

RELAZIONE:

Vol. 2 capitoli 4-5

**APPROFONDIMENTI
STUDIO D'IMPATTO
AMBIENTALE (SIA)
TERMODISTRUTTORE DI
TREZZO SULL'ADDA**

A cura di:

Prof. G.A. De Leo

e

Ing. Paolo Greco

Ing. Gianluca Crapanzano

Ing. Mario Grosso

Cesare Vergottini

Gruppo di lavoro

Prof. G.A. De Leo

Docente di Ecologia presso il dipartimento di Scienze ambientali dell'Università degli studi di Parma e di Fondamenti di Valutazione d'Impatto Ambientale presso il Dipartimento di Elettronica del Politecnico di Milano.

Ing. Paolo Greco

– Università degli studi di Parma - Collaboratore del dipartimento di Scienze Ambientali

Ing. Gianluca Crapanzano

Etaconsult – Milano

Ing. Mario Grosso

PhD – Assegnista di ricerca presso il DIAR (Sez. Ambientale) – Politecnico di Milano

Cesare Vergottini

Studente del 5° anno e laureando in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio del Politecnico di Milano

Si ringrazia il dott.**Luca Lancini** per il suo contributo relativo all'elaborazione della stima dei carichi emissivi del conferimento dei rifiuti all'impianto (cap4. paragrafo 5)

SOMMARIO

Il presente lavoro costituisce la documentazione tecnica dello studio condotto dal Prof. De Leo e dai suoi collaboratori nell'ambito del lavoro commissionato dal Comune di Trezzo sull'Adda per gli approfondimenti e la verifica/valutazione del SIA (Studio d'Impatto Ambientale) realizzato, su base volontaria, dalla società Prima/TTR per l'impianto d'incenerimento di RSU che si sta realizzando nello stesso comune.

Il primo capitolo introduttivo descrive cosa è uno Studio d'Impatto Ambientale (SIA) e una Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA), il perché del presente studio condotto dall'università di Parma e dai suoi collaboratori.

Il secondo capitolo è stato dedicato alla normativa italiana sull'inquinamento atmosferico, le emissioni e la qualità dell'aria.

Il terzo capitolo descrive i principali inquinanti, le origini, i principali effetti sull'uomo e sull'ambiente.

Il quarto capitolo indaga le emissioni e le criticità ambientali dell'area intorno a Trezzo principalmente in termini d'inquinamento atmosferico intorno a Trezzo sulla base degli studi effettuati nel recente piano regionale della qualità dell'aria (PRQA).

Nel quinto capitolo è riportata la metodologia ed i risultati di un'analisi di rischio degli effetti sulla salute umana da parte dei microinquinanti emessi dall'inceneritore.

Nel sesto capitolo è presentata una panoramica delle migliori tecnologie disponibili (MTD) per gli impianti di termodistruzione e per l'abbattimento degli inquinanti. È descritta la tecnologia impiegata a Trezzo e quelle impiegate negli altri impianti lombardi.

Il settimo capitolo è dedicato ad un'analisi condotta sul territorio lombardo finalizzata a capire, dai vari punti di vista e sulla base delle diverse esperienze, quali problemi sociali, ambientali economici e gestionali si sono incontrati nelle varie realtà in cui sono stati realizzati impianti di termodistruzione di RSU, quali iniziative sono state prese per fronteggiare le richieste delle amministrazioni e dei cittadini e i risultati raggiunti.

L'ottavo capitolo è un report delle attività svolte con la società Prima/TTR, le richieste e le risposte, la verifica ed il giudizio dello studio d'impatto ambientale.

Il nono capitolo costituisce una breve relazione in cui, sulla base dello studio, sono espressi dei giudizi sulla situazione ambientale a Trezzo e sono riportati i suggerimenti rivolti all'amministrazione comunale, ai cittadini e ai gestori dell'impianto.

4

DETERMINAZIONE DEI PRINCIPALI FATTORI DI PRESSIONE SU TREZZO SULL'ADDA

4.1	IL PIANO REGIONALE DELLE QUALITÀ DELL'ARIA	144
	"Individuazione delle aree critiche"	144
	Stima dell'evoluzione delle emissioni atmosferiche nel 2005 e 2010	145
4.2	"INDIVIDUAZIONE DELLE AREE CRITICHE"	147
4.2.1	<i>Matrice di criticità ambientale</i>	147
4.2.2	<i>Indicatori di vulnerabilità ambientale</i>	149
	Popolazione	149
	Densità della popolazione	149
	Patrimonio Culturale	150
	Aree protette	150
	Carichi critici di acidità totale	155
4.2.3	<i>Indicatori di Pressione ambientale</i>	157
	Emissioni comunali diffuse per classi di contributo	157
	Distanza da una delle sorgenti puntuali principali	158
	Emissioni da sorgenti puntuali	158
	Distribuzione delle emissioni totali rispetto alla rappresentazione dei bacini aerologici	160
	Indicatori dello stato di qualità dell'aria	160
	Distribuzione della variabilità territoriale degli indici di esposizione della popolazione	165
4.2.4	<i>I livelli di criticità ambientale</i>	167
4.3	STIMA DELL'EVOLUZIONE DELLE EMISSIONI ATMOSFERICHE NEL 2005 E 2010	172
4.3.1	<i>Le proposte di intervento</i>	174
	Mobilità e traffico autoveicolare	174
	Impianti di combustione commerciali, istituzionali e residenziali	180
	Centrali elettriche pubbliche, cogenerazione e teleriscaldamento	182
	Incenerimento di rifiuti solidi urbani e di rifiuti assimilabili	184
4.3.2	<i>Le emissioni atmosferiche future</i>	191
	La composizione degli scenari emissivi	191
	Le emissioni di ossidi di azoto	193
	Le emissioni di ossidi di zolfo	194
	Le emissioni di monossido di carbonio	194
	Il particolato totale aerodisperso	196
	Le emissioni di composti organici non metanici	196
	Le emissioni di biossido di carbonio	197
	Le emissioni di protossido di azoto	198
	Le emissioni di ammoniaca	199
4.3.3	<i>Conclusioni relative la stima delle emissioni future 2005 e 2010</i>	199
4.4	ANALISI DELLE EMISSIONI A TREZZO E NEI COMUNI LIMITROFI	204
	Il contributo emissivo dell'impianto	210
	Stima delle emissioni autoveicolari derivanti dal trasporto dei rifiuti	210
4.5	ANALISI DEI DATI DELLA CENTRALINA DI TREZZO SULL'ADDA	214
	Ossidi di azoto (NO _x)	215
	Monossido di carbonio (CO)	218
	Polveri con diametro inferiore a 10 micron (PM10)	221
	Ozono (O ₃)	221

In tale capitolo si indagano i principali fattori di pressione di Trezzo sull'Adda, le emissioni e le criticità ambientali dell'area principalmente in termini di inquinamento atmosferico sulla base degli studi effettuati nel recente piano regionale della qualità dell'aria.

Nel primo paragrafo è presente un'introduzione sul recente Piano Regionale della Qualità dell'Aria della regione Lombardia, la descrizione degli obiettivi di due studi effettuati per il PRQA e trattati nei due paragrafi successivi. In particolare, il primo lavoro, "Individuazione delle aree critiche", condotto dall'Istituto di Ricerca del Cesi, che ha utilizzato una metodologia per mettere a fuoco le aree vulnerabili del territorio lombardo, i fattori di pressione e la qualità dell'aria per giungere a definire aree a diversa criticità, il secondo lavoro, "Stima dell'evoluzione delle emissioni atmosferiche nel 2005 e 2010", realizzato dalla Galileo Ambiente s.n.c. e dall'Arpa di Milano, si basa sulle emissioni dell'anno base ('97) e sui lavori specialistici svolti dai vari gruppi di lavoro per stimare le previsioni future a livello provinciale.

Il secondo paragrafo descrive la metodologia utilizzata per l'"Individuazione delle aree critiche".

Il terzo paragrafo descrive la "Stima dell'evoluzione delle emissioni atmosferiche nel 2005 e 2010".

Il quarto paragrafo, sulla base dell'inventario regionale delle emissioni del '97' confronta la situazione di Trezzo con quella di altri comuni limitrofi. In oltre, sono messe in luce le quantità emissive stimate per i diversi settori di emissione e confrontate con la stima delle emissioni legate all'esercizio dell'impianto, sia per quanto riguarda l'emissione d'inquinanti al camino sia per quanto riguarda le emissioni diffuse legate al trasporto dei rifiuti.

Il quinto paragrafo riporta i risultati, ed il confronto con i limiti normativi, relativi alcuni inquinanti monitorati dalla centralina di Trezzo sull'Adda che è in funzione dalla fine di febbraio.

L'allegato 1 di questo capitolo contiene le elaborazioni grafiche relative l'"Individuazione delle aree critiche"

4.1 Il Piano Regionale delle qualità dell'Aria

Nel presente capitolo sono state utilizzate due relazioni, le elaborazioni grafiche ed i dati in esse presentati, per la redazione del Piano Regionale della Qualità dell'Aria con due obiettivi:

- trarre il massimo beneficio da un lavoro, sia di elaborazione che di sintesi, svolto dal 1998 al 2000, commissionato dalla Regione a 13 gruppi di lavoro composti da Università, enti di ricerca, società, consorzi e Arpa per le diverse competenze;
- fornire al lettore la più ampia panoramica possibile e contestualmente di inquadrare e comprendere l'entità dell'impatto del progetto dell'impianto per l'incenerimento di RSU di Trezzo sull'Adda in riferimento alla qualità dell'aria.

Pur essendo il PRQA principalmente orientato, per sua natura, a supportare le politiche di interventi strutturali, ha inteso altresì fornire indicazioni sulle aree più esposte alla necessità di azioni di emergenza, sulla dislocazione ottimale dei sistemi di monitoraggio e sui modelli previsionali capaci di valutare la evoluzione di episodi di inquinamento acuto.

Le attività previste dal Piano Regionale per la Qualità dell'Aria (PRQA), sono raggruppate in 14 macroattività, facenti a loro volta riferimento a tre distinte fasi del Piano: una fase conoscitiva, una fase propositiva ed un sistema informativo di supporto che si relaziona a tutte le attività previste.

Le relazioni utilizzate nel presente lavoro sono quelle che fanno riferimento a:

-“Individuazione delle aree critiche” (Deliberazione n. 46847 del dicembre 1999 - Giunta della Regione Lombardia), attività relativa alla zonizzazione del territorio della Regione Lombardia che l'istituto di ricerca del CESI ha realizzato per conto della Fondazione Lombardia per l'Ambiente.

-“Stima dell'evoluzione delle emissioni atmosferiche nel 2005 e 2010” facente parte della fase propositiva del Piano Regionale per la Qualità dell'Aria (PRQA), istituito con D.G.R. n. 35196 del 20.3.98, macroattività L1 realizzata dalla Galileo Ambiente s.n.c. e coordinata dalla sezione ARPA di Milano Città, commissionata dalla Provincia di Milano, Assessorato Ambiente.

“Individuazione delle aree critiche”

Obiettivo della macroattività “Individuazione delle aree critiche” è l'individuazione delle aree più vulnerabili sotto il profilo ambientale presenti nel territorio della Regione Lombardia a partire dalla caratterizzazione del territorio attraverso gli elementi di sensibilità individuati nell'ambito della fase conoscitiva del Progetto, come ad esempio “Le statistiche dei dati regionali di qualità dell'aria”, “i dati di inventario delle emissioni”, “dati caratterizzanti il territorio”.

Si precisa che la metodologia descritta di seguito è tratta quasi integralmente, a meno di alcuni commenti legati al comune di Trezzo, dalla relazione definitiva presentata dal Cesi. Le figure presenti nell'allegato 4.1 sono state elaborate anch'esse dal Cesi. In questo contesto si è provveduto ad effettuare un'elaborazione grafica al fine di mettere a fuoco la situazione del comune di Trezzo sull'Adda e quella dei comuni presenti in un intorno di raggio pari a circa 20km.

La metodologia utilizzata è finalizzata ad individuare le aree critiche, attraverso la descrizione dei singoli elementi spaziali e l'elaborazione di opportuni indici sintetici basati sul superamento di una o più soglie e sulla presenza di uno o più fattori di criticità.

L'obiettivo è stato quello di mettere in luce l'interazione tra i fenomeni di produzione del degrado ambientale (emissione d'inquinanti, concentrazione d'infrastrutture, modo d'utilizzo) e l'individuazione delle componenti di tutela (esposizione dell'uomo, salvaguardia del territorio, ...).

L'unità spaziale di riferimento per tutti i parametri che caratterizzano il territorio sia dal punto di vista del degrado che della tutela ambientale, è rappresentata dall'estensione comunale.

I parametri che concorrono alla definizione della matrice "ambientale" caratterizzante il territorio, che descrivono la tutela e il degrado, permettono lo sviluppo di tematismi specifici e l'individuazione delle aree a maggiore criticità ambientale mediante la definizione di indicatori aggregati e fattori di peso che rendano allo stesso tempo univoco e oggettivo il percorso di identificazione delle aree stesse: ad ogni singolo indicatore è correlata una soglia di criticità rispetto alla quale è confrontato il suo valore numerico cosicché ogni singola unità spaziale viene ad avere un "punteggio" di criticità.

Tenendo conto dell'estrema varietà dei fattori che concorrono a determinare il giudizio sull'area, la matrice di riferimento dello studio è stata costruita utilizzando i parametri per i quali è disponibile la serie completa di dati per l'anno 1997 e per i quali è possibile un'omogeneità d'informazione sul territorio a livello comunale, che rappresenta l'unità spaziale dello studio.

In base alla tipologia dei dati disponibili al momento della redazione del Piano sono stati individuati i seguenti parametri:

- Il numero d'abitanti a livello comunale, derivati dal censimento della popolazione ISTAT 1991;
- classificazione del territorio, a livello comunale, sulla base dell'incidenza quantitativa di beni culturali come predisposto dal PRQA della Regione Lombardia;
- classificazione del territorio, a livello comunale, sulla base dell'incidenza quantitativa e della sensibilità delle aree protette presenti nel territorio lombardo;
- classificazione del territorio, a livello comunale, rispetto ai carichi critici d'acidità totale;
- i dati di qualità dell'aria relativi alla rete di monitoraggio della Regione Lombardia per l'anno 1997;
- la distribuzione territoriale delle emissioni diffuse, secondo la classificazione CORINAIR, relativa al censimento del 1997, predisposto dal PRQA della Regione Lombardia.
- Le emissioni puntuali degli impianti industriali relative al censimento 1997, predisposto dal PRQA della Regione Lombardia.

I parametri selezionati possono essere concettualmente suddivisi in tre classi principali: la prima che comprende i parametri che definiscono la "vulnerabilità ambientale", la seconda che include i parametri caratteristici della "pressione ambientale" e la terza relativa alla "caratterizzazione dello stato della qualità dell'aria".

Stima dell'evoluzione delle emissioni atmosferiche nel 2005 e 2010

Obiettivo della fase propositiva è l'individuazione di interventi miranti alla riduzione delle emissioni atmosferiche a medio-lungo periodo. L'attività è stata affrontata da gruppi specialistici che hanno focalizzato l'attenzione su alcuni dei comparti emissivi più significativi in regione Lombardia: il traffico autoveicolare, gli impianti di combustione non industriale, la produzione di energia e l'incenerimento di rifiuti solidi urbani.

In base al lavoro svolto dai gruppi specialistici, l'attività L1 presentata nel rapporto "Stima delle emissioni future" facendo riferimento al 1997 come l'anno base emissivo a cui si riferisce l'inventario regionale delle emissioni atmosferiche (fase conoscitiva, macroattività D del PRQA) sono stati elaborati gli scenari emissivi futuri separatamente per ciascun comparto con riferimento agli anni 2005 e 2010, anni target per i valori limite di qualità dell'aria nelle direttive comunitarie (Direttiva del Consiglio Europeo 99/30/CEE del 22.4.99) e per gli obbiettivi dei protocolli internazionali (Protocollo di Kyoto 1997; Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, Rio De Janeiro 1992; CLRTAP Convenzione delle Nazioni Unite sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a grande distanza – UNECE Ginevra 1979 e successive deliberazioni attuative, di cui l'ultima stipulata a Gothenburg 1/12/99).

La stima della evoluzione al 2005 e 2010 degli attuali carichi emissivi, ottenuta mediante la composizione dei possibili interventi proposti dai gruppi di approfondimento, è stata curata con particolare attenzione a livello provinciale, sia quale ambito spaziale più idoneo per quantificare le variazioni di emissioni atmosferiche nelle diverse aree regionali sia in funzione dei compiti di coordinamento territoriale propri delle Amministrazioni Provinciali.

Si precisa che il quarto paragrafo è tratto dalla relazione definitiva presentata per la redazione del piano della qualità dell'aria. In esso si è provveduto ad effettuare un'elaborazione grafica al fine di mettere a fuoco le stime delle emissioni future per le sole province di Milano e Bergamo.

Pur non essendo un lavoro dedicato all'analisi di una situazione locale come quella di Trezzo si è ritenuto importante trattarlo perché permette di mettere in luce quali sono le incidenze delle varie fonti emissive e quali sono le tendenze previste per 2005 e il 2010.

4.2 “Individuazione delle aree critiche”

4.2.1 Matrice di criticità ambientale

L'identificazione dei livelli di criticità ambientale per i diversi inquinanti e per i singoli comuni è basata sull'utilizzo di una funzione che risulta definita come somma di fattori peso specifici degli indicatori relativi alla produzione di inquinamento e di quelli relativi alla protezione dei soggetti recettori.

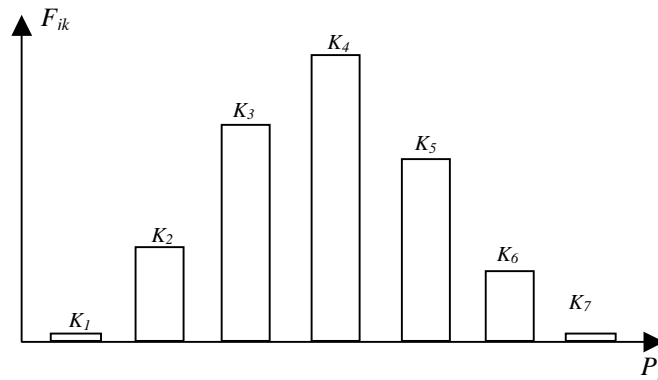
Indicando con C_i ($i=1, N$) il comune i che costituisce il territorio oggetto dello studio, e con P_j ($j=1, J$) i parametri selezionati per la caratterizzazione ambientale del territorio, la matrice di base che correla la singola unità spaziale alle caratteristiche ambientali del territorio è definita come:

$$C_i = [P_1; \dots; P_j; \dots; P_J]$$

Ad ogni parametro P_j , che rappresenta una delle variabili di analisi che possono venire omogeneizzate sul territorio dal punto di vista informativo, corrisponde una distribuzione F_{jk} (Figura 4-1) tale che, sommata sul numero delle classi di distribuzione k riproduce la numerosità N dei territori comunali:

$$\sum_{k=1, K} F_{jk} = N$$

Figura 4-1 Distribuzione F_{ik} dei comuni per il parametro P_j secondo le classi k



Ad ogni classe di distribuzione F_{jk} è associato un valore di criticità ambientale c_{ji} e quindi ogni comune C_i viene ad essere caratterizzato dall'insieme dei valori di criticità per ogni parametro P_j :

$$C_i = [c_{1i}; \dots; c_{ji}; \dots; c_{Ji}]$$

Il “punteggio” (PC_i) di un singolo comune C_i rispetto ad una o più variabili P_j è dato dalla seguente relazione:

$$PC_i = \sum_{j=1, J} c_{ji}$$

La distribuzione territoriale dei punteggi dei comuni determina la “classificazione” territoriale di criticità:

$$T = [PC_1; \dots; PC_i; \dots; PC_N]$$

Nella figura 4.2 della pagina successiva è riportato lo schema descrittivo della procedura utilizzata per l'individuazione dei livelli di criticità relativi all'inquinamento dell'aria.

