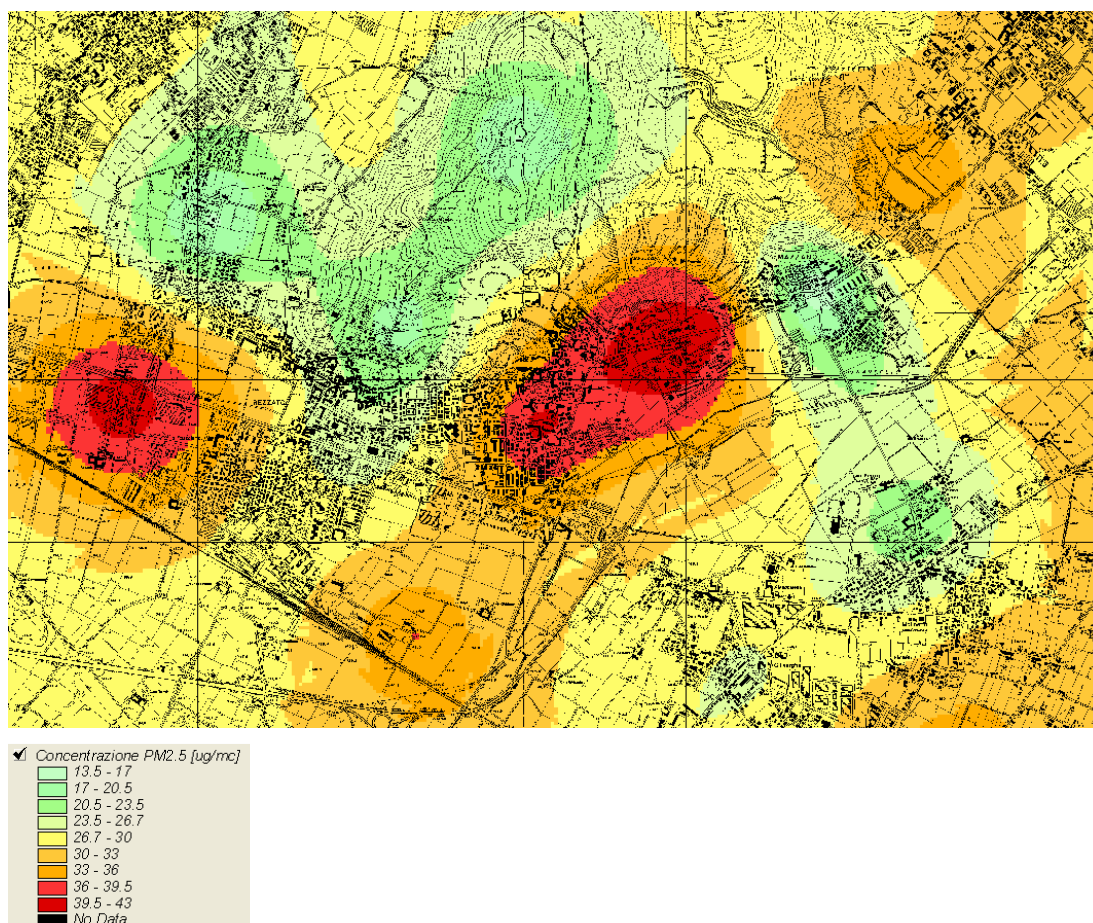


Fig. 8 Mappa isoconcentrazione PM<sub>2.5</sub> Settembre

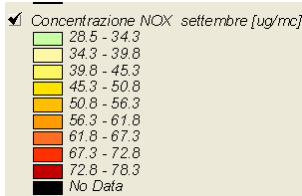
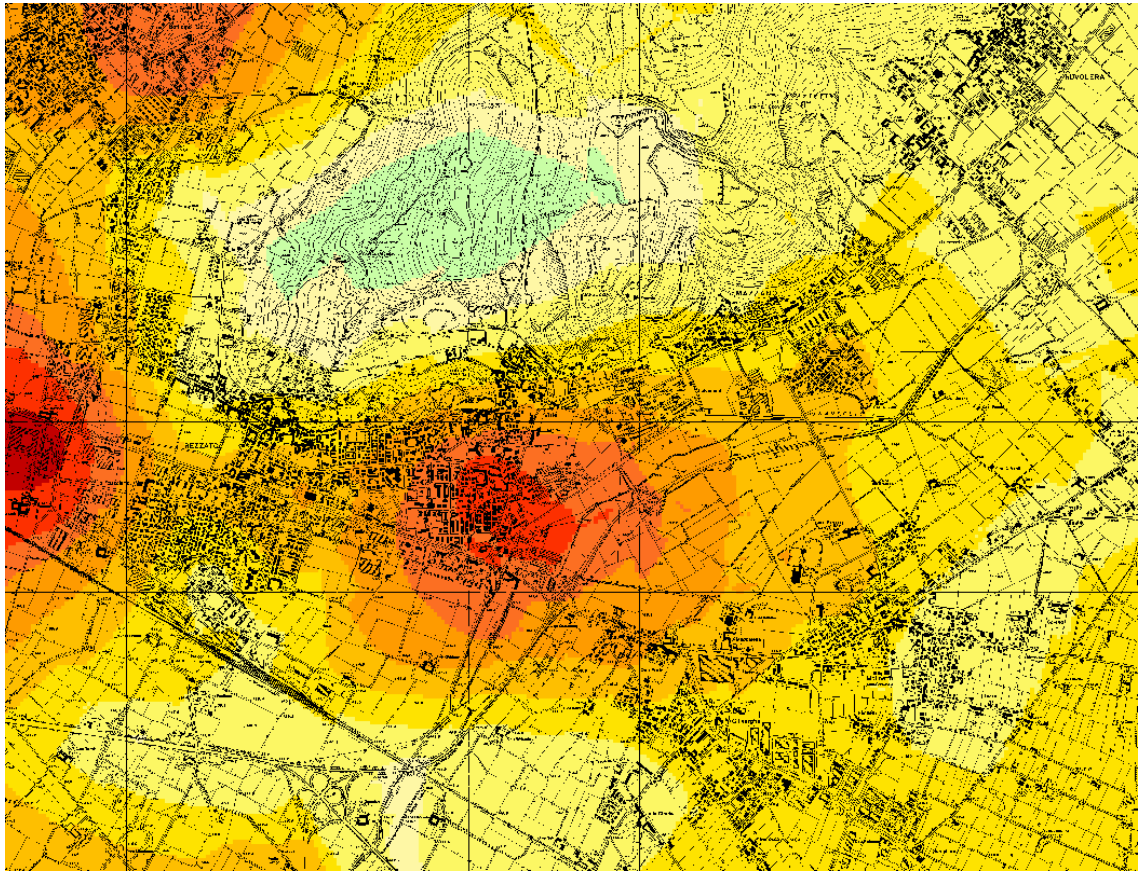


Fig. 9 Andamento concentrazione NOx Settembre

Entrambe le mappe evidenziano due aree caratterizzate dalle concentrazioni più elevate: la prima in zona potenzialmente oggetto di influenza diretta da parte della cementeria, la seconda lungo il confine ovest del comune di Rezzato, forse in relazione all'influsso dell'area metropolitana bresciana.

Le tre figure seguenti illustrano le mappe di dispersione dei PM2.5 e degli Ossidi di Azoto, relative alle concentrazioni rilevate durante la campagna di gennaio. Tutte le mappe confermano quanto sottolineato con le mappe di settembre: il comune di Rezzato presenta le concentrazioni maggiori di inquinanti, rispetto al comune di Mazzano, in particolare in un'area più o meno vasta a seconda dell'inquinante, ubicata in direzione sudovest rispetto allo stabilimento Italcementi. Peraltro tale andamento appare piuttosto coerente con la direzione del vento riscontrata durante il periodo di posa dei campionatori passivi.