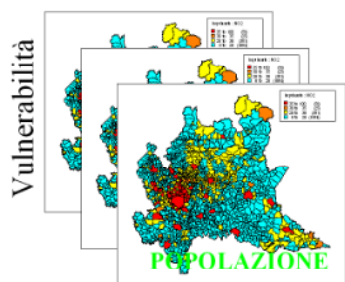
PROCEDURA PER L'INDIVIDUAZIONE DEI LIVELLI DI CRITICITA' AMBIENTALE

TEMATISMI DI BASE (23 tipologie)

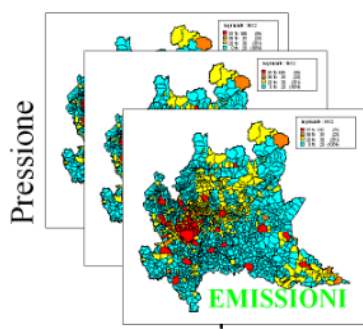
PUNTEGGIO DI CRITICITA' E DISTRIBUZIONE SPAZIALE

ALGORITMO DI CALCOLO

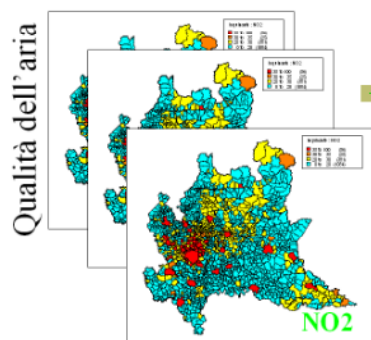
METODO PER LA SCELTA DELLE CLASSI DI CRITICITA' AMBIENTALE



Punteggi adottati	Classi Numero di abitanti	Numero Comuni
1	< 5000	1177
2	5000 – 10000	217
3	10000 – 20000	94
4	20000 – 50000	42
5	50000 – 250000	15
6	> 250000	1
		1546



Punteggi adottati	Classe di emissione (t/y)	Numero Comuni
0	0	0
1	0 – 4000	1483
2	4000 – 20000	57
4	20000 – 150000	5
6	150000 – 600000	1
		1546



Punteggi adottati	98° percentile	Numero Comuni
0	< 60	53
0	60 – 120	360
1	120 – 160	981
3	160 – 180	144
5	180 – 200	6
6	> 200	2
		1546

- Normalizzazione degli indici a 100 (valore di criticità massimo)
- scelta della scala di rappresentazione della criticità (priorità di intervento) in base al valore medio della regione e alla sua deviazione standard
- < 20 (valore medio regionale) buono stato ambientale
- 20-30 (valore medio + 1 sigma) preservazione dello stato ambientale
- > 30 (valore medio + 2 sigma) stato di criticità

$$PC_i = \sum_{j=1, J} c_{ji}$$

MAPPE DI CRITICITA' AMBIENTALE

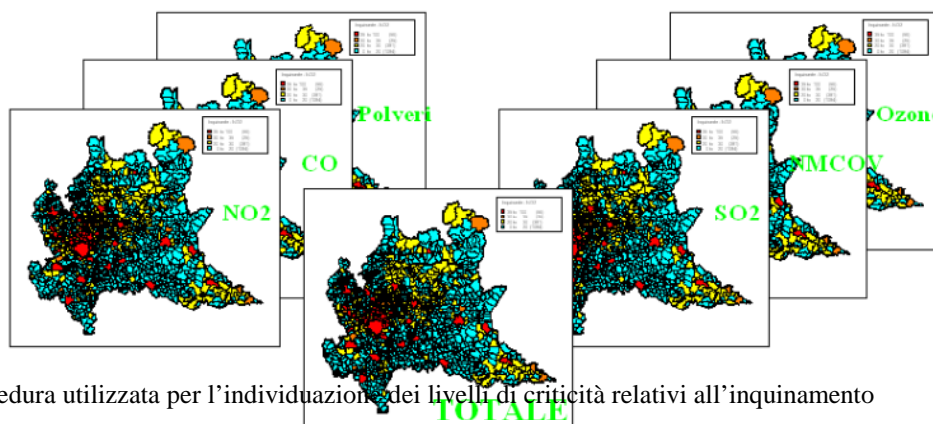


Figura 4-2 Schema descrittivo della procedura utilizzata per l'individuazione dei livelli di criticità relativi all'inquinamento dell'aria

4.2.2 Indicatori di vulnerabilità ambientale

Popolazione

La distribuzione territoriale degli abitanti è uno degli indicatori utilizzati per caratterizzare il territorio dal punto di vista della tutela ambientale, permette, infatti, l'individuazione delle aree maggiormente interessate dall'esposizione all'inquinamento.

I dati utilizzati sono riferiti al "Censimento generale della popolazione e delle abitazioni" secondo la pubblicazione ISTAT, 1991.

In Tabella 4-1 è riportata la scala adottata per ottenere la graduatoria di "criticità" del tematismo in questione in ambito regionale.

Tabella 4-1 Graduatoria di "criticità" per classi di popolazione comunale

Punteggi adottati	Classi Numero di abitanti	Numero Comuni
1	< 5000	1177
2	5000 – 10000	217
3	10000 – 20000	94
4	20000 – 50000	42
5	50000 – 250000	15
6	> 250000	1
		1546

La mappa della distribuzione comunale del numero d'abitanti, presentata nella figura 1 dell'allegato 1, permette di osservare che il comune di Trezzo sull'Adda ricade nella terza classe per la quale è adottato un punteggio pari a 3 al contrario dei comuni limitrofi che sono meno popolosi e appartengono alle classi 2 e 1.

Densità della popolazione

La densità territoriale, espressa come numero di abitanti per chilometro quadrato, viene utilizzata per caratterizzare il territorio dal punto di vista della tutela ambientale.

La graduatoria di "criticità" del tematismo in questione in ambito regionale è stata calcolata a partire dalla distribuzione dei comuni nelle classi di "densità" riportate in Tabella 4-2.

Tabella 4-2 Graduatoria di "criticità" per classi di densità della popolazione comunale

Punteggi adottati	Classi di densità di abitanti (abit/kmq)	Numero Comuni
1	< 100	446
1	100 – 500	652
2	500 – 1000	276
4	1000 – 2000	111
5	2000 – 5000	53
6	> 5000	8
		1546

La mappa della distribuzione comunale di tale parametro è presentata in figura 2 dell'allegato 1 e mette in evidenza che la densità abitativa di Trezzo sull'Adda è simile a quella dei comuni limitrofi della provincia di Milano (classe 2) mentre la provincia di Bergamo, meno omogenea, presenta comuni appartenenti anche alla classe 1 e alla classe 3.

Patrimonio Culturale

La distribuzione territoriale del patrimonio culturale è un altro indicatore utilizzato per caratterizzare il territorio dal punto di vista della tutela ambientale.

I dati utilizzati sono riferiti all'incidenza quantitativa per ogni singolo comune della Regione Lombardia della totalità del patrimonio culturale. Tale patrimonio comprende beni architettonici, archeologici e aree contenitori di beni come presentato nell'ambito del PRQA, Fase A "Elementi conoscitivi del territorio".

In Tabella 4-3 è riportata la scala adottata per ottenere la graduatoria di criticità del tematismo in ambito regionale:

Tabella 4-3 Graduatoria di "criticità" per classi di patrimonio culturale comunale

Punteggi adottati	Numero totale di "beni culturali"	Numero Comuni
0	Comuni privi di beni culturali	439
1	0-10	1001
2	10-20	78
3	20-50	17
4	50-200	7
6	200-1000	4
		1546

La mappa della distribuzione del patrimonio culturale è presentata in figura 3 dell'allegato 1 e il comune di Trezzo sull'Adda, al contrario dei comuni limitrofi (classe 2 o 1), appartiene alla classe 3 indicante un patrimonio culturale maggiore.

Aree protette

L'individuazione e la valutazione sistematica delle aree di particolare rilevanza naturalistica ambientale nel territorio lombardo ha comportato l'analisi e la classificazione normativa delle aree protette istituite sul territorio regionale a partire dal 1934 con la realizzazione del parco nazionale dello Stelvio (figura 4 allegato 1).

Una volta determinata, attraverso procedure informatizzate di sovrapposizione cartografica, l'incidenza quantitativa delle aree protette all'interno dei confini amministrativi dei 1546 comuni presenti sul territorio lombardo, si è proceduto alla classificazione di ogni singolo comune in funzione delle caratteristiche quantitative e della sensibilità delle aree protette presenti all'interno del loro territorio.

Il Sistema delle Aree Protette Regionali

Le aree protette regionali possono essere suddivise in funzione dell'Ente di riferimento. Si riconoscono quindi aree protette nazionali, regionali e promosse da associazioni non governative. Tra le aree "nazionali" in Lombardia è presente il Parco Nazionale dello Stelvio, istituito con legge n°740 del 24 aprile 1937, 3 riserve naturali istituite sulla base della legge quadro nazionale sulle aree protette (L.394/91) e 8 zone umide istituite sulla base della convenzione di Ramsar (1971).

A differenza delle precedenti, le aree promosse sulla base della normativa regionale sono numerose e con tipologia fortemente differenziata. Infine sul territorio lombardo sono presenti 13 aree protette promosse e gestite direttamente da associazioni non governative.

Le Aree Protette Statali

I parchi nazionali (PN)

Il territorio lombardo è interessato, nella sua porzione nord orientale, dal Parco Nazionale dello Stelvio che rappresenta in ordine cronologico la prima area protetta istituita in regione Lombardia con legge nazionale 24 aprile 1935 n°740.

Il Parco Nazionale persegue, all'interno dei territori di sua competenza le seguenti finalità:

- 1) conservare nel suo equilibrio biologico e nelle sue caratteristiche fisiche l'ambiente naturale dei luoghi;
- 2) stimolare la ricerca e lo studio naturalistico;
- 3) facilitare l'osservazione e la comprensione delle espressioni e dei valori naturali ed educare l'uomo alla loro protezione;
- 4) diffondere la conoscenza alpina
- 5) conservare i luoghi teatro di storici eventi.

Le riserve naturali

La dizione "riserva naturale" viene introdotta in Italia nel 1971 (L. 1.6.71, n. 442, *Norme per la tutela delle riserve del Carso Triestino*) ed è usato per designare aree protette con finalità e misure di protezione in genere molto differenti tra loro.

Tale termine, ad esempio, viene riferito ad aree protette istituite per la conservazione di una o più specie vegetali o animali, rare o in via di estinzione, per la tutela di formazioni geologiche o geomorfologiche di grande valore scientifico o paesaggistico.

Sotto questa denominazione sono comprese le riserve naturali dello Stato e quelle istituite dalle regioni.

In relazione agli obiettivi dichiarati nelle norme istitutive e alle modalità di gestione, le riserve naturali si distinguono in due tipologie fondamentali: "riserve naturali generali" e "riserve naturali particolari". Nel primo gruppo sono comprese le "riserve naturali integrali" e le "riserve naturali orientate" (o guidate). Il secondo gruppo viene normalmente diviso in due sottogruppi: del primo fanno parte le cosiddette "riserve parziali" (riserve geologiche, botaniche, zoologiche, biologiche, antropologiche) e nel secondo - le "riserve speciali" (di luoghi naturali, di monumenti naturali, forestali di protezione, di popolamento animale e vegetale). In regione Lombardia sono presenti solo riserve naturali "generali" che, in base alla loro suddivisione tipologica perseguono le seguenti finalità:

Le riserve naturali integrali (NRNI): sono aree istituite con lo scopo preminente della ricerca scientifica e della protezione assoluta degli ecosistemi. Ogni intervento umano è rigidamente escluso, ad eccezione di quelli relativi appunto alla ricerca scientifica. L'accesso è consentito solo per motivi di studio e per compiti di sorveglianza.

Le riserve naturali orientate (NRNO): sono aree istituite con lo scopo di sorvegliare e orientare scientificamente l'evoluzione della natura al fine di pervenire a particolari obiettivi (ad esempio, l'eliminazione di aspetti negativi relativi alla conservazione di una certa specie o habitat) e nelle quali sono ammessi interventi umani rivolti a tali scopi. L'accesso a queste riserve è permesso solo agli incaricati dei lavori scientifici e della sorveglianza.

Zone Umide (NZUR)

Sono classificate attraverso una definizione stabilita durante la convenzione tenutasi a Ramsar (Iran) nel 1971: "Le zone umide sono aree palustri, acquitrinose o torbose o comunque specchi d'acqua, naturali e artificiali, permanenti o temporanei, con acqua ferma o corrente, dolce,

salmastra o salata, compresi i tratti di mare la cui profondità non ecceda i sei metri con la bassa marea”.

Le aree protette regionali

Il Piano regionale delle aree protette si articola attualmente su 5 livelli di regime di protezione:

1) I parchi regionali (RPNR)

Assolvono alla funzione di tutelare il territorio con preminente riguardo alla salvaguardia dell'ambiente naturale, tenuto conto degli interessi locali in materia di sviluppo economico e sociale (art.1 l.r.86/83).

I Parchi regionali sono ulteriormente classificati in relazione alle specifiche finalità e in ragione dei caratteri ambientali e territoriali, nelle seguenti categorie:

- Parchi fluviali: finalizzati alla tutela dei corsi d'acqua e degli ambienti rivieraschi con particolare riguardo alle zone umide.
- Parchi montani: finalizzati alla tutela degli ambienti naturali e antropici della montagna lombarda.
- Parchi agricoli: finalizzati al mantenimento dei tipici valori ambientali e paesaggistici delle aree rurali e alla salvaguardia e qualificazione delle attività agro-silvo-pastorali.
- Parchi forestali: finalizzati alla tutela e al miglioramento dei boschi con particolare riguardo alla valorizzazione delle potenzialità paesaggistiche e fruttive.
- Parchi di cintura metropolitana: (RPTR) finalizzati al mantenimento dell'equilibrio ecologico delle aree metropolitane.

Ogni parco viene caratterizzato dall'appartenenza a una o più di queste categorie sulla base delle caratteristiche ambientali e territoriali.

2) I parchi naturali (così come previsti dalla L.394/91).

Aree caratterizzate da un elevato grado di naturalità.

3) Le riserve naturali (RRNR)

Intese come zone specificatamente dedicate alla conservazione della natura. Sono classificate in relazione al rispettivo regime di protezione, nelle seguenti categorie:

- Riserve naturali integrali: (RRNI) sono aree il cui scopo è quello di proteggere e conservare integralmente e globalmente la natura e l'ambiente e dove ogni attività, esclusa la ricerca scientifica è vietata..
- Riserve naturali orientate: (RRNO) sono aree dove la natura e la sua evoluzione vengono guidate, e dove le attività umane sono consentite solo se compatibili con l'ambiente. L'accesso è permesso solo a fini culturali e didattici.
- Riserve naturali parziali: (RRPA) sono aree dove sono tutelati specifici valori ambientali (botanici, forestali, geologici, ecc.) e nelle quali sono ammesse attività umane che non pregiudichino i valori tutelati.

4) I monumenti naturali (RBTR-RMNT)

Singoli elementi o piccole superfici di territorio che presentano caratteristiche di unicità naturale.

Esempi di questo tipo sono i massi erratici, le garzaie, ecc., che pur di dimensioni ridotte, hanno grande valore naturale e scientifico e perciò sono meritevoli di essere tutelati. In questa categoria rientrano i biotopi ed i geotopi individuati ex L.R. 27 luglio 1977, n°33.

5) Le aree di particolare rilevanza naturale e ambientale (RAMB)

Vaste aree del territorio da analizzare e studiare al fine di individuarne le parti da sottoporre a tutela. Sono particolari porzioni di territorio dove non vige un particolare regime di tutela, ma che per le loro caratteristiche ambientali dovranno essere studiate al fine di identificarne

le parti particolarmente preziose dal punto di vista naturale e che potranno quindi in un futuro diventare parchi regionali, riserve o monumenti naturali.

Infine, sono da segnalare i Parchi di interesse sovra-comunale (RPSU) che, benché non siano catalogate tra le aree protette, svolgono una funzione importante per la conservazione e la valorizzazione delle realtà locali dove vige ancora un buon equilibrio tra la natura e l'uomo. Sono aree prevalentemente naturali, in genere poste al limite dei centri abitati e che sono destinate a soddisfare le richieste di verde e spazio per svolgere attività ricreative legate al tempo libero, ma che assolvono anche la funzione di conservare valori storici e culturali locali che altrimenti andrebbero perduti.

Repertorio delle fonti e fasi elaborative

Per l'individuazione delle aree protette sul territorio lombardo si sono utilizzate le informazioni contenute all'interno della Banca Dati del Sistema Informativo Ambientale ENEL (SIANET).

Tale Sistema Informativo Territoriale contiene al suo interno una serie di informazioni a carattere ambientale e territoriale, tra le quali la georeferenziazione in formato ARC/INFO, per tutto il territorio nazionale, dei confini delle aree protette.

Dalle informazioni contenute nella banca dati SIANET le aree protette presenti sul territorio lombardo risultano complessivamente 232, suddivise nelle diverse tipologie prima ricordate. Di ognuna di esse, viste le caratteristiche di implementazione della banca dati è stato possibile ricavare la superficie complessiva e il numero di poligoni nei quali si suddivide l'area stessa.

In una fase successiva si è proceduto all'intersezione cartografica tra i poligoni delle aree protette regionali e i confini amministrativi dei 1546 comuni presenti sul territorio lombardo. Tale elaborazione ha permesso di determinare l'incidenza percentuale delle aree protette all'interno dei singoli comuni presenti in Lombardia.

La fase successiva dell'elaborazione è consistita nell'attribuzione di un giudizio qualitativo dei livelli di sensibilità delle singole aree protette rispetto ad agenti inquinanti di origine atmosferica.

Tale operazione che contiene al suo interno degli elevati rischi di attribuzione soggettiva di valori viene descritta nei singoli passaggi operativi in modo da permettere, nel caso di contrasti sulle attribuzioni di valore, di ripercorrere l'intero percorso metodologico.

Alle 232 aree protette nel territorio lombardo è stato attribuito un valore complessivo (Magnitudo) compreso in una scala normalizzata tra 0 e 100 che tiene conto dei seguenti tre parametri considerati in ordine decrescente:

- 1) regime di protezione sulla base delle normative nazionali e regionali
- 2) caratteristiche tipologiche dell'area
- 3) ordine cronologico del decreto di istituzione attraverso l'attribuzione di un valore relativamente superiore alle aree di più antica istituzione.

L'attribuzione delle magnitudo per le diverse tipologie di aree è riportata nella Tabella 4-4.

Tabella 4-4 Attribuzione delle magnitudo per le diverse tipologie di aree protette.

Tipologia	Magnitudo
Parchi nazionali (PN)	100
Riserva naturale integrale (NRNI)	100

Riserva naturale orientata (NRNO)	100
Zone umide di Ramsar (NZUR)	85
Parchi regionali (RPNR) differenziati in base a: <ul style="list-style-type: none"> • presenza di elementi vegetazionali di elevata sensibilità • prevalente componente naturalistica • altrimenti 	85 70 40
Monumenti naturali (RBTR-RMNT) differenziati in base a: <ul style="list-style-type: none"> • componente vegetazionale • componente minerale 	40 20
Aree di particolare rilevanza naturale e ambientale (RAMB) differenziati in base a: <ul style="list-style-type: none"> • prevalente componente naturalistica • altrimenti 	40 30
Parchi di cintura metropolitana (RPTR)	10
Le riserve naturali (RRNR), integrali (RRNI), orientate (RRNO), parziali (RRPA)	85
Parchi di interesse sovracomunale differenziati in base a: <ul style="list-style-type: none"> • prevalente componente vegetazionale • prevalente componente minerale 	40 20
Associazioni non governative: WWF, LIPU, Associazione Pro-Natura	85

Definita la Magnitudo per ogni singola area protetta si è proceduto a suddividere il valore ottenuto per la percentuale di superficie ricadente in ogni singolo comune. Si è così potuto ottenere un indicatore complessivo omogeneo per ogni comune che viene classificato in funzione della presenza di aree protette, della magnitudo a loro attribuita e della superficie complessiva occupata.

Nel caso della presenza di più aree protette all'interno di un singolo territorio comunale si è utilizzato un criterio conservativo attribuendo al comune il valore più alto ricavato dalla procedura sopra descritta.

Al termine dell'elaborazione e in funzione dell'incidenza quali-quantitativa delle aree di particolare rilevanza naturalistica e ambientale, ogni comune lombardo è stato classificato attraverso l'attribuzione di un indice numerico compreso in un intervallo normalizzato che può variare da 0 (assenza di aree protette) a 100 (aree protette con magnitudo =100 estesa sul 100% del territorio comunale).

La graduatoria di "criticità" del tematismo in questione in ambito regionale è stata calcolata a partire dalla distribuzione dei comuni nelle classi riportate nel seguente prospetto:

Tabella 4-5 Graduatoria di "criticità" per classi magnitudo di aree protette.

Punteggi adottati	Classi riferite all'indice di Magnitudo	Numero Comuni
0	Comuni privi di aree protette	454
1	0 – 10	369
1.5	10 – 30	459
2	30 – 50	198
2.5	50 – 80	52
3	80 – 100	14
		1546

Nella figura 4 dell'allegato 1 è rappresentata la carta delle aree protette.

È possibile osservare che nel comune di Trezzo sull'Adda ricade una porzione del Parco dell'Adda identificato come parco naturale (L.349/91).

Carichi critici di acidità totale

Il parametro “carico critico” indica la capacità di ricezione di inquinanti da parte del terreno e tiene conto della perdita di specie chimiche in grado di opporsi all'acidità; tale perdita è dovuta sia alle caratteristiche chimiche e pedologiche del suolo, sia al flusso meteorico che attraversa il suolo durante le precipitazioni.

I dati utilizzati in tale studio sono tratti dalla banca dati di un sistema informativo sviluppato da ENEL ed ENEA esteso a tutto il territorio nazionale. Tale database, che ha la finalità di determinare la sensibilità degli ecosistemi forestali alla deposizione di composti acidificanti ed eutrofizzanti e i relativi carichi critici, permette elaborazioni per il territorio italiano in accordo con le procedure sviluppate in ambito UN/ECE (“Calculation and Mapping of Critical Thresholds in Europe”; Status Report 1999 by RIVM - National Institute of Public Health and Environmental Protection, Bilthoven, The Netherlands - Coordination Center for Effects for EEA).

Il modello utilizzato per il calcolo si basa sull'approccio “Steady State Mass Balance” (SSMB) che, applicato all'acidità, risolve l'equazione di bilancio tra gli apporti e le perdite di zolfo e azoto:

$$S_{\text{dep}} + N_{\text{dep}} = BC_{\text{dep}} - Cl_{\text{dep}} + BC_w - BC_u + N_i + N_{\text{fire}} + N_{\text{eros}} + N_{\text{vol}} - N_{\text{fix}} + N_u + N_{\text{de}} - Alk_{\text{le}}$$

dove:

S_{dep} deposizione di zolfo;

N_{dep} deposizione di azoto;

BC_{dep} deposizione di cationi basici;

Cl_{dep} deposizione di cloro;

BC_w dilavamento dei cationi basici, ossia il rilascio di cationi basici nel suolo a causa della alterazione chimica dai minerali;

BC_u rimozione di cationi basici nella biomassa vegetale e animale;

N_i Azoto immobilizzato nel suolo;

N_{fire} perdite di azoto attraverso gli incendi;

N_{eros} perdite di azoto attraverso l'erosione;

N_{vol} perdite di azoto all'atmosfera attraverso la volatilizzazione di NH_3 ;

N_{fix} input di azoto mediante fissazione biologica;

N_u rimozione netta di azoto nella biomassa vegetale e animale;

N_{de} flusso di azoto all'atmosfera mediante processi di denitrificazione;

Alk_{le} percolamento di alcalinità; tale parametro indica la perdita di specie chimiche in grado di opporsi all'acidità.

Il parametro di acidità totale, cioè riferito a zolfo e azoto, è espresso in equivalenti di ioni idrogeno per ettaro per anno (eq. H^+ / ha* anno).

In Tabella 4-6 è riportata la scala dei valori dei carichi critici di “acidità totale”, conforme a quella adottata in ambito internazionale, sulla base della quale è stata ottenuta la graduatoria di “criticità” a livello regionale.

Tabella 4-6 Graduatoria di “criticità” per classi di carichi critici di acidità totale.

Punteggi adottati	Valori dei carichi critici di acidità totale (eq. H ⁺ /ha* anno)	Numero Comuni
0	Non boscato	882
1	> 2000	532
2	1000 – 2000	132
3	500 – 1000	0
5	200 – 500	0
6	0 – 200	0
		1546

La mappa dei carichi critici di acidità totale per i suoli forestali del territorio regionale lombardo, è presentata in figura 5 dell'allegato 1. Da tale mappa emerge che al comune di Trezzo è assegnato un punteggio pari a 0 in quanto appartenente ad un'area priva di superfici boschive.

4.2.3 Indicatori di Pressione ambientale

Le mappe di criticità relative alle emissioni in atmosfera sono state ottenute sulla base di quanto fornito dal Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Lombardia, relativo al 1997. Tale inventario delle emissioni, in conformità con quanto previsto dal progetto europeo CORINAIR, accorpa le emissioni atmosferiche negli 11 macrosettori presentati in tabella Tabella 4-7 e considera 8 inquinanti (CH₄, CO, CO₂, NH₃, NMCOV, N₂O, NO_x, SO₂).

Tabella 4-7 Classificazione in macrosettori secondo la classificazione CORINAIR.

Macrosettore	Descrizione
1	Centrali elettriche pubbliche, cogenerazione e teleriscaldamento
2	Impianti di combustione non-industriale
3	Combustione nell'industria
4	Processi produttivi
5	Estrazione e distribuzione di combustibili fossili
6	Uso di solventi
7	Trasporto su strada
8	Altre sorgenti mobili e macchinari
9	Trattamento e smaltimento rifiuti
10	Agricoltura
11	Natura

Le sorgenti inquinanti sono così suddivise:

- diffuse (riscaldamento domestico, processi industriali, ecc.);
- puntuali (centrali elettriche, impianti industriali, ecc.).

Degli inquinanti appartenenti allo standard CORINAIR sono stati utilizzati i seguenti: CO, NMVOC, NO_x e SO₂; l'inventario 1997 contempla anche dati relativi alle emissioni di polveri. La Tabella 4-8 presenta, per ciascun macrosettore, gli inquinanti considerati.

Tabella 4-8 Inquinanti considerati per ciascun macrosettore appartenente allo standard CORINAIR.

Macrosettore	CO	NMCOV	NO _x	SO ₂	PLV
1	x	X	X	x	x
2	x	X	X	x	x
3	x	X	x	x	x
4	x	X	x	x	x
5					
6		X			
7	x	X	x	x	x
8	x	X	x	x	
9	x	X	x	x	
10		X	x		x
11		X			

Le informazioni contenute nel database d'inventario delle emissioni sono state utilizzate in vario modo al fine di ottenere mappe tematiche di pressione ambientale sul territorio da integrare nel sistema più ampio di individuazione delle aree regionali critiche. Di seguito sono illustrati i vari tematismi ottenuti.

Emissioni comunali diffuse per classi di contributo

Il tematismo è stato ottenuto selezionando i comuni in base alla classe di appartenenza per emissione complessiva. L'emissione complessiva è stata definita semplicemente sommando i valori di emissione dei quattro inquinanti principali (CO, NMCOV, NO_x, SO₂). Le classi di

suddivisione definite sono presentate nella tabella seguente, unite alla distribuzione in frequenza dei comuni lombardi ed ai punteggi di criticità assegnati a ciascuna classe.

Tabella 4-9 Graduatoria di “criticità” per classi di emissioni diffuse.

Punteggi adottati	Classe di emissione (t/y)	Numero Comuni
0	0	0
1	0 – 4000	1483
2	4000 – 20000	57
4	20000 – 150000	5
6	150000 – 600000	1
		1546

La mappa tematica ottenuta è presentata in figura 6 dell'allegato 1, dalla quale emerge che al comune di Trezzo sull'Adda è assegnato un punteggio pari a 1 in quanto appartenente alla classe di emissione tra 0 e 4000.

Distanza da una delle sorgenti puntuali principali

Le sorgenti puntuali di maggiore rilevanza sono di norma caratterizzate da emissione di inquinanti convogliate in camini di altezza variabile tra i 50 e 200 metri.

Il loro impatto quindi è minore nelle immediate vicinanze dell'impianto, ma in particolari condizioni meteorologiche può estendersi per un raggio di parecchi chilometri.

Il livello di criticità ambientale, correlato alla presenza sul territorio di tali sorgenti, è stato caratterizzato attribuendo a tutti i comuni ubicati entro un raggio di 10 km dal singolo impianto un indice di criticità pari a 1.

I comuni selezionati per la presenza di sorgenti puntuali principali sono 26.

L'indice complessivo di criticità è stato attribuito in base alla numerosità degli impianti ubicati nel raggio di 10 chilometri dal singolo comune (Tabella 4-10)

Tabella 4-10 Graduatoria di “criticità” per classi secondo il numero di sorgenti puntuali entro 10km.

Punteggi adottati	Numero sorgenti puntuali principali entro 10 km di raggio	Numero Comuni
0	0	921
1	1	420
2	2	130
3	3	69
4	5	6
		1546

La distribuzione spaziale relativa è presentata in figura 7 dell'allegato 1, in essa vengono con colori diversi i punteggi assegnati ai comuni.

In particolare, emerge che Trezzo sull'Adda appartiene alla classe con punteggio pari a 2. Come tutti i tematismi di questo secondo paragrafo quello della figura 7 dell'allegato rispecchia la situazione fotografata al momento della redazione dell'inventario delle emissioni del 1997.

Emissioni da sorgenti puntuali

Un ulteriore indicatore di criticità ambientale, riferito alle sorgenti puntuali, è quello relativo alla quantità totale di inquinante emesso a livello annuale.

In particolare sono stati costruiti cinque differenti tematismi relativi ai diversi inquinanti considerati:

- CO;

- NO_x;
- SO₂;
- NMCOV;
- Polveri.

In analogia alla metodologia generale, ad ogni tematismo di base, è stato attribuito il punteggio di criticità come riportato nelle Tabella 4-11, 12,13, 14,15.

Tabella 4-11 Graduatoria di “criticità” per classi secondo l’emissione di CO.

CO		
Punteggi adottati	Classe di emissione (t/y)	Numero Comuni
0	0	1494
1	200	38.00
2	500	5.00
3	1000	2.00
4	2000	5.00
5	4264	2.00
		1546

Tabella 4-12 Graduatoria di “criticità” per classi secondo l’emissione di NO_x

NO _x		
Punteggi adottati	Classe di emissione (t/y)	Numero Comuni
0	0	1471
1	500	63
2	1000	3
3	2000	5
4	5000	1
5	10131	3
		1546

Tabella 4-13 Graduatoria di “criticità” per classi secondo l’emissione di SO₂

SO ₂		
Punteggi adottati	Classe di emissione (t/y)	Numero Comuni
0	0	1492
1	500	42
2	1000	2
3	5000	6
4	15000	3
5	20110	1
		1546

Tabella 4-14 Graduatoria di “criticità” per classi secondo l’emissione di NMCOV

NMCOV		
Punteggi adottati	Classe di emissione (t/y)	Numero Comuni
0	0	1453
1	100	72
2	500	10
3	2000	6
4	5000	2

5	23682	3
		1546

Tabella 4-15 Graduatoria di “criticità” per classi secondo l’emissione di Polveri

Polveri		
Punteggi adottati	Classe di emissione (t/y)	Numero Comuni
0	1	1488
1	10	32
2	100	19
3	500	5
4	1000	1
5	2066	1
		1546

Nelle figure 8-9-10-11-12 sono rappresentate le distribuzioni spaziali delle emissioni da sorgenti puntuali per i 5 inquinanti considerati.

A Trezzo sull'Adda i valori delle emissioni da sorgenti puntuali dell'inventario del '97 sono pari a zero e pertanto, in tali figure, il suo territorio comunale, appartenente alle classi a cui è assegnato punteggio zero, è rappresentato con colore bianco.

Distribuzione delle emissioni totali rispetto alla rappresentazione dei bacini aerologici

La descrizione del quadro emissivo complessivo del territorio risulta essere uno tra gli elementi fondamentali di analisi ambientale. La procedura utilizzata a tale fine si basa sulla quantificazione emissiva di ogni singolo comune che, come presentato nel paragrafo precedente, è stato caratterizzato dal punto di vista emissivo sia per la componente diffusa sia per quella puntuale.

La somma delle due componenti, per ogni singolo comune e inquinante, normalizzata rispetto al valore comunale che presenta entità emissiva totale massima del singolo inquinante, permette di introdurre una classificazione “emissiva specifica” territoriale che sommata ulteriormente per tutti gli inquinanti considerati produce una distribuzione territoriale “emissiva globale”, differenziando i comuni su una scala da 0 a 100.

La mappa tematica ottenuta, presentata in figura 13, è stata sovrapposta alla suddivisione territoriale in bacini aerologici, secondo quanto predisposto nell'ambito del PRQA, Fase A “Elementi conoscitivi del territorio”.

I comuni sono stati suddivisi in sei classi (tra 0 e 100) ed il comune di Trezzo sull'Adda appartiene alla quarta classe (da 0.3 a 1.2).

Indicatori dello stato di qualità dell'aria

La costruzione dei tematismi associati alla descrizione dello stato di qualità dell'aria è stata ottenuta a partire dall'analisi dei dati delle reti di monitoraggio della Regione Lombardia relativi all'anno 1997 in base alle elaborazioni statistiche predisposte nell'ambito del PRQA, Fase F “Statistiche dei dati regionali di qualità dell'aria”.

Le elaborazioni sono riferite al calcolo degli standard di qualità dell'aria secondo la normativa italiana e comunitaria per il complesso delle 145 stazioni di monitoraggio disponibili per l'anno 1997.

L'applicazione della metodologia generale di valutazione del livello di criticità ambientale necessita l'attribuzione di un parametro di riferimento per ogni singolo comune. A tal fine è stato necessario predisporre e applicare un criterio di estrapolazione a tutto il territorio in esame degli indici di qualità dell'aria rilevati dalle singole stazioni di monitoraggio.

L'estrapolazione dei dati di qualità dell'aria all'intero territorio è stata ottenuta mediante la correlazione tra gli indici effettivamente rilevati dalla rete e le emissioni di inquinanti relative ai singoli comuni della regione.

Nello specifico, è stato adottato il seguente schema:

- Calcolo del contributo emissivo totale (per CO, NO_x, SO₂ e NMCOV) per i singoli comuni e classificazione del medesimo in 4 classi: inferiore a 4000 t/anno; compreso tra 4000 e 20000 t/anno, compreso tra 20000 e 150000 t/anno e > 150000 t/anno. L'ultima classe è rappresentativa del solo comune di Milano.
- Individuazione per ogni comune del peso percentuale delle sorgenti di tipo "industriale", "urbano-abitativo" e "traffico" secondo la classificazione standard prevista per le reti.
- Classificazione degli indici di qualità dell'aria in base alla provincia di appartenenza del singolo comune, alla sua classe di emissione totale e alla tipologia di stazione di rilevamento (A = industriale; B e D = urbana; C = ad alta densità di traffico).
- I fattori peso calcolati hanno consentito l'estrapolazione degli indicatori di qualità dell'aria per l'intero territorio mediante una media pesata. Indicando con IQA_j l'indice di qualità dell'aria riferito ad un determinato standard di qualità dell'aria "j" per ogni singolo comune appartenente alla provincia "p" e con classe di emissione "e", l'espressione algebrica utilizzata per il calcolo della media è:

$$IQA_j = (Ape_j * EMIS_{ind} + Bpe_j * EMIS_{urb} + Cpe_j * EMIS_{traf}) / 100$$

dove:

Ape_j = standard di qualità dell'aria "j" per le stazioni di tipo "industriale" relativo alla provincia "p" e alla classe di emissione "e";

Bpe_j = standard di qualità dell'aria "j" per le stazioni di tipo "urbano" relativo alla provincia "p" e alla classe di emissione "e";

Cpe_j = standard di qualità dell'aria "j" per le stazioni di tipo "traffico" relativo alla provincia "p" e alla classe di emissione "e";

EMIS_{ind,urb,traf} = contributo percentuale delle emissioni per il settore industriale, urbano e di traffico.

Applicando tale metodologia è stato possibile determinare un'insieme di tematismi di criticità ambientale relativi ai diversi inquinanti considerati nello studio. Per i diversi inquinanti sono stati scelti i parametri più rappresentativi per individuare le situazioni di degrado della Qualità dell'aria.

Inquinante NO₂:

Gli standard di qualità dell'aria presi a riferimento sono il 98° percentile delle medie orarie pari a 200 µg/m³ (DPCM, 1983; DPR, 1988; DMA, 1996) e il numero di superamenti del livello di attenzione pari a 200 µg/m³ (DMA, 1992; DMA, 1994).

Nelle figure 14-15, è riportata la distribuzione spaziale dei valori massimi dei diversi parametri misurati per ogni comune dove presente almeno una stazione della rete.

In tali figure, il comune di Trezzo non ha alcuna colorazione poiché al momento dell'elaborazione non era presente alcuna stazione di misura.

Tuttavia, pur non essendo rappresentati su tematismi cartografici, anche per Trezzo sull'Adda sono stati stimati questi fattori di pressione secondo lo schema precedentemente presentato in questa pagina. I criteri, per l'adozione dei punteggi di criticità associati ai due parametri, è riportato nei prospetti seguenti.

Tabella 4-16 Graduatoria di "criticità" per classi secondo la concentrazione stimata per il 98° percentile di NO₂

Punteggi adottati	98° percentile	Numero Comuni
0	< 60	53
0	60 – 120	360
1	120 – 160	981
3	160 – 180	144
5	180 – 200	6
6	> 200	2
		1546

Tabella 4-17 Graduatoria di "criticità" per classi secondo il numero di superamenti del livello di attenzione di NO₂

Punteggi adottati	Nsup. Livello di attenzione	Numero Comuni
0	< 10	400
0	10 – 30	504
2	30 – 50	515
3	50 – 70	93
5	70 – 100	27
6	> 100	7
		1546

Inquinante CO:

Gli standard di qualità dell'aria presi a riferimento sono il numero di superamenti del livello di attenzione pari a 15 mg/m³ (DMA, 1992; DMA 1994) e il numero di superamenti del valore limite pari a 10 mg/m³ per la concentrazione media su 8 ore (DPCM, 1983; DPR, 1988; DMA, 1996).

Nelle figure 16 17 dell'allegato, è riportata la distribuzione spaziale dei valori massimi dei diversi parametri misurati per ogni comune dove presente almeno una stazione della rete.

Come per le figure degli NO_x il comune di Trezzo non ha alcuna colorazione poiché al momento dell'elaborazione non era presente alcuna stazione di misura.

Tuttavia, pur non essendo rappresentati su tematismi cartografici, anche per Trezzo sull'Adda sono stati stimati questi fattori di pressione secondo lo schema presentato a pagina 161. I criteri, per l'adozione dei punteggi di criticità associati ai due parametri, è riportato nei seguenti prospetti:

Tabella 4-18 Graduatoria di "criticità" per classi secondo il numero di superamenti del livello di attenzione di CO

Punteggi adottati	Nsup. Livello di attenzione	Numero Comuni
0	0	5
0	0 – 3	558
2	3 – 5	131
3	5 – 15	813
5	15 – 25	36
6	> 25	3
		1546

Tabella 4-19 Graduatoria di “criticità” per classi secondo il numero di superamenti del valore limite di CO.

Punteggi adottati	Nsup. Valore limite (10 mg/m ³)	Numero Comuni
0	0	9
0	0 – 1	577
1	1 – 3	671
2	3 – 6	265
4	6 – 8	20
6	> 8	4
		1546

Inquinante Polveri:

Gli standard di qualità dell'aria presi a riferimento sono il numero di superamenti del livello di attenzione, pari a 150µg/m³ (DMA, 1992; DMA, 1994), e del valore guida, pari a 100µg/m³ per le concentrazioni medie giornaliere (DPCM, 1983; DPR, 1988; DMA, 1996).

Nelle figure 18-19, è riportata la distribuzione spaziale dei valori massimi dei diversi parametri misurati per ogni comune dove presente almeno una stazione della rete di rilevamento.