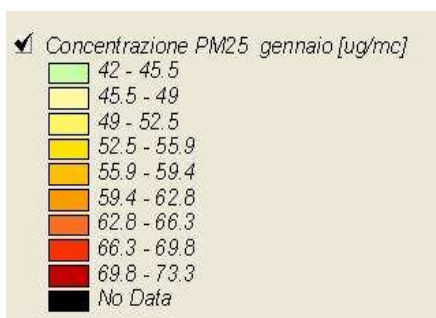
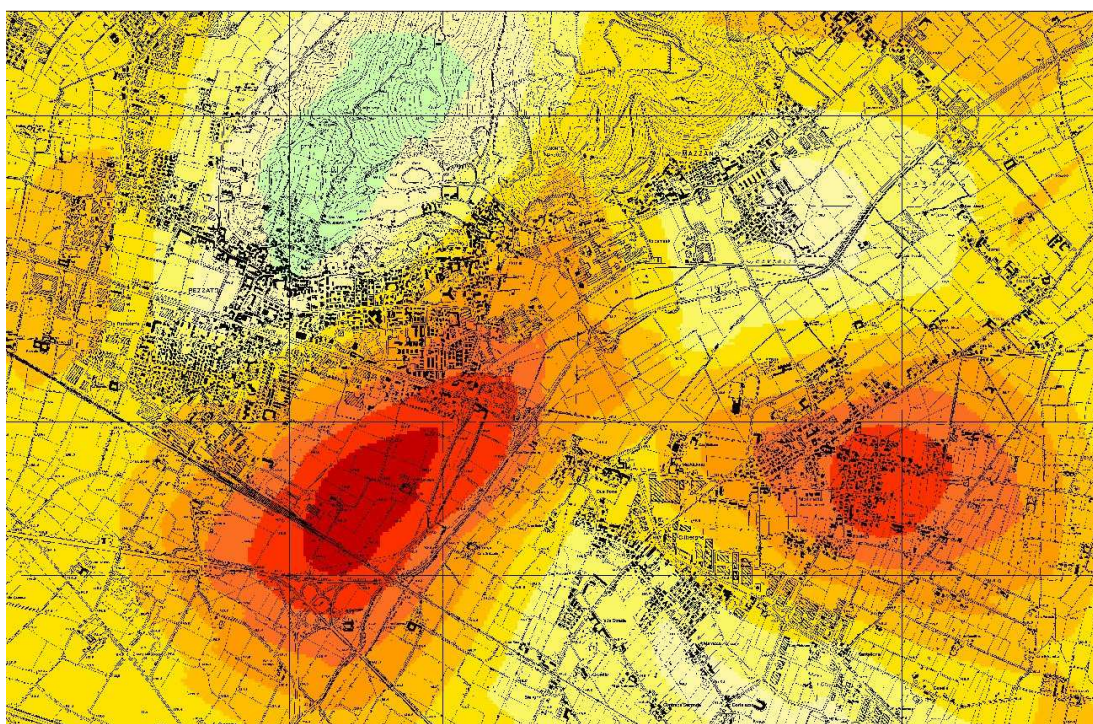