Al momento della redazione del rapporto non erano presenti stazioni nel comune di Trezzo sull'Adda, per questa ragione il territorio comunale nelle due figure non ha alcune colorazione.

Tuttavia, pur non essendo rappresentati su tematismi cartografici, anche per Trezzo sull'Adda sono stati stimati questi fattori di pressione secondo lo schema presentato a pagina 161. I criteri, per l'adozione dei punteggi di criticità associati ai due parametri, è riportato nei seguenti prospetti:

Tabella 4-20 Graduatoria di “criticità” per classi secondo il numero di superamenti del livello di attenzione per le polveri.

Punteggi adottati	Nsup. Livello di attenzione	Numero Comuni
0	<1	90
1	1 – 5	743
1	5 – 10	673
3	10 – 12	19
5	12 – 14	18
6	> 14	3
		1546

Tabella 4-21 Graduatoria di “criticità” per classi secondo il numero di superamenti del livello del valore guida per le polveri.

Punteggi adottati	Nsup. Valore guida (100 µg/m ³)	Numero Comuni
0	<20	134
1	20 – 30	583
2	30 – 40	590
3	40 – 80	226
5	80 – 100	7
6	> 100	6
		1546

Inquinante SO₂:

Lo standard di qualità dell'aria considerato è la concentrazione media invernale (il solo parametro disponibile dall'analisi statistica).

Nella figura 20, è riportata la distribuzione spaziale dei valori massimi del parametro misurato per ogni comune dove presente almeno una stazione della rete.

Al momento della redazione del rapporto non erano presenti stazioni nel comune di Trezzo sull'Adda, per questa ragione il territorio comunale nelle due figure non ha alcune colorazione.

Tuttavia, pur non essendo rappresentato su un tematismo cartografico, anche per Trezzo sull'Adda è stato stimato questo fattore di pressione secondo lo schema presentato a pagina 161. I criteri, per l'adozione dei punteggi di criticità associati ai due parametri, è riportato nei seguenti prospetti:

Il punteggio di criticità associato al parametro è riportato nel prospetto seguente.

Tabella 4-22 Graduatoria di "criticità" per classi secondo media invernale di SO₂.

Punteggi adottati	Media invernale	Numero Comuni
0	<10	664
1	10 – 30	882
2	30 – 80	0
3	80 – 100	0
4	100 – 130	0
5	> 130	0
		1546

Inquinante O₃:

I parametri utilizzati sono stati derivati dalle estrapolazioni spaziali, condotte nell'ambito del PRQA, relativamente a: AOT40f e numero di superamenti rispettivamente di 200µg/m³ per le concentrazioni medie orarie e di 65 µg/m³ per le concentrazioni medie giornaliere.

Nelle figure 21-22-23 dell'allegato, è riportata la distribuzione spaziale per i diversi parametri ottenuta come estrapolazione dei dati misurati dalla rete di qualità dell'aria.

Il punteggio di criticità associato ai tre parametri è riportato nei prospetti seguenti.

Tabella 4-23 Graduatoria di "criticità" per classi secondo il valore di O₃.AOT40f

Punteggi adottati	O3-aot40_f	Numero Comuni
0	< 5	2
1	5 - 15	3
2	15 – 25	626
3	25 – 35	665
5	35- 45	220
6	> 45	30
		1546

Tabella 4-24 Graduatoria di "criticità" per classi secondo il limite di 200µg/m₃ per O₃

Punteggi adottati	O3-sup200	Numero Comuni
0	< 10	88
1	10 - 25	183
1	25 - 50	448
3	50 - 75	288
5	75 - 100	342
6	> 100	197
		1546

Tabella 4-25 Graduatoria di "criticità" per classi secondo il limite di per O₃

Punteggi adottati	O3-sup65	Numero Comuni
0	< 50	7
0	50 - 70	260
1	70 - 80	295
3	80 - 100	482
5	100 - 120	360
6	> 120	142
		1546

Delle sette classi in cui sono stati suddivisi i comuni, Trezzo sull'Adda ricade nella quarta classe per AOT40f e per il limite di 65µg/m₃ a cui è associato un punteggio pari a 3 nella quinta per il limite di 200µg/m₃ a cui è associato un punteggio pari a 5.

Distribuzione della variabilità territoriale degli indici di esposizione della popolazione

La concentrazione media di un determinato inquinante è un parametro di qualità dell'aria che può essere utilizzato come indicatore dei livelli di esposizione della popolazione. In particolare è possibile assumere come uno dei possibili indicatori dell'esposizione il prodotto tra la concentrazione media di un determinato inquinante e il numero di ore del periodo temporale di riferimento del dato medio, ad esempio l'anno.

La qualità della stima ottenuta da tale calcolo dipende dai seguenti fattori:

- il dato di concentrazione media degli inquinanti considerati, solitamente proviene dai dati delle reti di monitoraggio e come tale risente delle caratteristiche “puntuali” delle medesime;
- non vengono presi in esame i fenomeni che invece possono essere rilevanti nel concetto di “esposizione”, come ad esempio l'esposizione a livelli di concentrazione superiori a soglie di attenzione e di allarme e gli effetti combinati derivanti dalla presenza contemporanea di inquinanti di tipo diverso;
- infine la generalizzazione all'intera popolazione richiede un processo di estrapolazione spaziale che, sia esso effettuato con procedure statistiche o mediante l'uso di modelli, pesa ulteriormente sulla qualità complessiva del metodo adottato.

Il metodo esposto può comunque essere un elemento di integrazione all'analisi della valutazione della criticità ambientale come presentata in tale lavoro; in particolare gli indicatori dei livelli di esposizione della popolazione possono essere considerati come indicatori di pressione riferiti alla popolazione nel suo complesso.

La concentrazione media che permette il calcolo del livello di esposizione per il territorio in esame è stata calcolata nel seguente modo:

- i dati di concentrazione media utilizzati nel calcolo dei livelli di esposizione dei diversi inquinanti sono quelli relativi al complesso delle 145 stazioni di monitoraggio appartenenti alle reti della Regione Lombardia riferiti all'anno 1997 ed elaborati come predisposto nell'ambito del PRQA, Fase F “Statistiche dei dati regionali di qualità dell'aria” (tabella 1 – Allegato 3);
- l'estrapolazione dei dati medi di rete all'intero territorio, per gli inquinanti CO, NO₂, SO₂ e polveri, è stata eseguita applicando il modello empirico cQ-model, utilizzato dall'Agenzia Europa per l'Ambiente (EEA) nella valutazione della qualità dell'aria nell'ambito degli studi previsti dal Programma AUTO OIL II. Tale modello permette il calcolo della concentrazione media annua C riferita ad un determinato inquinante e ad una singola unità territoriale, ad esempio il comune, utilizzando il seguente algoritmo:

$$C = C_b + < k > (Q_t + p (Q_i + Q_{mix}))$$

dove:

- Cb concentrazione di fondo regionale;
- Q emissioni urbane differenziate in tre tipologie, da traffico, Q_t , da industria, Q_i , e da altre fonti, Q_{mix} ;
- $\langle k \rangle$ media del rapporto tra C - Cb e l'emissione urbana Q per singola città;
- p fattore di scala per emissioni a livello del suolo.

I coefficienti dell'algoritmo sono stati calcolati in base alle caratteristiche del territorio in esame rispetto al determinato inquinante. Una prima applicazione dell'algoritmo ai comuni sedi delle stazioni di monitoraggio delle reti della Regione Lombardia, caratterizzati dalla loro ripartizione rispetto alle 4 classi di emissione totale (Tabella 4-9) sulla base delle quali è stata effettuata l'estrapolazione dei dati di qualità dell'aria, ha permesso di individuare i valori dei coefficienti (p e k) per ogni classe emissiva.

Successivamente l'algoritmo ha permesso il calcolo della concentrazione media sulla scala temporale relativa al determinato inquinante, utilizzando i coefficienti individuati per la classe emissiva di appartenenza dello specifico comune.

Il livello di esposizione relativo all'ozono non è stato calcolato utilizzando la metodologia descritta in precedenza che prevede la spazializzazione sul territorio del dato di concentrazione media in quanto nell'ambito del PRQA Fase A "Elementi conoscitivi del territorio", è già disponibile una mappa di esposizione della vegetazione che fornisce, per l'intero territorio lombardo, il dato di AOT40 riferito ai mesi estivi.

Nelle figure 24-25-26-27, dell'allegato 4.1 vengono riportate le distribuzioni spaziali dei valori delle concentrazioni medie utili al calcolo dei livelli di esposizione dei singoli inquinanti. Nella figura 21, è riportata invece la mappa di AOT40 per l'intero territorio.

In tali figure i comuni sono rappresentati con sei diverse colorazioni a seconda degli intervalli di appartenenza secondo i quali è stato deciso di suddividere il valor medio di ogni concentrazione di inquinante.

Trezzo sull'Adda, per il valore medio del biossido di azoto (NO_2) appartiene alla sesta classe che va da 52 a $94\mu\text{g}/\text{m}^3$, quello di CO appartiene alla quinta che va da 1.2 a $2.2\mu\text{g}/\text{m}^3$, quello di SO_2 alla quarta classe quella che va da 3 a $4\mu\text{g}/\text{m}^3$, quello delle polveri alla sesta classe che va da 45 a $88\mu\text{g}/\text{m}^3$, quella di AOT40 di figura 21 alla quarta classe che va da 25 a 35ppm/h.

Per ogni inquinante preso in esame, CO, NO_2 , SO_2 , polveri e ozono, sono stati calcolati i livelli di esposizione integrale moltiplicando la concentrazione media di ogni singolo comune, ottenuta applicando la metodologia esposta in precedenza, per il relativo numero di abitanti. Per permettere un confronto sintetico tra i diversi inquinanti tale livello di "esposizione integrale" è stato successivamente normalizzato rispetto al valore massimo regionale (per ogni inquinante), assunto pari a 100. Nelle figure 28-29-30-31-32 dell'allegato sono riportate le mappe degli indicatori di esposizione integrale per ogni singolo inquinante.

Da tale rappresentazione è possibile notare che Trezzo sull'Adda appartiene alla terza delle 6 classi considerate per l' NO_2 e CO, alla prima per SO_2 , alla quarta per le polveri e l'ozono,

4.2.4 I livelli di criticità ambientale

L'analisi complessiva dei 23 indicatori di criticità ambientale consente di individuare per l'insieme dei comuni della regione Lombardia una griglia di valutazione delle caratteristiche spaziali e tipologiche dei livelli di pressione/vulnerabilità del territorio relativamente al fenomeno dell'inquinamento atmosferico. Tale griglia rappresenta un elemento di valutazione nel complesso quadro di definizione di strategie di risanamento orientate al miglioramento complessivo dello stato di Qualità dell'aria.

Gli indicatori utilizzati per l'analisi dei diversi inquinanti sono riportati nella Tabella 4-26.

Tabella 4-26 Indicatori utilizzati per l'analisi di criticità ambientale riferita ai diversi inquinanti.

Indicatore	NO ₂	SO ₂	CO	Polveri	NMCOV	O ₃
Abitanti	X	X	X	X	X	X
Densità	X	X	X	X	X	X
Patrimonio culturale	X	X	X	X	X	X
Aree protette	X	X	X	X	X	X
Carico critico di acidità totale	X	X	-	-	-	-
Qualità	98° perc. Superamento del livello di attenzione (200 µg/m ³ su 1 h)	Media invernale	Superamento del livello di attenzione (15 mg/m ³ su 1h) Superamento del valore limite 8h (10 mg/m ³)	Superamento livello di attenzione Superamento del valore guida (100 µg/m ³ su 24 ore)	-	AOT40 Superamento della concentrazione media oraria di 200 µg/m ³ Superamento della concentrazione media giornaliera di 65 µg/m ³
Emissioni diffuse	-	-	-	-	X	-
Emissioni puntuali	X	X	X	X	X	-
Raggio di influenza	X	X	X	-	X	-
Classe di emissione	X	X	X	-	X	-

Sulla base della metodologia introdotta nel paragrafo 4.2 è possibile stimare la distribuzione dei livelli di criticità ambientale per i singoli inquinanti presi in considerazione e del livello complessivo considerando la sovrapposizione delle criticità relative ai singoli indicatori che concorrono alla definizione dello specifico tema.

Gli elementi principali per la valutazione del livello di criticità ambientale delle aree comunali della regione Lombardia sono stati i seguenti:

- selezione degli indicatori ambientali per la descrizione delle condizioni di vulnerabilità, pressione, qualità dell'aria. Gli indicatori per ogni singola condizione sono:

vulnerabilità - popolazione, densità abitativa, localizzazione aree protette e carta del livello di carico critico per l'acidità totale;

pressione - censimento emissioni inquinanti suddiviso in sorgenti diffuse e puntuali e definizione di una area di influenza delle sorgenti puntuali di maggiore rilevanza;

qualità dell'aria – gli inquinanti considerati SO₂, NO₂, CO, Idrocarburi non metanici, Polveri totali e Ozono; gli indicatori della qualità dell'aria sono selezionati tra quelli stabiliti dalla normativa italiana e comunitaria, come mostrato nel precedente prospetto;

- definizione di una scala, per le variabili di riferimento per il calcolo del livello di criticità ambientale, al fine di ottenere una graduatoria di criticità per ogni singolo indicatore individuato;
- stima del livello di criticità ambientale relativo ai sei inquinanti con i quali è stata descritta la condizione di qualità dell'aria e del livello complessivo. Il livello di criticità dei sette tematismi è definito come somma dei punteggi ottenuti per tutti gli indicatori di criticità che concorrono alla definizione del singolo tematismo;
- introduzione di una scala univoca in termini di punteggi per introdurre il confronto incrociato tra il contributo alla criticità ambientale associata ai diversi inquinanti esaminati e al contributo complessivo;
- individuazione di una scala di riferimento per rappresentare le diverse condizioni di degrado ambientale.

La *scala univoca* introdotta per confrontare il contributo alla criticità ambientale associata ai diversi inquinanti è basata sull'assunzione che il livello di criticità ottenuto per ognuno dei 7 tematismi in relazione al comune che risulta avere punteggio massimo per tutti i 23 indicatori utilizzati nello studio, viene preso a riferimento e posto pari a 100. Nel territorio lombardo il livello di criticità di riferimento è risultato “teorico” in quanto non tutti gli indicatori risultano raggiungere i punteggi massimi.

Nella tabella successiva è riportata la distribuzione del numero di comuni rispetto a diverse classi di punteggio per i 7 indici di criticità ambientale dopo la normalizzazione rispetto al massimo punteggio “teorico”:

Tabella 4-27 Numero dei comuni rispetto alle diverse classi di punteggio assunte per i diversi inquinanti.

Punteggio	Totale	tot-no2	tot-co	tot-polv	tot-so2	tot-voc	tot-o3
0	54	68	143	13	142	60	0
10	666	1016	814	992	914	900	330
20	743	381	460	464	404	444	352
30	46	32	84	36	67	79	244
40	27	36	31	27	10	44	361
50	9	7	8	12	7	12	221
60	1	5	4	2	1	5	33
70	0	1	1	0	1	1	4
80	0	0	1	0	0	0	1
90	0	0	0	0	0	1	0
100	0	0	0	0	0	0	0

Da tale tabella di sintesi è possibile osservare che i massimi dei punteggi ottenuti per i diversi indici di criticità ambientale cadono entro fasce inferiori a quella 90 – 100 che corrisponde al

massimo “teorico”. I punteggi massimi dei primi 6 indici (complessivo, biossido di azoto, monossido di carbonio, polveri, biossido di zolfo e Idrocarburi non metanici) corrispondono al comune di Milano, il punteggio massimo relativo all'ozono corrisponde al comune di Bergamo. Nel seguente prospetto è riportata la statistica regionale dei livelli di criticità ambientale, indicando anche i comuni per i quali sono stati ottenuti i valori massimi reali per i singoli indici:

Tabella 4-28 Valore medio e comuni con il massimo punteggio assunto per i sette inquinanti.

Punteggio	totale	tot-no2	tot-co	tot-polv	tot-so2	tot-voc	tot-o3
Valore massimo	62	78	88	68	74	90	86
Comune con valore massimo	Milano	Milano	Milano	Milano	Milano	Milano	Bergamo
Valore medio	21	18	19	20	18	20	34

Per individuare una *scala di riferimento* di rappresentazione dei risultati in modo da mettere in evidenza la distribuzione dei comuni nelle diverse condizioni di degrado ambientale è stata adottata la seguente procedura:

- i comuni che presentano il massimo punteggio di criticità rappresentano aree da sottoporre a risanamento (massimo punteggio totale pari a 62, vedi tabella precedente);
- i comuni con valori di criticità inferiori alla media degli indicatori di vulnerabilità, pressione e Qualità dell'aria sono stati considerati in condizioni ambientali non degradate;
- vengono individuati gli intervalli di riferimento (riportati nel prospetto seguente) per evidenziare lo “stato ambientale” dei comuni a partire dai valori dei parametri statistici degli indicatori che descrivono le condizioni di vulnerabilità, pressione e qualità dell'aria, normalizzati in base alla logica della scala univoca (Tabella 4-29)

Tabella 4-29 Statistica regionale degli indicatori di vulnerabilità, pressione e qualità dell'aria

Parametri statistici	Vulnerabilità	Pressione	Qualità aria	Somma	Intervalli di riferimento
massimo	11	17	39		<20
Sigma	1.6	1.6	5.4		
Media	3.7	1.6	15.3	20.7	
media+1*sigma	5.3	3.2	20.7	29.2	20-30
media+2*sigma	6.9	4.8	26.2	37.8	
media+3*sigma	8.4	6.4	31.6	46.4	

In base agli intervalli individuati, i comuni sono suddivisi secondo tre condizioni di “stato ambientale”:

- tutti i comuni con indice totale di criticità inferiore alla media del punteggio “somma”, ottenuto cioè sommando le medie dei temi di vulnerabilità, pressione e qualità dell'aria, sono stati considerati in condizioni di “*buono stato ambientale*”;
- i comuni con indice totale compreso tra il valore medio e il valore medio + sigma sono stati considerati in condizioni di “*preservazione dello stato ambientale*”;
- i comuni con punteggio maggiore del valore medio + sigma sono stati considerati in condizioni di “*risanamento ambientale*”.

La scala univoca di riferimento utilizzata per la rappresentazione delle carte di criticità ambientale presenta 4 classi (Tabella 4-30).

Tabella 4-30 Scala univoca di riferimento per gli indici di criticità ambientale

Classe	intervalli	stato ambientale
1	<20	buono stato ambientale
2	20-30	preservazione dello stato ambientale
3	30-35	risanamento ambientale
4	35-60	

Le prime due classi sono caratterizzate dagli intervalli “< 20” e “20-30” individuati dal procedimento statistico illustrato in precedenza; la terza e quarta classe sono ottenute suddividendo l’ultimo intervallo, (> 30), individuato dal procedimento in due con sottointervalli caratterizzati rispettivamente dai valori “30-35” e “35-60”; il valore dell’estremo superiore 60 rappresenta il massimo punteggio del livello di criticità ambientale “complessivo”.

Nel prospetto seguente sono riportati, a livello provinciale, le distribuzioni dei livelli di criticità relativamente a tutti gli inquinanti presi in considerazione e per classe di stato ambientale.