Fig. 10 Andamento concentrazioni PM2.5

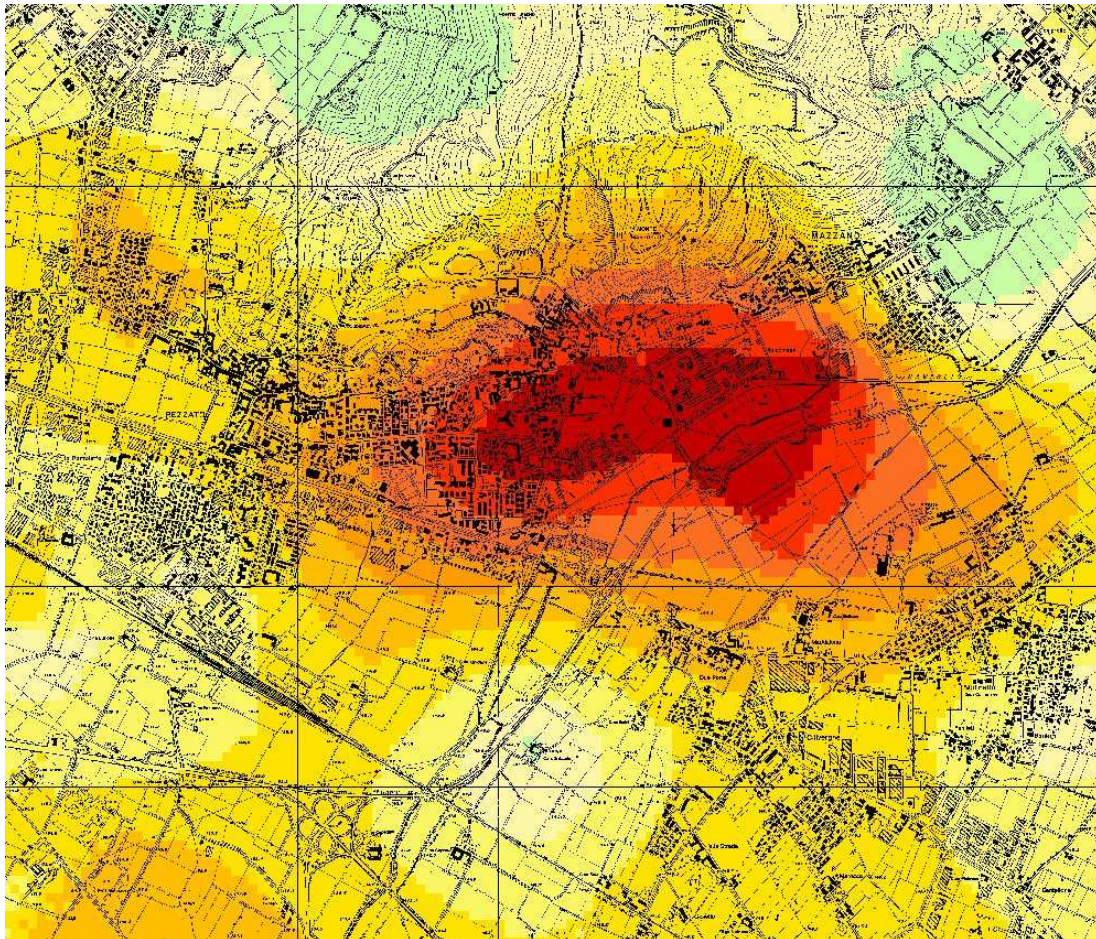


Fig. 11 Andamento concentrazioni NOx

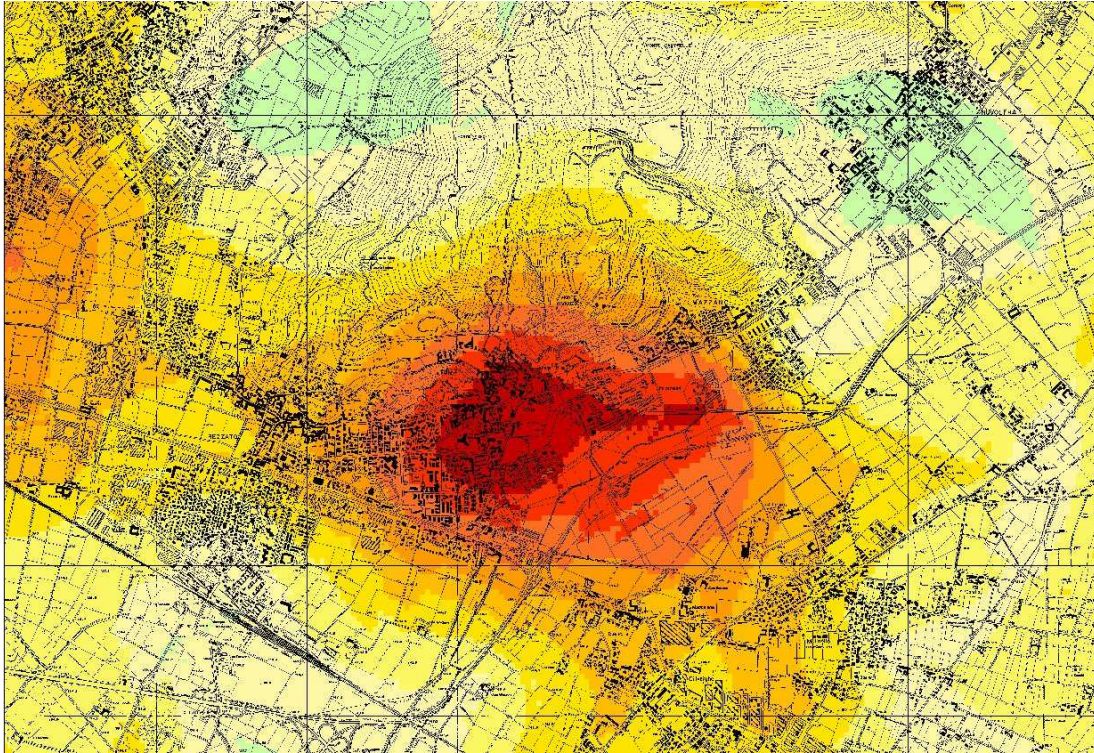


Fig. 12 Andamento concentrazioni NO

L'andamento degli Ossidi di Azoto (sia NO<sub>x</sub>, sia NO) appare decisamente centrato rispetto alla posizione della cemenzeria.

## 4.2 Analisi statistica

I dati raccolti sono stati sottoposti ad un'analisi statistica "multivariata" per evidenziare le eventuali correlazioni tra gli inquinanti e le potenziali dipendenze tra inquinanti e sorgenti.

Per verificare il "peso" dell'azienda sulla qualità dell'aria si è formulata l'ipotesi che la variabilità delle concentrazioni degli inquinanti sul territorio dipenda da:

1. Emissioni Italcementi
2. Altre fonti (ad esempio Autostrada A4, altre strade di scorrimento, Termoutilizzatore e centrale policombustibile dell'ASM di Brescia.)
3. Uso del territorio (se urbano, agricolo, boschivo etc).

L'obiettivo delle analisi di tipo statistico è stato quello "eliminare" la variabilità del grado di inquinamento dovuta a fattori "terzi" (punto 2 e 3) e di verificare se vi sia un'effettiva influenza dello stabilimento Italcementi sulla variabilità rimanente (o residua).

I risultati di tali analisi evidenziano che le variabili ambientali nell'intorno del punto di rilevamento incidono indubbiamente sulla presenza di determinati inquinanti: ad esempio esiste una correlazione tra i dati in concentrazione degli ossidi d'azoto e le aree urbane (cioè gli ossidi di azoto sono maggiori in area urbana).

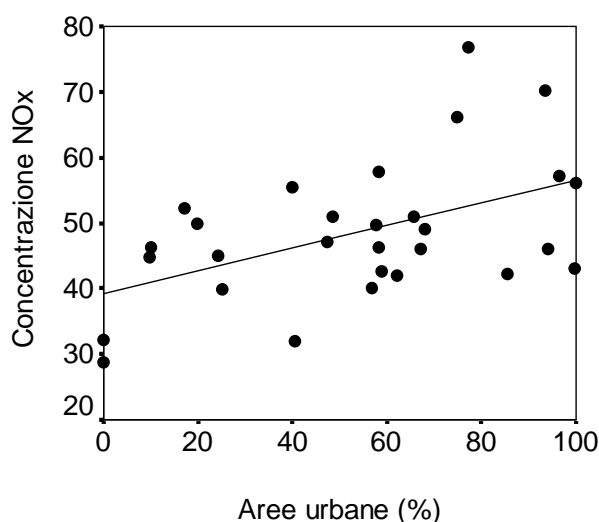


Fig. 13 Relazione tra la percentuale di aree urbane nell'intorno del punto di rilevamento (250m) e la concentrazione di NOX nello stesso punto misurata nel mese di settembre.

Attraverso metodiche statistiche è possibile eliminare la variabilità dipendente dall'uso del territorio e verificare quale sia la correlazione dei valori con la distanza dalle altre fonti.

I risultati di questa operazione indicano una correlazione con la distanza dall'Italcementi per quanto riguarda la concentrazione degli ossidi di azoto, evidenziata soprattutto in gennaio (maggiore è la distanza da Italcementi, minore è la concentrazione di ossidi di azoto).

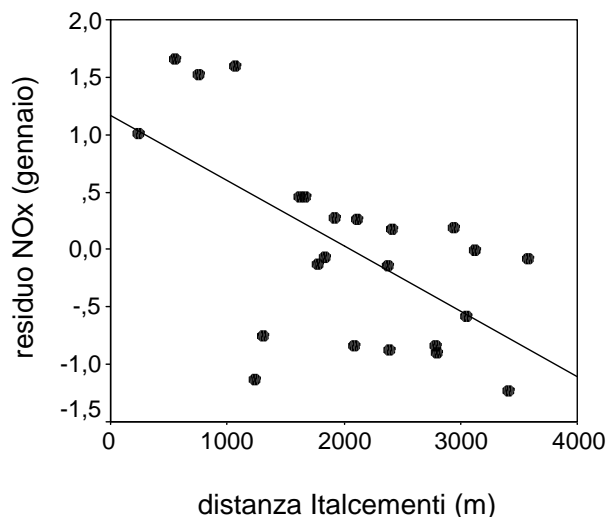


Fig. 14 Grafici di dispersione illustranti le relazioni significative evidenziate.