Tabella 4-31 Distribuzioni dei livelli di criticità per tutti gli inquinanti e per classe di stato ambientale per le province di Milano e Bergamo e per la Regione

provincia di Milano e Bergamo e per la Regione											
Conteggio Comuni	Totale NO ₂					Conteggio Comuni	Totale CO				
PROV	< 20	20 - 30	30 - 35	> 35	Totale Regionale	PROV	< 20	20 - 30	30 - 35	> 35	Totale Regionale
BERGAMO	109	126	6	3	244	BERGAMO	224	19	1		244
MILANO	75	70	8	35	188	MILANO	1	73	38	76	188
Totale Regionale	1084	381	25	56	1546	Totale Regionale	821	572	57	96	1546

Conteggio Comuni	Totale Polveri					Conteggio Comuni	Totale SO ₂				
PROV	< 20	20 - 30	30-35	> 35	Totale Regionale	PROV	< 20	20 - 30	30-35	> 35	Totale Regionale
BERGAMO	190	50	3	1	244	BERGAMO	160	78	5	1	244
MILANO	55	65	31	37	188	MILANO	56	57	31	44	188
PAVIA	159	28	1	2	190	PAVIA	171	16	2	1	190
Totale Regionale	957	474	55	60	1546	Totale Regionale	1016	414	58	58	1546

Conteggio Comuni	Totale NMCOV					Conteggio Comuni	Totale Ozono				
PROV	< 20	20 - 30	30-35	> 35	Totale Regionale	PROV	< 20	20 - 30	30-35	> 35	Totale Regionale
BERGAMO	163	64	12	5	244	BERGAMO		7	14	223	244
MILANO	14	67	30	77	188	MILANO		30	8	150	188
Totale Regionale	927	425	80	114	1546	Totale Regionale	266	354	106	820	1546

Conteggio Comuni	Livello totale				
PROV	< 20	20 - 30	30-35	> 35	Totale Regionale
BERGAMO	28	200	14	2	244
MILANO	28	104	21	35	188
Totale Regionale	672	755	68	51	1546

La distribuzione spaziale, a scala comunale, dei livelli di criticità per ogni singolo inquinante e per classe di stato ambientale è rappresentata nelle figure 33-34-35-36-37-38-39.

Tabella 4-32 Livello di criticità ambientale, complessivo e per inquinante, di Trezzo sull'Adda e di alcuni comuni limitrofi

Comune	Provincia	Livello complessivo	NO ₂	CO	POLVERI	SO ₂	NMCOV	O ₃
Trezzo sull'Adda	Milano	28	26	34	28	27	35	50
Basiano	Milano	24	16	25	18	17	21	38
Bottanuco	Bergamo	26	21	16	22	23	25	47
Brembate	Bergamo	29	35	23	25	29	31	54
Busnago	Milano	25	18	27	18	21	24	41
Canonica d'Adda	Bergamo	24	28	22	24	27	30	47
Capriate San Gervasio	Bergamo	29	36	24	26	30	32	55
Cassano d'Adda	Milano	34	29	38	32	33	33	44
Cornate d'Adda	Milano	26	19	28	22	23	27	45
Fara Gera d'Adda	Bergamo	23	24	19	20	24	26	44
Filago	Bergamo	27	18	13	16	17	24	41
Grezzago	Milano	23	14	23	16	14	19	36
Inzago	Milano	25	21	30	24	23	30	40
Masate	Milano	20	14	23	14	14	19	31
Pontirolo Nuovo	Bergamo	23	14	13	18	17	17	33

Come è possibile osservare dalla precedente tabella e dei relativi grafici, per quanto riguarda il livello di criticità complessivo e gli indici di criticità associati a NO₂, Polveri e SO₂ Trezzo sull'Adda appartiene alla seconda delle quattro classi (ovvero comuni da considerare in condizioni di *preservazione ambientale*), per quanto riguarda il CO alla terza e solo per l'ozono alla quarta (comuni da considerare in condizione di *risanamento ambientale*).

Per favorire una lettura più articolata della realtà attuale della regione, nelle figure 41-42 sono rappresentate le distribuzioni spaziali relative alla “vulnerabilità” ambientale e alla “pressione”, per le quali sono considerate sei classi, Trezzo sull'Adda appartiene per entrambe alla terza classe. Alla terza classe di pressione appartengono comuni con punteggio tra 3 e 4 ed alla sesta comuni con punteggi maggiore di 9, Alla terza classe di vulnerabilità appartengono comuni con punteggio tra 4 e 5 ed alla sesta comuni con punteggio superiore a otto.

4.3 Stima dell'evoluzione delle emissioni atmosferiche nel 2005 e 2010

La Regione Lombardia, nell'ambito del PRQA, ha realizzato l'Inventario delle Emissioni in Atmosfera per l'anno 1997 secondo la metodologia del progetto europeo CORINAIR [Caserini, 2000].

L'inventario permette di quantificare su base comunale gli inquinanti emessi dalle diverse tipologie di sorgenti stazionarie e mobili, raggruppate in 11 macrosettori:

1. centrali elettriche pubbliche, teleriscaldamento e cogenerazione;
2. impianti di combustione non industriale (impianti commerciali, residenziali ed agricoli);
3. combustione nell'industria (caldaie, forni, combustioni con contatto);
4. processi produttivi (industrie petrolifere, chimiche, del legno, ...);
5. estrazione e distribuzione di combustibili fossili (distribuzione di combustibili liquidi, benzina, gas);
6. uso di solventi (verniciatura, sgrassaggio, prodotti chimici, componentistica elettronica, ...);
7. trasporto su strada (auto, veicoli pesanti, motocicli su strade urbane, extraurbane,...);
8. trasporto off-road (ferrovie, aerei, macchine agricole, ...);
9. trattamento e smaltimento rifiuti (discariche, inceneritori, trattamento fanghi e acque reflue);
10. agricoltura (colture con o senza fertilizzanti, allevamento, ...);
11. natura (boschi, incendi, acque, ...).

Ciascun macrosettore è suddiviso in settori e attività secondo la nomenclatura CORINAIR SNAP '97.

Le sorgenti stazionarie, presenti in tutti i macrosettori ad eccezione di quelli relativi ai trasporti, comprendono due categorie principali:

le sorgenti puntuali - grossi impianti localizzati le cui emissioni sono misurate analiticamente in situ (emissioni a camino di centrali, inceneritori, discariche e grandi industrie);

le sorgenti diffuse o areali - piccole fonti distribuite sul territorio (impianti di riscaldamento, verniciatura) le cui emissioni vengono calcolate sulla base di dati statistici (indicatori socioeconomici correlati con le quantità emesse) e coefficienti tecnologici (fattori di emissione) dell'attività di appartenenza.

Le emissioni da sorgenti mobili, con riferimento al macrosettore 7, sono stimate come:

- *emissioni lineari*, provenienti dalle principali arterie stradali statali e provinciali e localizzate sul grafo di rete che le rappresenta (3000 archi nell'inventario regionale);
- *emissioni diffuse*, causate dal traffico urbano e attribuite al comune di appartenenza.

Nella Tabella 4-33 sono sintetizzate per ciascun macrosettore le emissioni regionali degli inquinanti considerati dall'Inventario: ossidi di azoto (NO_x), ossidi di zolfo (SO_x), polveri totali sospese (PTS), monossido di carbonio (CO), anidride carbonica (CO₂), composti organici volatili non metanici (NMCOV), protossido di azoto (N₂O) e ammoniaca (NH₃).

Tabella 4-33 Emissioni atmosferiche regionali per inquinante e macrosettore di attività

Regione	NO _x t/anno	SO _x t/anno	PTS t/anno	CO t/anno	CO ₂ kt/anno	NMCOV t/anno	N ₂ O t/anno	NH ₃ t/anno
1 produzione di elettricità	23 574	41 486	4 521	1 898	13 513	579	1 667	2

2 combustioni commerciali, istituzionali, residenziali	15 760	5 979	25 503	119 546	16 622	9 952	1 644	
3 combustioni industriali	47 176	21 152	16 791	36 407	13 053	2 681	1 097	7
4 processi industriali	7 163	14 978	95	53 529	251	57 431	24	875
5 estrazione, distribuzione combustibili						12 362		
6 uso solventi	132			37		175 559		0.3
7 trasporti stradali	130 844	3 924		320 309	14 282	75 458	1 494	1 328
8 altre sorgenti mobili	16 791	1 772	1 668	6 988	899	2 489	370	2
9 trattamento rifiuti	979	294	32	399	598	58		
10 agricoltura	1 123					161	5 922	101 788
11 natura	1 947	443		55 976		29 963	62	443
totale	245 489	90 029	48 609	595 090	59 218	366 692	12 279	104 445

In Tabella 4-34 sono evidenziati i contributi di ciascuna provincia alle emissioni di ogni inquinante.

I dati presentati sono aggiornati alla versione maggio 2000 dell'Inventario Regionale.

A tale data non erano ancora completate le simulazioni relative alle stime delle emissioni lineari del traffico autoveicolare. Il dato di traffico (macrosettore 7) riportato è stato ottenuto come somma delle emissioni diffuse dell'Inventario Regionale 1997 e di una proiezione delle emissioni lineari estrapolata dal rapporto diffuso/lineare dell'Inventario CORINAIR 1990.

Tabella 4-34 Emissioni atmosferiche provinciali per inquinante

tutte le fonti	NO _x t/anno	SO _x t/anno	PTS t/anno	CO t/anno	CO ₂ kt/anno	NMCOV t/anno	N ₂ O t/anno	NH ₃ t/anno
Bergamo	26 925	3 370	13 114	59 281	5 487	32 794	783	5 287
Milano	64 982	14 746	7 677	201 456	19 843	127 522	2 493	8 284
Regione	245 489	90 029	48 609	595 090	59 218	366 692	12 279	104 445

I macrosettori oggetto delle proposte di riduzione delle emissioni (paragrafo. 4.3.1) sono:

- 1. centrali elettriche pubbliche, teleriscaldamento e cogenerazione;
- 2. impianti di combustione non industriale;
- 7. trasporto su strada;
- 9. trattamento e smaltimento rifiuti.

A livello regionale, le emissioni provenienti da tali fonti sono responsabili di oltre il 70% delle emissioni totali di NO_x, CO e CO₂, di circa il 60% dei quantitativi di SO_x e PTS e costituiscono una percentuale significativa anche per NMCOV e N₂O (Tabella 4-35).

Il dettaglio per provincia e macrosettore è esplicitato nel paragrafo 4.3.2.

Tabella 4-35 Incidenza dei macrosettori di attività soggetti ad interventi nelle emissioni atmosferiche regionali

Regione	NO _x	SO _x	PTS	CO	CO ₂	NMCOV	N ₂ O	NH ₃
1 produzione di elettricità	10%	46%	9%	0%	23%	0%	14%	0%
2 combustioni commerciali, istituzionali, residenziali	6%	7%	52%	20%	28%	3%	13%	
7 trasporti stradali	53%	4%		54%	24%	21%	12%	1%

9 trattamento rifiuti	0.4%	0.3%	0.1%	0.1%	1.0%	0.0%		
Incidenza totale	70%	57%	62%	74%	76%	23%	39%	1%
Totale 1+2+7+9 (t/anno)	171 157	51 684	30 055	442 153	45 015*	86 046	4 805	1 330

*kt/anno

4.3.1 Le proposte di intervento

Si riassumono sinteticamente gli scenari di riduzione delle emissioni atmosferiche elaborati dai gruppi propositivi per i macrosettori CORINAIR 1, 2, 7 e 9.

Per ciascuno scenario sono indicate le sorgenti emissive coinvolte e presentati sia le proiezioni sull'evoluzione del settore che gli interventi di riduzione delle emissioni attuabili. Vengono riportati i dati di emissione relativi all'anno base utilizzati dai gruppi di approfondimento e fornite le indicazioni quantitative di variazione delle emissioni negli anni target 2005 e 2010. Per ciascun macrosettore sono stati considerati gli inquinanti più significativi in relazione al tipo di sorgente e alla possibilità di riduzione dei quantitativi emessi.

Per una descrizione dettagliata delle strategie di intervento e della metodologia utilizzata per la stima delle emissioni future si rimanda ai rapporti tecnici dei gruppi propositivi.

La Tabella 4-36 fornisce un quadro sintetico dell'evoluzione dei principali fattori socioeconomici attesa nel primo decennio del 2000, andamento che costituisce la base per la stima emissioni future.

Tabella 4-36 Evoluzione dei principale fattori socioeconomici in Lombardia

	Anno base	2005	2010
popolazione	1997: 8.988.951 abit.	9.105.000 abit.	9.060.000 abit
veicoli circolanti (moto escluse)	1997: 6.271.000	6.780.000	6.951.000
PIL (miliardi di lire a prezzi 1990)	1996: 280.550,5	331.354,8	365.842,4
consumi finali di energia (GJ)	1997: 190.236.430	250.993.800	253.829.590
RSU inceneriti (t/anno)	1997: 472.201	2.682.240	2.867.040

Fonti:

Popolazione - anno base: Annuario Statistico Regionale; previsioni: Gruppo Propositivo Traffico, PRQA Lombardia

Veicoli circolanti - anno base: Inventario Regionale delle Emissioni Atmosferiche 1997; previsioni: Gruppo Propositivo Traffico, PRQA Lombardia

PIL - anno base: "L'Italia in cifre 2000" ISTAT; previsioni: ENEA [Contaldi, Mattucci 1999]

Consumi finali di Energia - Gruppo Propositivo Energia PRQA Lombardia su indicazione ENEA

RSU inceneriti - Gruppo Propositivo Incenerimento RSU, PRQA Lombardia

Mobilità e traffico autoveicolare

Sono stati elaborati sette scenari di riduzione degli inquinanti emessi in aria dal traffico autoveicolare, separatamente per le due componenti lineare e diffusa. Le emissioni future sono espresse come variazione percentuale rispetto al 1997 [Bedogni; 2000].

Nella Tabella 4-37 sono mostrati gli inquinanti considerati nelle proposte di intervento e le

relative emissioni nell'anno base stimate dall'Inventario Regionale.

Tabella 4-37 Traffico: inquinanti considerati ed emissioni atmosferiche nel 1997

Totale regionale		1997 lineare	1997 diffuso
CO	(t/anno)	88 950	231 359
NO _x	(t/anno)	97 832	33 012
NMCOV	(t/anno)	17 699	57 759
PTS	(t/anno)	n.d.	n.d.
SO ₂	(t/anno)	2 800	1 124
C ₆ H ₆	(t/anno)	n.d.	n.d.
Pb	(t/anno)	n.d.	n.d.
CO ₂	(t/anno)	9 151 000	5 132 000
N ₂ O	(t/anno)	1 108	386
NH ₃	(t/anno)	449	88 950
metalli pesanti Cd, Cu, Ni, Se, Zn	(t/anno)	n.d.	n.d.

n.d.: dato non disponibile da Inventario Regionale.

Scenario T1: evoluzione naturale

Si ipotizzano per il 2005:

- l'evoluzione tecnologica degli autoveicoli prevista dall'attuale normativa europea: nuovi livelli emissivi per i veicoli Euro III e riduzione media dei consumi del 4% rispetto a Euro II;
- la riformulazione dei carburanti "classici" (riduzione tenore di zolfo, contenuto di aromatici e IPA, n° cetano, densità, RVP ...);
- il rinnovo del parco circolante per rottamazioni e nuove immatricolazioni;
- la variazione delle percorrenze su gomma, che rispetto al 1997 si configurano: + 8% trasporto privato passeggeri, 0% trasporto pubblico passeggeri, + 19% trasporto merci;
- programmi di controllo e manutenzione secondo le attuali modalità (bollino blu).

Nel 2010 si prevede un'ulteriore evoluzione di tutte le ipotesi, in particolare:

- l'evoluzione tecnologica degli autoveicoli prevista dall'attuale normativa europea: nuovi livelli emissivi per i veicoli Euro III e IV e riduzione media dei consumi del 4% per Euro III e del 7% per Euro IV rispetto a Euro II;
- la variazione delle percorrenze su gomma, che rispetto al 1997 si configurano: + 8% trasporto privato passeggeri, 0% trasporto pubblico passeggeri, + 35% trasporto merci.

Da tale quadro emergono le variazioni percentuali di emissione presentate in Tabella 4-38, da attribuire ad ogni comune della regione.

Tabella 4-38 Variazioni percentuali delle emissioni rispetto al 1997

Scenario T1 tutta la regione	2005 lineare	2005 diffuso	2010 lineare	2010 diffuso
CO	-35%	-37%	-55%	-59%
NO _x	-17%	-16%	-38%	-37%
NMCOV	-40%	-44%	-61%	-64%
PTS	-34%	-44%	-54%	-60%
SO ₂	-98%	-98%	-98%	-98%
C ₆ H ₆	-58%	-63%	-74%	-78%

Pb	-96%	-96%	-96%	-96%
CO₂	+23%	+28%	+31%	+43%
N₂O	+43%	+48%	+60%	+65%
NH₃	+91%	+87%	+106%	+103%
metalli pesanti Cd, Cu, Ni, Se, Zn	+22%	+27%	+29%	+42%

Scenario T2: intermodalità trasporto merci

Si prevedono, in aggiunta all'evoluzione naturale contemplata nello scenario T1, ulteriori riduzione delle emissioni da traffico lineare nel 2010 quali effetto della realizzazione degli impianti di interscambio merci in Lombardia entro tale data.

Le ipotesi adottate risultano:

- evoluzione tecnologica dei veicoli e della formulazione dei carburanti, composizione del parco circolante e invecchiamento dei veicoli come previsto nello scenario T1;
- la variazione delle percorrenze su gomma rispetto al 1997: + 14% trasporto merci.

In Tabella 4-39 sono riportate le variazioni percentuali di emissione attribuibili ad ogni comune della regione. Le variazioni per il traffico diffuso al 2005 e 2010 e per la componente lineare al 2005 risultano identiche a quelle dello scenario T1.

Tabella 4-39 Variazioni percentuali delle emissioni rispetto al 1997

Scenario T2 tutta la regione	2005 lineare	2005 diffuso	2010 lineare	2010 diffuso
CO	-35%	-37%	-58%	-59%
NO_x	-17%	-16%	-46%	-37%
NMCOV	-40%	-44%	-64%	-64%
PTS	-34%	-44%	-60%	-60%
SO₂	-98%	-98%	-98%	-98%
C₆H₆	-58%	-63%	-76%	-78%
Pb	-96%	-96%	-96%	-96%
CO₂	+23%	+28%	+17%	+43%
N₂O	+43%	+48%	+53%	+65%
NH₃	+91%	+87%	+106%	+103%
metalli pesanti Cd, Cu, Ni, Se, Zn	+22%	+27%	+16%	+42%

Scenario T3: carburanti alternativi e maggiore penetrazione delle nuove tecnologie

È lo scenario relativo all'adozione della miglior tecnologia disponibile. Si sommano infatti, all'evoluzione naturale dello scenario T1, gli effetti dovuti all'adozione di carburanti alternativi e ad una maggiore diffusione di tecnologie alternative per la trazione veicolare:

- evoluzione tecnologica dei veicoli e della formulazione dei carburanti "classici", composizione del parco circolante e invecchiamento dei veicoli come previsto nello scenario T1;
- maggiore penetrazione dei veicoli a metano nell'ambito del trasporto pubblico passeggeri: nel 2005 coinvolti 50% dei taxi e degli autobus urbani, nel 2010 il 100%;
- maggiore penetrazione dei veicoli a metano nell'ambito del trasporto merci: 25 % dei veicoli alimentati a metano nel 2005, 50% nel 2010;
- crescita del numero dei veicoli elettrici 3 volte maggiore di quella contemplata nell'ipotesi a.;
- tutti i veicoli pesanti e gli autobus diesel Euro III realizzati come veicoli ibridi (aventi due

sistemi di trazione, uno termico e l'altro elettrico);

f. tutti i veicoli pesanti e gli autobus diesel precedenti a Euro III alimentati a emulsioni di gasolio.

In Tabella 4-40 sono mostrate le variazioni percentuali di emissione valide per l'intera regione.

Tabella 4-40 Variazioni percentuali delle emissioni rispetto al 1997

Scenario T3 tutta la regione	2005 lineare	2005 diffuso	2010 lineare	2010 diffuso
CO	-36%	-39%	-56%	-60%
NO _x	-31%	-50%	-54%	-70%
NMCOV	-40%	-46%	-62%	-68%
PTS	-54%	-69%	-67%	-81%
SO ₂	-98%	-98%	-98%	-98%
C ₆ H ₆	-58%	-64%	-75%	-81%
Pb	-96%	-96%	-96%	-96%
CO ₂	+14%	+22%	+14%	+33%
N ₂ O	+43%	+53%	+60%	+75%
NH ₃	+91%	+107%	+106%	+146%
metalli pesanti Cd, Cu, Ni, Se, Zn	+13%	+13%	+12%	+11%

Scenario T4: misure di gestione e contenimento del traffico privato urbano

Si considera lo sviluppo di sistemi di trasporto non convenzionali in ambito urbano e di tariffazione della circolazione: servizi pubblici a chiamata, taxi collettivo, car-pool (condivisione di mezzi privati tra più utenti), car-sharing (uso comune di una flotta di autoveicoli), road-pricing (tariffazione dell'accesso in determinate aree e/o fasce orarie). Ciò comporta, rispetto allo scenario T1, una diminuzione delle percorrenze complessive su gomma del traffico privato del 5%. Le ipotesi adottate risultano:

a. evoluzione tecnologica dei veicoli e della formulazione dei carburanti, composizione del parco circolante e invecchiamento dei veicoli come previsto nello scenario T1;

b. la variazione delle percorrenze su gomma rispetto al 1997: + 3% trasporto privato passeggeri, 0% trasporto pubblico passeggeri, + 19% trasporto merci nel 2005; + 3% trasporto privato passeggeri, 0% trasporto pubblico passeggeri, + 35% trasporto merci nel 2010.

Tale scenario comporta, rispetto al T1, ulteriori variazioni delle emissioni attribuibili ai comuni della regione con popolazione di almeno 30 000 abitanti, ossia ove è ragionevole ipotizzare l'adozione di misure di gestione del traffico privato.

Per il traffico urbano nei comuni con popolazione inferiore (componente diffusa) e per il traffico extraurbano (componente lineare) si applica lo scenario T1.

In Tabella 4-41 si riportano le variazioni percentuali di emissione risultanti.

Tabella 4-41 Emissioni nell'anno base e variazioni percentuali negli anni target

Scenario T4	2005 lineare	2005 diffuso	2005 diffuso	2010 lineare	2010 diffuso	2010 diffuso
	regione	≥ 30.000 ab.	< 30.000 ab.	regione	≥ 30.000 ab.	< 30.000 ab.
CO	-35%	-41%	-37%	-55%	-61%	-59%
NO _x	-17%	-19%	-16%	-38%	-39%	-37%
NMCOV	-40%	-47%	-44%	-61%	-67%	-64%
PTS	-34%	-47%	-44%	-54%	-62%	-60%
SO ₂	-98%	-98%	-98%	-98%	-98%	-98%

Scenario T4	2005 lineare	2005 diffuso	2005 diffuso	2010 lineare	2010 diffuso	2010 diffuso
C₆H₆	-58%	-65%	-63%	-74%	-79%	-78%
Pb	-96%	-96%	-96%	-96%	-96%	-96%
CO₂	+23%	+14%	+28%	+31%	+25%	+43%
N₂O	+43%	+42%	+48%	+60%	+59%	+65%
NH₃	+91%	+79%	+87%	+106%	+95%	+103%
metalli pesanti Cd, Cu, Ni, Se, Zn	+22%	+13%	+27%	+29%	+24%	+42%

Scenario T5: politiche di tariffazione del parcheggio e di vigilanza sulle soste in ambito urbano

Gli effetti sulle emissioni da traffico di regolamentazioni tariffarie sui parcheggi e di vigilanza sulle soste in ambito urbano vanno applicati ai comuni con popolazione superiore a 30.000 abitanti e comportano, in tali ambiti territoriali e in aggiunta allo scenario T1, un'ulteriore riduzione delle percorrenze su gomma del traffico privato del 20% negli anni target.

Le ipotesi adottate risultano:

- evoluzione tecnologica dei veicoli e della formulazione dei carburanti, composizione del parco circolante e invecchiamento dei veicoli come previsto nello scenario T1;
- variazione delle percorrenze su gomma rispetto al 1997: - 12% trasporto privato passeggeri, 0% trasporto pubblico passeggeri, + 19% trasporto merci nel 2005; - 12% trasporto privato passeggeri, 0% trasporto pubblico passeggeri, + 35% trasporto merci nel 2010.

In Tabella 4-42 sono riportate le variazioni percentuali di emissione risultanti per i comuni della regione. Per il traffico extraurbano (lineare) e per i flussi urbani nei comuni con meno di 30000 abitanti tali variazioni coincidono con quelle dello scenario T1.

Tabella 4-42 Variazioni percentuali delle emissioni rispetto al 1997

Scenario T5	2005 lineare	2005 diffuso	2005 diffuso	2010 lineare	2010 diffuso	2010 diffuso
	regione	≥ 30.000 ab.	< 30.000 ab.	regione	≥ 30.000 ab.	< 30.000 ab.
CO	-35%	-53%	-37%	-55%	-67%	-59%
NO_x	-17%	-24%	-16%	-38%	-44%	-37%
NMCOV	-40%	-55%	-44%	-61%	-71%	-64%
PTS	-34%	-51%	-44%	-54%	-65%	-60%
SO₂	-98%	-98%	-98%	-98%	-98%	-98%
C₆H₆	-58%	-71%	-63%	-74%	-83%	-78%
Pb	-96%	-97%	-96%	-96%	-97%	-96%
CO₂	+23%	-4%	+28%	+31%	+2%	+43%
N₂O	+43%	+29%	+48%	+60%	+44%	+65%
NH₃	+91%	+63%	+87%	+106%	+77%	+103%
metalli pesanti Cd, Cu, Ni, Se, Zn	+22%	-4%	+27%	+29%	0%	+42%

Scenario T6: interventi sulla velocità di percorrenza

Si considerano ipotesi di limitazione delle velocità massime di percorrenza in ambito extraurbano e di fluidificazione dei flussi autoveicolari urbani (regolamentazione viaria, sistemi di controllo del traffico in tempo reale, semafori intelligenti, ...):

- evoluzione tecnologica dei veicoli e della formulazione dei carburanti, composizione del

parco circolante e invecchiamento dei veicoli come previsto nello scenario T1;

b. introduzione del limite di velocità massima di 90 km/h su tutte le strade extraurbane;

c. aumento del 30% delle velocità medie di percorrenza in ambito urbano per valori inferiori a 30 km/h.

Gli interventi relativi alle strade extraurbane sono applicabili all'intera regione, mentre la fluidificazione del traffico urbano è ritenuta efficace nei comuni con popolazione superiore a 70.000 abitanti. Al traffico urbano nei restanti comuni si applica lo scenario T1.

La variazione delle emissioni complessivamente attesa è presentata in Tabella 4-43.

Tabella 4-43 Variazioni percentuali delle emissioni rispetto al 1997

Scenario T6	2005 lineare regione	2005 diffuso ≥ 70.000 ab.	2005 diffuso < 70.000 ab.	2010 lineare regione	2010 diffuso ≥ 70.000 ab.	2010 diffuso < 70.000 ab.
CO	-38%	-39%	-37%	-58%	-60%	-59%
NO_x	-19%	-18%	-16%	-39%	-39%	-37%
NMCOV	-40%	-45%	-44%	-61%	-66%	-64%
PTS	-35%	-46%	-44%	-55%	-61%	-60%
SO₂	-98%	-98%	-98%	-98%	-98%	-98%
C₆H₆	-58%	-64%	-63%	-74%	-79%	-78%
Pb	-96%	-96%	-96%	-96%	-96%	-96%
CO₂	+21%	+17%	+28%	+29%	+32%	+43%
N₂O	+43%	+48%	+48%	+60%	+65%	+65%
NH₃	+91%	+87%	+87%	+106%	+103%	+103%
metalli pesanti Cd, Cu, Ni, Se, Zn	+21%	+17%	+27%	+28%	+31%	+42%

Scenario T7: miglior tecnologia disponibile, politiche di gestione del traffico urbano e del trasporto merci

Si considerano gli effetti combinati dell'applicazione della miglior tecnologia disponibile (scenario T3), della realizzazione degli impianti di interscambio merci in Lombardia (scenario T2) e delle politiche di gestione e controllo del traffico in ambito urbano, ovvero le regolamentazioni tariffarie e di vigilanza sulle soste (scenario T6) e gli interventi di decongestionamento (scenario T5). Le ipotesi adottate divengono:

a. evoluzione tecnologica dei veicoli e della formulazione dei carburanti classici, composizione del parco circolante e invecchiamento dei veicoli come previsto nello scenario T1;

b. forte penetrazione delle nuove tecnologie (elettrico e veicoli ibridi) e introduzione dei carburanti alternativi (metano, emulsioni di gasolio) secondo le previsioni dello scenario T3;

c. variazione delle percorrenze complessive su gomma previste dagli scenari T2 e T5.

d. aumento del 30% delle velocità medie di percorrenza per valori inferiori a 30 km/h (scenario T6).

In Tabella 4-44 sono riportate le variazioni percentuali di emissione attribuibili all'intera regione relativamente al traffico lineare e ai comuni con popolazione di almeno 30 000 abitanti per la politica di gestione della mobilità urbana (traffico diffuso). Ai comuni con meno di 30 000

abitanti si applicano le variazioni percentuali previste dallo scenario T3.

Tabella 4-44 Variazioni percentuali delle emissioni rispetto al 1997

Scenario T7	2005 lineare	2005 diffuso	2005 diffuso	2010 lineare	2010 diffuso	2010 diffuso
	regione	≥ 30.000 ab.	< 30.000 ab.	regione	≥ 30.000 ab.	< 30.000 ab.
CO	-36%	-58%	-39%	-58%	-72%	-60%
NO _x	-31%	-57%	-50%	-59%	-76%	-70%
NMCOV	-40%	-58%	-46%	-65%	-76%	-68%
PTS	-54%	-75%	-69%	-71%	-85%	-81%
SO ₂	-98%	-99%	-98%	-99%	-99%	-98%
C ₆ H ₆	-58%	-74%	-64%	-77%	-86%	-81%
Pb	-96%	-97%	-96%	-96%	-98%	-96%
CO ₂	+14%	-13%	+22%	+4%	-15%	+33%
N ₂ O	+43%	+33%	+53%	+53%	+48%	+75%
NH ₃	+91%	+83%	+107%	+106%	+114%	+146%
metalli pesanti Cd, Cu, Ni, Se, Zn	+13%	-22%	+13%	+1%	-26%	+11%

Impianti di combustione commerciali, istituzionali e residenziali

Il gruppo propositivo ha elaborato uno scenario integrato di riduzione delle emissioni atmosferiche che compone una serie di interventi nei diversi comparti, ne somma gli effetti e ne considera le reciproche influenze [Camussi; 2000].

Scenario R: innovazione tecnologica e riformulazione combustibili

Le principali ipotesi per la definizione dello scenario si possono così sintetizzare:

- incremento annuo dei consumi dell'1%;
- tasso di ricambio annuale pari al 10% per gli impianti autonomi e al 5% per i centralizzati;
- penetrazione della tecnologia a condensazione nelle caldaie monofamiliari a gas con un tasso del 10% sulle sostituzioni e del 50% sui nuovi impianti;
- penetrazione della tecnologia a bassa emissione nelle caldaie monofamiliari a gas con un tasso del 50% sulle sostituzioni e del 50% sui nuovi impianti;
- penetrazione delle tecnologie a condensazione e a bassa emissione negli impianti centralizzati a gas con un tasso ciascuno del 50% sulle sostituzioni e del 50% sui nuovi impianti;
- aumento dell'utilizzo di gas naturale nelle aree metanizzate ove la percentuale è inferiore alla media regionale del 75% (provincia di Sondrio esclusa);
- miglioramento dell'efficienza della distribuzione di calore negli edifici (supposto un risparmio energetico medio per impianto trattato del 10% e una percentuale annua di impianti coinvolti del 5%);
- miglioramento delle caratteristiche dell'olio combustibile (oli ecologici ed emulsionati) e percentuale di tali combustibili presenti sul mercato pari al 20% nel 2005 e al 50% nel 2010;
- sviluppo del teleriscaldamento da cogenerazione (su circa 91.500.000 m³ di volumetria potenzialmente riscaldabile nell'intera regione si suppone una percentuale media di realizzo del 36% entro il 2010);

j. sviluppo del teleriscaldamento da impianti di combustione rifiuti (su quasi 1.700.00 MWh di energia termica prodotta dagli inceneritori, poco meno di 1.200.000 MWh può essere utilizzata per teleriscaldamento).

La Tabella 4-45 riassume le attuali condizioni di emissione in atmosfera e di consumo di combustibile e ne riporta le evoluzioni al 2005 e 2010 stimate secondo le suddette ipotesi. I valori sono forniti su base provinciale.

Lo scenario integrato prevede, mediamente sulla regione, una diminuzione più o meno marcata delle emissioni di tutti gli inquinanti considerati, ad eccezione del biossido di carbonio.

Gli ossidi di azoto (15.739 t/anno nel '97) decrescono del 16% nel 2005 e del 30% nel 2010.

Per gli ossidi di zolfo (5.887 t/anno nel '97) la riduzione ammonta a circa il 6% nel 2005 e al 12% nel 2010. Variazioni più contenute sono previste per le polveri totali sospese (24.204 t/anno nel '97), il monossido di carbonio (123.407 t/anno nel '97), i composti organici volatili non metanici (10.243 t/anno nel '97): diminuzioni del 2-3% nel 2005 e del 3-5% nel 2010.

Un incremento del 2% nel decennio è invece previsto per il biossido di carbonio (16.684.627 t/anno nel '97).

Tabella 4-45 Evoluzione dei consumi di combustibile e delle emissioni atmosferiche provinciali da impianti di combustione non industriale

scenario R	1997 *						
	consumi	CO	COV	CO ₂	NO _x	SO _x	PTS
	10 ⁶ GJ	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	t/anno	t/anno
BG	25	20 720	1 689	1 556	1 450	378	4 160
MI	118	11 593	1 106	7 339	7 025	3 317	1 830
regione	267	123 407	10 243	16 685	15 739	5 887	24 204

scenario R	2005					
	CO	COV	CO ₂	NO _x	SO _x	PTS
	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	t/anno	t/anno
BG	21 251	1 732	1 585	1 244	387	4 256
MI	11 082	1 060	7 338	5 992	2 981	1 575
regione	119 987	9 965	16 697	13 275	5 499	23 250

scenario R	2010					
	CO	COV	CO ₂	NO _x	SO _x	PTS
	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	t/anno	t/anno
BG	21 959	1 790	1 630	1 050	399	4 380
MI	10 613	1 019	7 407	4 934	2 633	1 270
regione	119 433	9 921	16 983	10 962	5 136	22 768

* le emissioni dell'anno base sono fornite dal gruppo propositivo.

Le emissioni dell'anno base sono quelle stimate dal gruppo propositivo e differiscono leggermente, per alcune province, da quelle dell'Inventario Regionale 1997. Sul totale regionale le differenze ammontano a circa il 5% per PTS, 3% per CO e NMCOV e al 2% per SO_x. Differenze inferiori all'1% si riscontrano per NO_x e CO₂.

Centrali elettriche pubbliche, cogenerazione e teleriscaldamento

Il gruppo propositivo ha elaborato due scenari di evoluzione delle emissioni atmosferiche che considerano interventi di potenziamento degli impianti e di adozione di soluzioni a minor impatto ambientale. Tali scenari presentano la medesima evoluzione al 2005 e si differenziano per le ipotesi assunte al 2010 [Conti; 2000].

Nella Tabella 4-46 si riportano le emissioni atmosferiche e i quantitativi di energia prodotta nell'anno base.

Tabella 4-46 Emissioni atmosferiche e produzione di energia nel 1997

impianti	localizzazione	energia prodotta GJ/a	NO _x t/a	SO _x t/a	PTS t/a	CO t/a	CO ₂ kt/a
centrale ENEL	Turbigo (MI)	33 804 089	2 320	3 720	114	1 824	2 050
centrale AEM	Cassano A. (MI)	16 499 788	997	1 546	31	352	993
centrale SONDEL	Sesto S.Giovanni(MI)	343 872	134	0	0	55	190
centrale SIECO	S.Donato M. (MI)	1 297 186	786	0	0	92	74
centrale SONDEL	Boffalora (MI)	n.d.	89	0	81	25	248
totale regione		190 236 430	29 140	48 878	2 424	7 795	14 753

* centrale Lamarmora e centrale Nord

n.d. dato non disponibile

Scenario E1: massimo potenziamento

In Tabella 4-47 sono presentate le emissioni a livello provinciale (Milano e Bergamo) previste per tale scenario riferite alla produzione di energia da cogenerazione.

In Tabella 4-48 sono presentate la produzione di energia e le emissioni per singoli impianti (Milano e Bergamo) previste per tale scenario.

Tabella 4-47 Emissioni atmosferiche e produzione di energia da cogenerazione nel 2010 per provincia

Scenario E1	energia prodotta	NO _x	CO	CO ₂
	GJ/a	t/a	t/a	kt/a
Milano	1 084 670	7.5	2.3	1.7
Bergamo	689 933	4.0	1.2	1.1
regione	6 085 825	62	19	13

Nota: le emissioni di SO_x e PTS sono trascurabili

n.d. dato non disponibile

Tabella 4-48 Emissioni atmosferiche e produzione di energia da singoli impianti presenti nelle province di Milano e Bergamo nel 2010 secondo lo scenario E1

Scenario E1 - 2010		energia prodotta	NO _x	SO _x	PTS	CO	CO ₂
impianti	localizzazione	GJ/a	t/a	t/a	t/a	t/a	kt/a
centrale ASM	Ponti sul Mincio (MN)	n.d.	1 135	2 516	50	318	791
centrale AEM	Cassano A. (MI)	25 995 060	1 366	1 100	140	1 356	1 670
centrale SONDEL	Sesto S.Giovanni(MI)	343 872	134	0	0	55	190
centrale SIECO	S.Donato M. (MI)	1 297 186	786	0	0	92	74
centrale SONDEL	Boffalora (MI)	n.d.	89	0	81	25	248
totale regione		253 828 593	22 145	17 459	1 778	8 855	18 012

* centrale Lamarmora e centrale Nord

n.d. dato non disponibile

A fronte di un incremento nella produzione di energia (+32% nel 2005 e +37% nel 2010) alle condizioni ipotizzate, lo scenario prevede una riduzione della maggioranza degli inquinanti:

- gli ossidi di azoto diminuiscono del 26% nel 2005 e del 24% nel 2010 rispetto al 1997;
- gli ossidi di zolfo e le polveri totali sospese raggiungono rispettivamente -64% e -27% già nel 2005 (le emissioni risultano invariate nel 2010 rispetto al 2005);
- la riduzione del monossido di carbonio ammonta al 12% nel 2005 e al 14% nel 2010.

Si registra invece un incremento delle emissioni di biossido di carbonio del 20% nel 2005 e del 22% nel 2010 rispetto ai valori dell'anno base.

Scenario E2: probabile sfruttamento delle potenzialità energetiche

L'evoluzione dell'attuale situazione emissiva al 2005 è identica a quella ipotizzata nel precedente scenario E1 (Tabella 4-48).

Per il 2010 sono previsti i seguenti interventi:

- h. sviluppo del teleriscaldamento al 50% dell'ipotesi massima attuabile; secondo questa ipotesi non si devono considerare i potenziamenti degli impianti di COMOCALOR e di VARESE RISORSE come previsto dallo scenario E1;
- i. realizzazione di due impianti da 20 MW_e e 42.8 MW_t alimentati con biomassa di potere calorifico pari a 12246 kJ/kg e localizzati a Pavia e Cremona;
- j. conversione alla cogenerazione del 50% di piccoli-medi impianti industriali alimentati a gas.

Nella tabella Tabella 4-49 si riportano i dati relativi alla produzione di energia e alle emissioni atmosferiche imputabili agli impianti industriali utilizzati per la cogenerazione e il teleriscaldamento. I dati sono forniti a livello provinciale.

L'energia prodotta e le relative emissioni di inquinanti dalle centrali e raffinerie sono illustrati in Tabella 4-50.