Si deve segnalare che anche la tangenziale sembra costituire, seppure in maniera minore, una fonte di inquinamento da ossidi di azoto.

Lo stesso metodo di analisi dei dati è stato utilizzato nel valutare i dati di metalli nelle lamine fogliari.

I risultati dei test relativi ai metalli mostrano come l'abbondanza dell'alluminio nelle foglie sia correlata in modo significativo con la distanza dall'Italcementi.

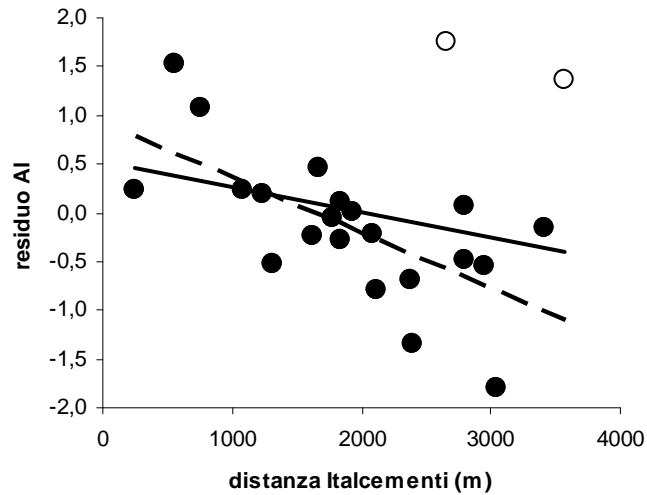


Fig. 15 Relazione tra concentrazione di alluminio e distanza dall'Italcementi.

Per il ferro è emersa una correlazione con la distanza dal termoutilizzatore, ma in realtà tale correlazione è falsata dalla presenza di due punti ad alta concentrazione di Ferro, ubicati nell'area più occidentale, nella zona industriale di Rezzato. In questo caso però, non considerando i due punti, la relazione non è più significativa, mentre lo diventa quella con la distanza dall'Italcementi come da grafico seguente.

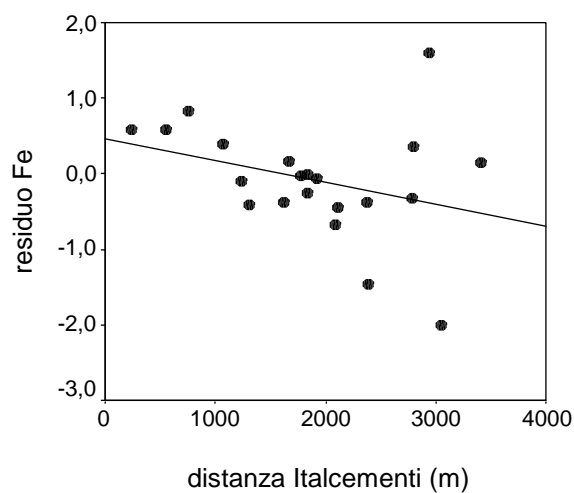
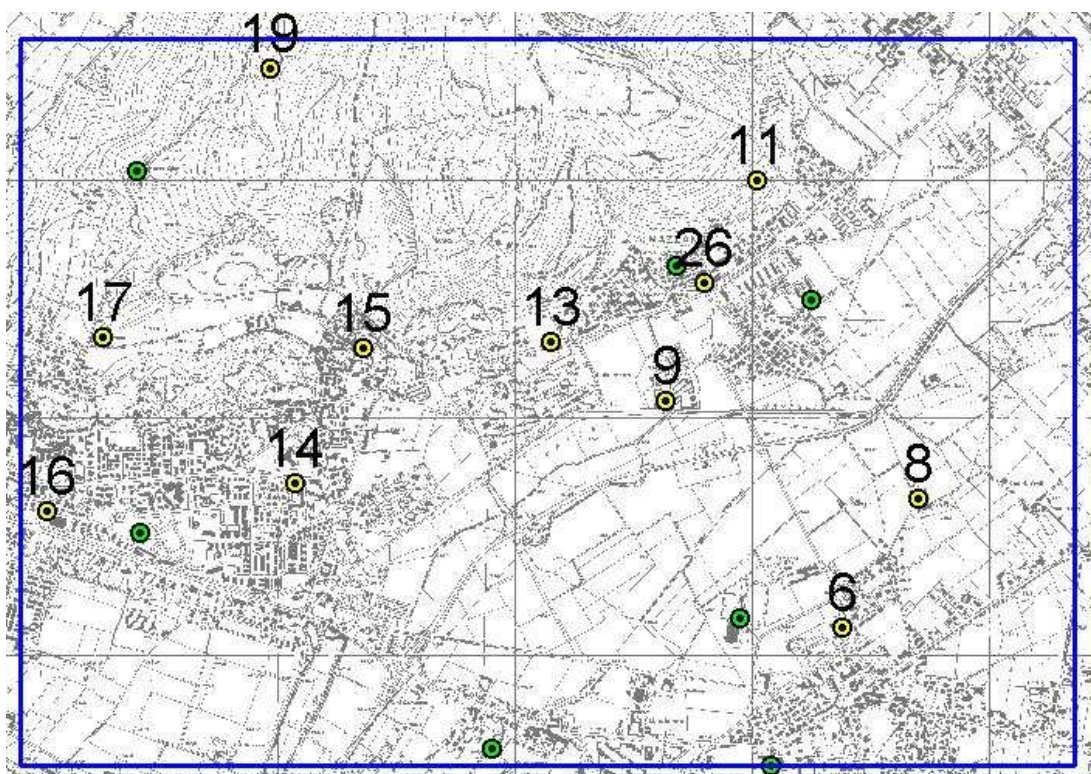