Tabella 4-49 Emissioni atmosferiche e produzione di energia da cogenerazione nel 2010 per provincia

Scenario E2	cogenerazione				teleriscaldamento		
	energia prodotta	NO _x	CO	CO ₂	energia prodotta	NO _x	CO ₂
	GJ/a	t/a	t/a	kt/a	GJ/a	t/a	kt/a
Milano	542 335	3.7	1.1	0.9	n.d.	1 423	938
Bergamo	344 967	2.0	0.6	0.6	n.d.	132	90
regione	3 043 012	31	9	7	n.d.	1 944	938

Nota: le emissioni di SO_x e PTS sono trascurabili

n.d. dato non disponibile

Tabella 4-50 Emissioni atmosferiche e produzione di energia da singoli impianti nel 2010 secondo lo scenario E2

Scenario E2 - 2010		energia prodotta	NO _x	SO _x	PTS	CO	CO ₂
impianti	localizzazione	GJ/a	t/a	t/a	t/a	t/a	kt/a
centrale ENEL	Turbigo (MI)	33 804 089	2 320	3 720	114	1 824	2 050
centrale AEM	Cassano A. (MI)	25 995 060	1 366	1 100	140	1 356	1 670
centrale SONDEL	Sesto S. Giovanni (MI)	343 872	134	0	0	55	190
centrale SIECO	S. Donato M. (MI)	1 297 186	786	0	0	92	74
centrale SONDEL	Boffalora (MI)	n.d.	89	0	81	25	248
totale regione		252 757 234	21 836	17 422	1 772	8 761	17 912

* centrale Lamarmora e centrale Nord

n.d. dato non disponibile

Nello scenario E2 la produzione di energia nel 2010 risulta incrementa complessivamente del

34% rispetto al 1997, contro il 37% dello scenario E1.

Le differenze più rilevanti in termini di emissioni al 2010, sempre relativamente al precedente scenario, si riscontrano per gli ossidi di azoto e il biossido di carbonio:

gli NO_x diminuiscono del 18% rispetto al 1997 (-24% in E1);

la CO₂ aumenta del 31% rispetto all'anno base (+22% in E1).

Incenerimento di rifiuti solidi urbani e di rifiuti assimilabili

Il gruppo di approfondimento ha elaborato quattro scenari di possibile evoluzione delle emissioni atmosferiche che considerano diversi gradi di intervento per il potenziamento degli impianti e l'installazione di sistemi di abbattimento [Cernuschi; 2000].

In tabella 3.4.1 si presentano le portate di rifiuti smaltiti e le emissioni atmosferiche relative all'anno base.

Tabella 4-51 Emissioni atmosferiche e portate di rifiuti degli impianti di incenerimento nell'anno base

1997	portata RSU t/anno	NO_x t/anno	CO t/anno	PTS t/anno	SO_x t/anno	HCl t/anno	Pb t/anno
Abbiategrosso (Mi)	10 000	16.0	0.3	1.8	5.4	1.5	0.3
Desio (Mi)	69 548	101.0	6.0	2.0	44.4	3.6	0.8
Milano Silla	78 006	134.7	2.3	9.7	49.1	7.7	0.3
Milano Zama	85 258	131.6	14.8	9.7	79.2	6.4	1.9
Bergamo	38 797	72.5	1.9	1.0	21.4	2.3	0.4
Busto Arsizio (Va)	26 615	35.1	2.1	0.4	2.5	0.9	1.4
Como	62 297	127.5	11.6	3.0	24.6	2.3	1.2
Cremona	24 030	32.0	0.8	0.2	1.2	1.2	1.9
Lecco	77 650	90.0	2.2	3.8	11.0	2.5	2.2
regione	472 201	740	42	32	239	28	11

Nota: i dati sono forniti dal gruppo propositivo; in particolare i dati degli impianti di Como, Cremona e Busto sono relativi al 1998, in quanto caratterizzati da una consistenza di rilevamenti che li rende più affidabili rispetto a quelli del 1997.

Scenario II: scenario autorizzato

È lo scenario emissivo massimo teorico, corrispondente alla situazione in cui tutti gli impianti operano al massimo della potenzialità autorizzata e presentano concentrazioni all'emissione pari al limite di legge o al limite garantito dal costruttore.

Per lo scenario al 2005 sono state utilizzate le portate di rifiuti autorizzate e le concentrazioni all'emissione garantite dai costruttori o, laddove non esistenti, quelle imposte dall'Allegato 1 del DM 503/97. Unica eccezione è rappresentata dall'impianto di Como, che risulta autorizzato a rispettare i limiti dell'All. 2 del suddetto Decreto fino al 31/12/2005. Sono stati inoltre ipotizzati otto nuovi impianti.

Per lo scenario al 2010 si è considerato un limite per le emissioni pari a quello previsto dall'All. 1 del DM 503/97, considerando l'incremento pianificato della potenzialità di rifiuti smaltiti per i tre impianti di Como, Cremona e Lecco.

La tabella 3.4.2 riporta le stime delle emissioni al 2005 e 2010.

Tabella 4-52 Emissioni atmosferiche di NO_x, CO PTS e portate di RSU per gli impianti lombardi nel 2005 e 2010

Scenario II	portata RSU t/anno		4.3.1.1 NO _x t/anno		4.3.1.2 CO t/anno		4.3.1.3 PTS t/anno	
	2 005	2 010	2 005	2 010	2 005	2 010	2 005	2 010
Abbiategrosso (Mi)	16 500	16 500	20	20	5	5	1	1
Desio (Mi)	79 200	79 200	108	108	27	27	5	5
Milano Silla 2	396 000	396 000	508	509	127	127	13	13
Bergamo	71 280	71 280	73	73	30	30	3	3
Busto Arsizio (Va)	165 000	165 000	198	198	50	49	10	10
Como	79 200	165 000	190	198	48	49	14	10
Cremona	72 600	118 800	79	130	20	32	4	6
Lecco	79 200	132 000	95	158	24	40	5	8
Brescia	363 000	363 000	238	238	119	119	12	12
Dalmine (Bg)	132 000	132 000	55	55	40	40	8	8
Parona (Pv)	379 500	379 500	309	309	103	103	20	20
Sesto S. G. (Mi)	79 200	79 200	119	119	30	30	6	6
Trezzo (Mi)	165 000	165 000	160	160	67	66	7	7
Corteolona (Pv)	66 000	66 000	59	59	20	20	1	1
Rovato (Bs)	142 560	142 560	196	196	49	49	10	10
Lonato (Bs)	396 000	396 000	417	417	104	104	21	21
regione	2 682 240	2 867 040	2 824	2 946	863	890	140	141

Tabella 4-53 Emissioni atmosferiche di SO_x, HCl Pb portate di rifiuti degli impianti lombardi nel 2005 e 2010

Scenario II	portata RSU t/anno		SO _x t/anno		HCl t/anno		Pb t/anno	
	2 005	2 010	2 005	2 010	2 005	2 010	2 005	2 010
Abbiategrosso (Mi)	16 500	16 500	10	10	2	2	0.0	0.0
Desio (Mi)	79 200	79 200	54	54	11	11	0.3	0.3
Milano Silla 2	396 000	396 000	127	127	25	25	1.3	1.3
Bergamo	71 280	71 280	15	15	3	3	0.3	0.3
Busto Arsizio (Va)	165 000	165 000	50	50	10	10	0.5	0.5
Como	79 200	165 000	95	99	24	20	0.5	0.5
Cremona	72 600	118 800	40	65	4	7	0.2	0.3
Lecco	79 200	132 000	48	79	10	16	0.2	0.4
Brescia	363 000	363 000	238	238	48	48	1.2	1.2
Dalmine (Bg)	132 000	132 000	40	40	8	8	0.4	0.4
Parona (Pv)	379 500	379 500	206	206	41	41	1.0	1.0
Sesto S. G. (Mi)	79 200	79 200	30	30	6	6	0.3	0.3
Trezzo (Mi)	165 000	165 000	53	53	7	7	0.7	0.7
Corteolona (Pv)	66 000	66 000	20	20	4	4	0.2	0.2
Rovato (Bs)	142 560	142 560	49	49	10	10	0.5	0.5
Lonato (Bs)	396 000	396 000	104	104	21	21	1.0	1.0
regione	2 682 240	2 867 040	1 179	1 238	234	239	9	9

Scenario I2: scenario emissivo più probabile

Lo scenario emissivo più probabile corrisponde alla situazione in cui ciascun impianto presenta concentrazioni all'emissione riferibili alla tecnologia di depurazione attualmente adottata.

Per le stime al 2005 sono stati utilizzati i valori effettivamente misurati sugli impianti già in funzione allo stato attuale (è il caso di Brescia e Cremona). Per gli impianti ancora in fase di realizzazione sono stati utilizzati valori di concentrazione ritenuti rappresentativi delle tecnologie di depurazione previste in fase progettuale e reperiti da rilevamenti condotti su impianti attrezzati con tali tecnologie.

Per lo scenario al 2010 è stato considerato l'aumento di potenzialità di alcuni impianti, previsto dalla Pianificazione Regionale. I valori di concentrazione all'emissione sono stati mantenuti analoghi a quelli utilizzati per il 2005. Per l'impianto di Como, la cui ristrutturazione è ancora in fase di progettazione, si è assunto come riferimento per il 2010 una stima dei fattori di emissione valutata in funzione delle tecnologie più correntemente applicate nelle ristrutturazioni di impianti analoghi.

In Tabella 4-54 e in Tabella 4-55 sono riassunte le previsioni di emissione al 2005 e 2010.

Tabella 4-54 Emissioni atmosferiche di NOx, CO PTS e portate di RSU per gli impianti lombardi nel 2005 e 2010

Scenario I2	portata RSU t/anno		NOx t/anno		CO t/anno		PTS t/anno	
	2 005	2 010	2 005	2 010	2 005	2 010	2 005	2 010
Abbiategrosso (Mi)	16 500	16 500	20	20	1	1	0.3	0.3
Desio (Mi)	79 200	79 200	81	81	5	5	2.7	2.7
Milano Silla 2	396 000	396 000	381	381	31	31	0.8	0.8
Bergamo	71 280	71 280	73	73	4	4	0.6	0.6
Busto Arsizio (Va)	165 000	165 000	99	99	10	10	1.0	1.0
Como	79 200	165 000	162	198	15	5	3.8	3.0
Cremona	72 600	118 800	75	123	2	4	0.4	0.6
Lecco	79 200	132 000	71	119	5	8	2.4	4.0
Brescia	363 000	363 000	178	178	31	31	0.7	0.7
Dalmine (Bg)	132 000	132 000	32	32	4	4	0.8	0.8
Parona (Pv)	379 500	379 500	247	247	8	8	12.5	12.5
Sesto S. G. (Mi)	79 200	79 200	89	89	6	6	0.6	0.6
Trezzo (Mi)	165 000	165 000	133	133	13	13	1.3	1.3
Corteolona (Pv)	66 000	66 000	59	59	4	4	0.4	0.4
Rovato (Bs)	142 560	142 560	196	196	10	10	1.0	1.0
Lonato (Bs)	396 000	396 000	312	312	21	21	2.0	2.0
regione	2 682 240	2 867 040	2 209	2 341	169	164	31	32

Tabella 4-55 Emissioni atmosferiche di SOx, HCl Pb portate di rifiuti degli impianti lombardi nel 2005 e 2010

Scenario I2	portata RSU t/anno		SOx t/anno		HCl t/anno		Pb t/anno	
	2 005	2 010	2 005	2 010	2 005	2 010	2 005	2 010
Abbiategrosso (Mi)	16 500	16 500	2	2	1	1	0.01	0.01
Desio (Mi)	79 200	79 200	3	3	3	3	0.05	0.05
Milano Silla 2	396 000	396 000	33	33	25	25	0.25	0.25
Bergamo	71 280	71 280	3	3	3	3	0.06	0.06
Busto Arsizio (Va)	165 000	165 000	10	10	5	5	0.10	0.10

Como	79 200	165 000	31	20	3	5	0.29	0.10
Cremona	72 600	118 800	3	5	3	5	0.04	0.07
Lecco	79 200	132 000	1	2	2	4	0.05	0.08
Brescia	363 000	363 000	33	33	33	33	0.24	0.24
Dalmine (Bg)	132 000	132 000	2	2	4	4	0.08	0.08
Parona (Pv)	379 500	379 500	4	4	14	14	0.21	0.21
Sesto S. G. (Mi)	79 200	79 200	3	3	3	3	0.06	0.06
Trezzo (Mi)	165 000	165 000	7	7	7	7	0.13	0.13
Corteolona (Pv)	66 000	66 000	1	1	2	2	0.04	0.04
Rovato (Bs)	142 560	142 560	15	15	10	10	0.10	0.10
Lonato (Bs)	396 000	396 000	31	31	21	21	0.21	0.21
regione	2 682 240	2 867 040	182	173	139	145	2	2

Tale scenario prevede, come i successivi, un notevole aumento dei quantitativi di rifiuti RSU e assimilabili trattati mediante termodistruzione: +468% nel 2005 e +507% nel 2010 complessivamente in regione rispetto all'anno base.

Ciò implica un deciso aumento delle emissioni di ossidi di azoto e di monossido di carbonio, rispettivamente triplicate e quadruplicate rispetto al '97 (si veda anche tab. 3.4.1).

Le polveri totali rimangono sostanzialmente inalterate, mentre diminuiscono gli ossidi di zolfo (20% circa).

Scenario I3: massimo grado di adozione della miglior tecnologia disponibile

Si tratta dello scenario emissivo corrispondente alla situazione in cui ciascun impianto si doti della miglior tecnologia di depurazione disponibile. Tale tecnologia consiste in un sistema a secco con bicarbonato e carbone attivo (preceduta da un elettrofiltro sgrossatore), seguito da un filtro a maniche ad alta efficienza e da un sistema catalitico per la riduzione degli ossidi d'azoto e l'ulteriore rimozione dei microinquinanti organoclorurati.

Si sono mantenute le medesime ipotesi di aumento della potenzialità degli impianti previste nei precedenti scenari. La Tabella 4-56 mostra le emissioni previste al 2005 e 2010.

L'adozione delle miglior tecnologia disponibile permetterebbe, nonostante il forte incremento nello smaltimento di RSU, di diminuire le emissioni di NO_x (-9% nel 2005 e -2% nel 2010) e di PTS e SO_x (-80% circa) rispetto al 1997. Il CO raddoppierebbe rispetto all'anno base.

Tabella 4-56 Emissioni atmosferiche di NO_x, CO PTS e portate di RSU per gli impianti lombardi nel 2005 e 2010

Scenario I3	portata RSU t/anno		NO _x t/anno		CO t/anno		PTS t/anno	
	2 005	2 010	2 005	2 010	2 005	2 010	2 005	2 010
Abbiategrasso (Mi)	16 500	16 500	4	4	1	1	0.03	0.03
Desio (Mi)	79 200	79 200	21	21	2	2	0.16	0.16
Milano Silla 2	396 000	396 000	104	104	12	12	0.79	0.79
Bergamo	71 280	71 280	19	19	2	2	0.14	0.14
Busto Arsizio (Va)	165 000	165 000	43	43	5	5	0.33	0.33
Como	79 200	165 000	21	43	2	5	0.16	0.33
Cremona	72 600	118 800	19	31	2	4	0.15	0.24
Lecco	79 200	132 000	21	35	2	4	0.16	0.26
Brescia	363 000	363 000	95	95	11	11	0.73	0.73
Dalmine (Bg)	132 000	132 000	35	35	4	4	0.26	0.26

Parona (Pv)	379 500	379 500	69	69	8	8	0.53	0.53
Sesto S. G. (Mi)	79 200	79 200	21	21	2	2	0.16	0.16
Trezzo (Mi)	165 000	165 000	43	43	5	5	0.33	0.33
Corteolona (Pv)	66 000	66 000	17	17	2	2	0.13	0.13
Rovato (Bs)	142 560	142 560	37	37	4	4	0.29	0.29
Lonato (Bs)	396 000	396 000	104	104	12	12	0.79	0.79
regione	2 682 240	2 867 040	675	724	77	83	5	6

Tabella 4-57 Emissioni atmosferiche di SO_x, HCl Pb portate di rifiuti degli impianti lombardi nel 2005 e 2010

Scenario I3	portata RSU t/anno		SO _x t/anno		HCl t/anno		Pb t/anno	
	2 005	2 010	2 005	2 010	2 005	2 010	2 005	2 010
Abbiategrosso (Mi)	16 500	16 500	0.2	0.2	0.3	0.3	0.01	0.01
Desio (Mi)	79 200	79 200	1.0	1.0	1.6	1.6	0.05	0.05
Milano Silla 2	396 000	396 000	5.2	5.2	7.9	7.9	0.24	0.24
Bergamo	71 280	71 280	0.9	0.9	1.4	1.4	0.04	0.04
Busto Arsizio (Va)	165 000	165 000	2.2	2.2	3.3	3.3	0.10	0.10
Como	79 200	165 000	1.0	2.2	1.6	3.3	0.05	0.10
Cremona	72 600	118 800	0.9	1.5	1.5	2.4	0.04	0.07
Lecco	79 200	132 000	1.0	1.7	1.6	2.6	0.05	0.08
Brescia	363 000	363 000	4.7	4.7	7.3	7.3	0.22	0.22
Dalmine (Bg)	132 000	132 000	1.7	1.7	2.6	2.6	0.08	0.08
Parona (Pv)	379 500	379 500	3.4	3.4	5.3	5.3	0.16	0.16
Sesto S. G. (Mi)	79 200	79 200	1.0	1.0	1.6	1.6	0.05	0.05
Trezzo (Mi)	165 000	165 000	2.2	2.2	3.3	3.3	0.10	0.10
Corteolona (Pv)	66 000	66 000	0.9	0.9	1.3	1.3	0.04	0.04
Rovato (Bs)	142 560	142 560	1.9	1.9	2.9	2.9	0.09	0.09
Lonato (Bs)	396 000	396 000	5.2	5.2	7.9	7.9	0.24	0.24
regione	2 682 240	2 867 040	33	36	51	55	2	2

Scenario I4: ragionevole grado di adozione della miglior tecnologia disponibile

Si prospetta l'implementazione della miglior tecnologia coerente con la struttura già esistente/prevista della sezione di depurazione degli effluenti.

Per lo scenario al 2005 sono stati ipotizzati interventi mirati e ragionevoli su ciascun impianto, previo raggruppamento degli stessi in gruppi tipologici omogenei. I criteri in base ai quali è stato impostato lo scenario sono i seguenti:

- impianti a griglia di taglia elevata (Brescia, Silla2, Lonato): installazione di un sistema di riduzione catalitica selettiva (SCR) in coda alla linea di depurazione;
- impianti dotati di tecnologia di combustione a letto fluido (Parona, Corteolona, Rovato): utilizzo di un sistema di riduzione selettiva non catalitica (SNCR) non particolarmente spinto (efficienza di rimozione pari a circa il 50%);
- impianti dotati di tecnologia di rimozione dei gas acidi a secco con calce: conversione al bicarbonato;
- impianti dotati di tecnologia di rimozione dei gas acidi ibrida (umido+secco o viceversa): mantenimento del reagente previsto (anche se calce). Qualora si tratti di una colonna di

lavaggio esistente (e quindi monostadio) è opportuno trasformarla in colonna doppio stadio o comunque immettere NaOH nella soluzione di lavaggio (è il caso di Bergamo e Desio);

- impianti per i quali non è ancora previsto il progetto di adeguamento (Como): implementazione di una tecnologia di depurazione fumi analoga a quella dell'impianto di Dalmine, ovvero quella della miglior tecnologia disponibile (scenario I3).

Per lo scenario al 2010 è stato considerato l'aumento di potenzialità di alcuni impianti, previsto dalla Pianificazione Regionale. I valori di concentrazione all'emissione sono stati mantenuti analoghi a quelli utilizzati per il 2005.

Nella Tabella 4-58 e in Tabella 4-59 sono riportate le emissioni previste al 2005 e 2010.

In questo scenario l'aumento di potenzialità degli impianti comporta un incremento delle emissioni degli ossidi di azoto di circa il 30%, un raddoppio del monossido di carbonio e una diminuzione dell'80% di polveri e ossidi di zolfo rispetto al 1997.