Fig. 16 Relazione tra concentrazione di ferro e distanza dall'Italcementi (dopo l'esclusione dei punti 20 e 21).

### 4.3 Confronto con la simulazione

Per quantificare l'incidenza Italcementi sulle concentrazioni medie è stata scelta una serie di punti in zona abitata come da immagine seguente.



*Fig. 17 Punti analizzati per definizione contributo Italcementi*

Si è proceduto quindi a confrontare le concentrazioni misurate al suolo con le stime ricavate da un modello di ricaduta delle emissioni dell'Italcementi per il periodo di misura.

I risultati sono i seguenti:

ID PUNTO	DESCRIZIONE	SETTEMBRE			GENNAIO		
		NOX CAMPAGNA	NOX SIMUL	%	NOX CAMPAGNA	NOX SIMUL	%
6	COMUNE DI MAZZANO, scuola media	50,89	2,31	<b>4,55%</b>	154,77	1,65	<b>1,06%</b>
8	COMUNE DI MAZZANO, Cascina Ferrazza	46,34	4,78	<b>10,31%</b>	144,08	2,47	<b>1,72%</b>
9	COMUNE DI MAZZANO, Italcementi	55,41	4,30	<b>7,76%</b>	199,65	2,41	<b>1,21%</b>
11	COMUNE DI MAZZANO, Chiesetta alpini	44,96	6,74	<b>14,99%</b>	85,94	4,81	<b>5,60%</b>
13	COMUNE DI MAZZANO, via delle Libertà	49,65	4,02	<b>8,10%</b>	184,94	1,57	<b>0,85%</b>
14	COMUNE DI REZZATO, va Turati 15	70,16	2,24	<b>3,20%</b>	206,06	2,47	<b>1,20%</b>
15	COMUNE DI REZZATO, via Zanelli 4	49,14	10,08	<b>20,52%</b>	186,11	4,86	<b>2,61%</b>
16	COMUNE DI REZZATO, via Europa	57,17	2,50	<b>4,38%</b>	153,00	2,12	<b>1,38%</b>
17	COMUNE DI REZZATO, Via don sturzo, 1	39,86	7,26	<b>18,21%</b>	135,71	3,56	<b>2,62%</b>
19	COMUNE DI REZZATO, CRE	28,75	15,28	<b>53,15%</b>	92,88	13,34	<b>14,36%</b>

Tab. 7 Contributo percentuale NOx

ID PUNTO	DESCRIZIONE	SETTEMBRE			GENNAIO		
		PM2,5 CAMPAGNA	PM2.5 SIMUL	%	PM2,5 CAMPAGNA	PM2.5 SIMUL	%
6	COMUNE DI MAZZANO, scuola media	9,21	0,11	1,25%	19,68	0,06	0,32%
11	COMUNE DI MAZZANO, Chiesetta alpini	44,07	0,40	0,92%	67,20	0,25	0,37%
13	COMUNE DI MAZZANO, via delle Libertà	37,82	0,51	1,34%	62,31	0,08	0,13%
14	COMUNE DI REZZATO, va Turati 15	38,11	0,26	0,68%	72,75	0,11	0,15%
15	COMUNE DI REZZATO, via Zanelli 4	33,50	0,81	2,41%	58,83	0,24	0,40%
16	COMUNE DI REZZATO, via Europa	24,59	0,18	0,75%	48,65	0,07	0,15%
17	COMUNE DI REZZATO, Via don Sturzo, 1	21,52	0,43	1,98%	48,65	0,10	0,21%
19	COMUNE DI REZZATO, CRE	44,51	0,69	1,55%	62,08	0,47	0,75%
26	COMUNE DI MAZZANO, scuole elementari	13,95	0,38	2,70%	48,09	0,30	0,62%

Tab. 8 Contributo percentuale PM2.5

## 4.4 Conclusioni

In relazione agli obiettivi dell'indagine possiamo affermare che:

1. La qualità dell'aria nel territorio appare sicuramente compromessa.
  - Sono molto elevati i valori di Polveri e di Ossidi d'azoto, sia in estate sia, in misura molto più evidente, in inverno.
  - L'ozono, ancorché non misurato nel periodo di maggior concentrazione attesa (maggio-luglio), è risultato elevato in periodo estivo.
  - Gli idrocarburi sono a livelli significativi.
  - I BTEX (benzene e composti simili) sono elevati, ancorché nei limiti.
  - Le concentrazioni dei vari inquinanti aumentano significativamente in periodo invernale, sia in ragione della presenza degli impianti termici, sia in ragione dell'instaurarsi di regimi meteorologici in grado di concentrare gli inquinanti al suolo.
  - I valori di ossidi d'azoto e polveri sono in genere più elevati a Rezzato della media provinciale.
  - I valori di Rezzato di NOx e polveri sono risultati costantemente più alti a Rezzato che a Mazzano
2. La centralina della provincia di Rezzato è idonea a dare un quadro realistico dell'esposizione degli abitanti della zona.
3. L'analisi delle carte di isoconcentrazione evidenzia alcune zone di maggior criticità:
  - l'abitato del comune di Rezzato, con qualche allargamento verso la cementeria
  - l'abitato Nord di Mazzano in periodo invernale.
4. Queste distribuzioni possono essere considerate un indice delle ricadute al suolo delle emissioni della cementeria, in quanto abbastanza ben collegate alla provenienza dei venti, e situate pressoché sempre sottovento alle emissioni.
5. L'accumulo di metalli nelle foglie in genere esclude una significativa influenza dell'insediamento, ma individua piuttosto la presenza di altre fonti locali. Esiste, tuttavia, una differenza di accumulo dell'alluminio e ferro nelle foglie rispetto a campioni di altre zone. Per questi due metalli l'analisi statistica multivariata ha mostrato una correlazione statisticamente significativa delle concentrazioni con la distanza dalla cementeria. Si ricorda che gli ossidi di alluminio e ferro sono tra i costituenti del cemento.

6. L'analisi statistica multivariata ha mostrato una correlazione statisticamente significativa delle concentrazioni di ossidi d'azoto con le distanze dalla cementeria. Una correlazione significativa esiste anche con la distanza dalla tangenziale.
  
7. L'incidenza delle emissioni dell'Italcementi **medie sul lungo periodo** raggiunge al suolo valori tra 4 e 10 ug/mc negli abitati per gli ossidi d'azoto (fino al 25% del limite medio annuo) e di 0,2-0,7 ug/mc per le polveri. Naturalmente è da ritenere che un apporto importante di polveri provenga anche dalle attività di Cava e dalle emissioni diffuse dell'insediamento, e che quindi l'apporto delle polveri qui calcolato non possa che essere sottostimato.