Tabella 4-58 Emissioni atmosferiche di NO_x, CO PTS e portate di RSU per gli impianti lombardi nel 2005 e 2010

Scenario I4	portata RSU t/anno		NO _x t/anno		CO t/anno		PTS t/anno	
	2 005	2 010	2 005	2 010	2 005	2 010	2 005	2 010
Abbiategrosso (Mi)	16 500	16 500	8	8	1	1	0.0	0.0
Desio (Mi)	79 200	79 200	44	44	3	3	0.2	0.2
Milano Silla 2	396 000	396 000	98	98	12	12	0.8	0.8
Bergamo	71 280	71 280	39	39	2	2	0.1	0.1
Busto Arsizio (Va)	165 000	165 000	91	91	6	6	0.3	0.3
Como	79 200	165 000	20	41	2	5	0.2	0.3
Cremona	72 600	118 800	40	66	3	4	0.2	0.2
Lecco	79 200	132 000	44	73	3	5	0.2	0.3
Brescia	363 000	363 000	90	90	11	11	0.7	0.7
Dalmine (Bg)	132 000	132 000	33	33	4	4	0.3	0.3
Parona (Pv)	379 500	379 500	124	124	8	8	0.5	0.5
Sesto S. G. (Mi)	79 200	79 200	44	44	3	3	0.2	0.2
Trezzo (Mi)	165 000	165 000	91	91	6	6	0.3	0.3
Corteolona (Pv)	66 000	66 000	24	24	2	2	0.1	0.1
Rovato (Bs)	142 560	142 560	59	39	5	5	0.3	0.3
Lonato (Bs)	396 000	396 000	98	98	12	12	0.8	0.8
regione	2 682 240	2 867 040	946	1 002	82	89	5	6

Tabella 4-59 Emissioni atmosferiche di SO_x, HCl Pb portate di rifiuti degli impianti lombardi nel 2005 e 2010

Scenario I4	portata RSU t/anno		SO _x t/anno		HCl t/anno		Pb t/anno	
	2 005	2 010	2 005	2 010	2 005	2 010	2 005	2 010
Abbiategrosso (Mi)	16 500	16 500	0.3	0.3	0.3	0.3	0.01	0.01
Desio (Mi)	79 200	79 200	1.6	1.6	1.6	1.6	0.05	0.05
Milano Silla 2	396 000	396 000	7.9	7.9	7.9	7.9	0.25	0.25
Bergamo	71 280	71 280	1.4	1.4	1.4	1.4	0.05	0.05
Busto Arsizio (Va)	165 000	165 000	3.3	3.3	3.3	3.3	0.10	0.10
Como	79 200	165 000	1.6	3.3	1.6	3.3	0.05	0.10
Cremona	72 600	118 800	1.5	2.4	1.5	2.4	0.04	0.06
Lecco	79 200	132 000	1.6	2.6	1.6	2.6	0.05	0.08
Brescia	363 000	363 000	7.3	7.3	7.3	7.3	0.22	0.22

Dalmine (Bg)	132 000	132 000	2.6	2.6	2.6	2.6	0.08	0.08
Parona (Pv)	379 500	379 500	4.1	4.1	5.3	5.3	0.21	0.21
Sesto S. G. (Mi)	79 200	79 200	1.6	1.6	1.6	1.6	0.05	0.05
Trezzo (Mi)	165 000	165 000	3.3	3.3	3.3	3.3	0.11	0.11
Corteolona (Pv)	66 000	66 000	0.4	0.4	0.8	0.8	0.04	0.04
Rovato (Bs)	142 560	142 560	3.0	3.0	3.0	3.0	0.09	0.09
Lonato (Bs)	396 000	396 000	7.9	7.9	7.9	7.9	0.21	0.21
regione	2 682 240	2 867 040	49	53	51	55	1.6	1.7

4.3.2 Le emissioni atmosferiche future

La composizione degli scenari emissivi

Le indicazioni quantitative sui carichi emissivi futuri delle sorgenti diffuse e puntuali considerate dai gruppi propositivi sono state utilizzate a livello comunale e aggregate successivamente su base provinciale. Quali dati relativi all'anno base sono state impiegate le emissioni dell'Inventario Regionale per il traffico autoveicolare e le emissioni al 1997 indicate dai gruppi propositivi per il riscaldamento, la produzione di energia e gli inceneritori (in buona parte derivati dall'Inventario Regionale). Gli anni target considerati per la valutazione dell'efficacia degli interventi di riduzione delle emissioni sono il 2005 e 2010.

Gli scenari emissivi relativi a ciascun macrosettore di attività sono stati variamente combinati, al fine di individuare le possibili evoluzioni del carico emissivo globale derivanti dall'adozione di diverse strategie di intervento nei singoli comparti, strategie che possono sommarsi o controbilanciarsi negli effetti.

Nella scelta e combinazione di scenari non si sono operate considerazioni sui costi di intervento e sugli strumenti politici o infrastrutture da attivare, informazioni in gran parte non disponibili; ci si è limitati a valutazioni sulle sole emissioni e a indicazioni fornite dai gruppi propositivi circa le attuali tendenze di sviluppo.

Sono stati realizzati otto scenari composti per il 2005, indicati nel seguito con la lettera C e con numeri progressivi. La Tabella 4-60 descrive sinteticamente la strategia di interventi implicata da ciascuno scenario composito relativamente ai comparti di interesse.

Tabella 4-60 Scenari composti di evoluzione delle emissioni complessive per i 4 macrosettori al 2005

cod	composizione *	descrizione scenario composito
C1	E + R + I2 + T1	evoluzione più probabile
C2	E + R + I3 + T3	adozione miglior tecnologia disponibile (MTD) in tutti i settori
C3	E + R + I2 + T5	evoluzione più probabile + interventi sul traffico relativi a soste e parcheggi
C4	E + R + I2 + T6	evoluzione più probabile + interventi su velocità del traffico
C5	E + R + I4 + T6	innovazione tecnologica ragionevole sui rifiuti + interventi su velocità del traffico
C6	E + R + I4 + T2	innovazione tecnologica ragionevole sui rifiuti + interventi sul traffico merci
C7	E + R + I2 + T7	evoluzione più probabile + max MTD e politiche di gestione del traffico
C8	E + R + I4 + T7	MTD rifiuti e traffico + politiche di gestione del traffico (mobilità e merci)

* gli scenari dei gruppi propositivi sono indicati con la codifica utilizzata nel cap. 3;
in particolare, E indica lo scenario relativo all'energia (E=E1=E2 nel 2005);
T2=T1 nel 2005 poiché non è previsto il completamento degli interscambi merci entro tale data.

Degli scenari al 2005 vengono proposte le evoluzioni al 2010 in quattordici scenari (Tabella 4-61), risultanti dalla possibile applicazione di due strategie relativamente all'energia (si introducono le lettere "a" e "b" per distinguere gli scenari emergenti). Per gli scenari C1 e C2 è individuata un'unica evoluzione.

Tabella 4-61 Scenari composti di evoluzione delle emissioni complessive per i 4 macrosettori al 2010

cod	composizione *	descrizione scenario composito
C1	E2 + R + I2 + T1	evoluzione più probabile
C2	E1 + R + I3 + T3	adozione miglior tecnologia disponibile (MTD) in tutti i settori

C3a	E2 + R + I2 + T5	evoluzione più probabile + interventi relativi a soste e parcheggi
C3b	E1 + R + I2 + T5	max potenziamento energetico + interventi relativi a soste e parcheggi
C4a	E2 + R + I2 + T6	evoluzione più probabile + interventi su velocità del traffico
C4b	E1 + R + I2 + T6	max potenziamento energetico + interventi su velocità del traffico
C5a	E2 + R + I4 + T6	innovazione tecnologica ragionevole sui rifiuti + interventi su velocità del traffico
C5b	E1 + R + I4 + T6	massimo potenziamento energetico + innovazione tecnologica ragionevole sui rifiuti + interventi su velocità del traffico
C6a	E2 + R + I4 + T2	innovazione tecnologica ragionevole sui rifiuti + interventi sul traffico merci
C6b	E1 + R + I4 + T2	max potenziamento energetico + innovazione tecnologica ragionevole sui rifiuti + interventi sul traffico merci
C7a	E2 + R + I2 + T7	evoluzione più probabile + max MTD e politiche di gestione del traffico
C7b	E1 + R + I2 + T7	max potenziamento energetico + max MTD e politiche di gestione del traffico
C8a	E2 + R + I4 + T7	MTD rifiuti e traffico + politiche di gestione del traffico (mobilità e merci)
C8b	E1 + R + I4 + T7	max potenziamento energetico + MTD rifiuti e traffico + politiche di gestione del traffico (mobilità urbana e merci)

* gli scenari dei gruppi propositivi sono indicati con la codifica utilizzata nel cap. 3

La combinazione di scenari è stata operata per gli inquinanti “tradizionali” (NO_x SO_x PTS CO NMCOV), alcuni gas climalteranti (CO₂, N₂O) e NH₃, per i quali sono disponibili a livello comunale i dati dell’Inventario Regionale per tutti i macrosettori CORINAIR (Tabella 4-62).

Tabella 4-62 Inquinanti atmosferici considerati per la stima delle emissioni future

	NO _x	SO _x	PTS	CO	CO ₂	NMCOV	N ₂ O	NH ₃
1 energia	X	X	X	X	X			
2 riscaldamento	X	X	X	X	X	X		
7 traffico	X	X	X	X	X	X	X	X
9 inceneritori	X	X	X	X				

Le emissioni di ossidi di azoto

Nell'anno base il traffico risulta ovunque la fonte principale di NO_x , e sono dunque tali interventi ad incidere maggiormente sulle variazioni delle emissioni negli anni target.

Le emissioni provinciali di NO_x risultanti dagli scenari compositi al 2005 e 2010 sono presentate nella Figura 4-3 e Figura 4-4 mostrano il confronto grafico tra i diversi scenari e l'anno base.

Nel 1997 le emissioni di NO_x a livello regionale ammontano a 176.464 t/anno complessivamente nei quattro comparti. L'adozione delle diverse strategie d'intervento (C1, ..., C8) comporta in tutti i casi una diminuzione significativa delle emissioni nel primo decennio del 2000:

- riduzione del 17% nel 2005 e del 33% nel 2010 per lo scenario C1, ovvero per l'evoluzione ritenuta più probabile in tutti i comparti emissivi;
- riduzione del 18% nel 2005 e del 33-34% nel 2010 per gli scenari del tipo C3 e C4, che sommano provvedimenti sulla velocità autoveicolare e su soste/parcheggi a quanto già previsto da C1;
- riduzione del 19% nel 2005 e del 34-35% nel 2010 per gli scenari C5, che prevedono misure sulla velocità del traffico e sui sistemi di abbattimento degli inceneritori;
- riduzione del 18% nel 2005 e del 38-39% nel 2010 per gli scenari C6, che contemplano interventi sul traffico merci e sui sistemi di abbattimento degli inceneritori;
- riduzione del 32-33% nel 2005 e del 50-53% nel 2010 per gli scenari C2, C7 e C8, che stimano gli effetti dell'adozione della miglior tecnologia disponibile e del massimo potenziamento, in particolare energetico, in tutti i settori.

Figura 4-3 Scenari compositi provinciali di ossidi azoto al 2005 e confronto con il 1997

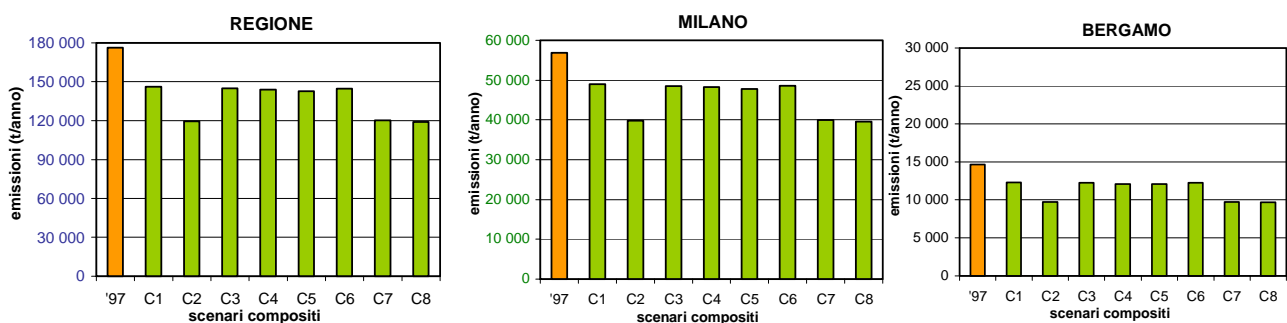
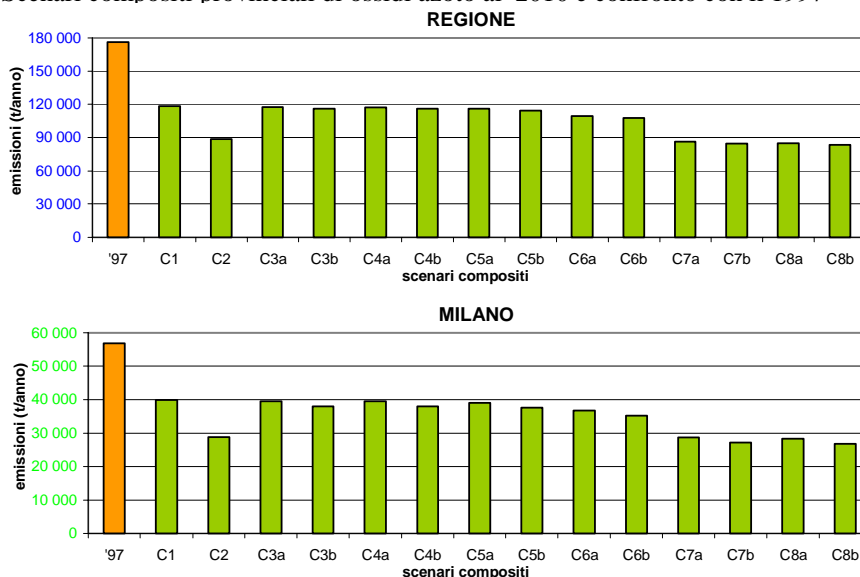
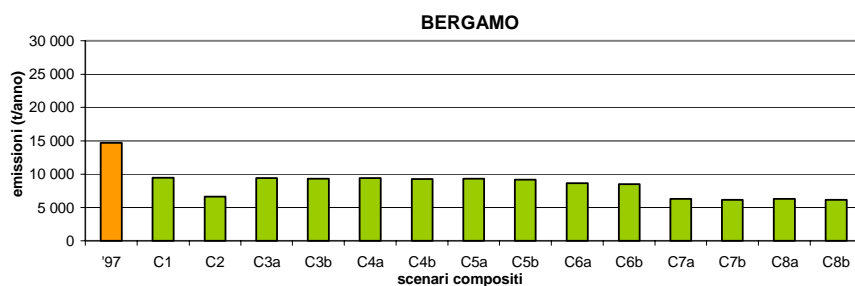


Figura 4-4 Scenari compositi provinciali di ossidi azoto al 2010 e confronto con il 1997





Le emissioni di ossidi di zolfo

Le emissioni provinciali di SO_x nel 1997 sono presentate nella Figura 4-5 e nella Figura 4-6.

Figura 4-5 Scenari compositi provinciali di ossidi di zolfo al 2005 e confronto con il 1997

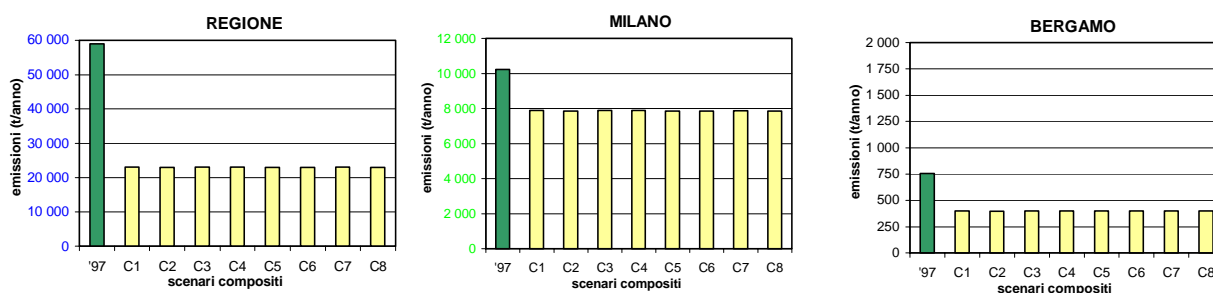
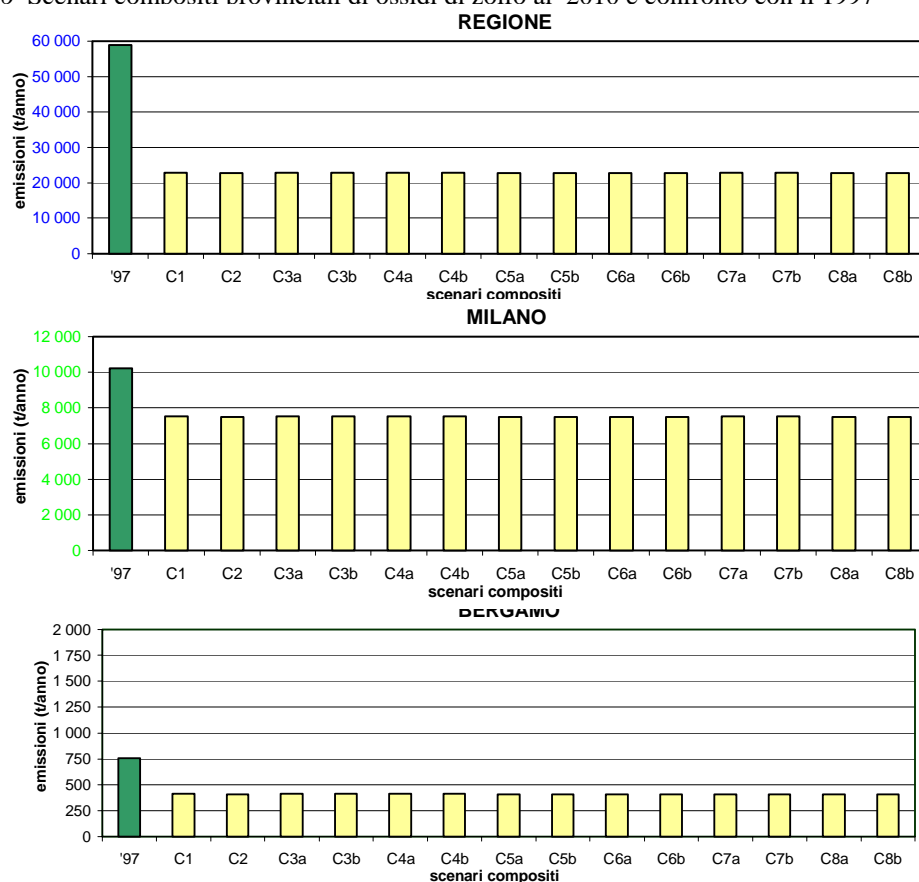


Figura 4-6 Scenari compositi provinciali di ossidi di zolfo al 2010 e confronto con il 1997



Le emissioni di monossido di carbonio

La Figura 4-7 e la Figura 4-8 riportano, sempre a livello provinciale, il monossido di carbonio

emesso al 2005 e 2010 nei singoli scenari elaborati dai gruppi propositivi.

Nel 1997 le emissioni di CO a livello regionale ammontano a 451.553 t/anno complessivamente nei quattro comparti. L'adozione delle diverse strategie d'intervento (C1, ..., C8) comporta in tutti i casi una diminuzione significativa delle emissioni negli anni target:

- riduzione del 26% nel 2005 e del 42% nel 2010 per gli scenari C1 e C6, ovvero per l'evoluzione ritenuta più probabile in tutti i comparti emissivi (C1) e per ulteriori misure sul traffico merci e sui sistemi di abbattimento degli inceneritori (C6);
- riduzione del 27% nel 2005 e del 42-43% nel 2010 per gli scenari del tipo C4 e C5, che sommano provvedimenti sulla velocità autoveicolare e sull'innovazione tecnologica ragionevole sugli impianti di termodistruzione a quanto già previsto da C1;
- riduzione del 28% nel 2005 e del 42% nel 2010 per C2, lo scenario che implementa la miglior tecnologia disponibile in tutti settori;
- riduzione del 32% nel 2005 e del 44% nel 2010 per lo scenario C3, che considera in particolare gli effetti di misure di tariffazione di parcheggi e vigilanza delle soste nei comuni oltre 30000 abitanti;
- riduzione del 34% nel 2005 e del 47% nel 2010 per gli scenari C7 e C8, che stimano gli effetti dell'adozione della miglior tecnologia disponibile e del massimo potenziamento, in particolare energetico, in tutti i settori.

Figura 4-7 Scenari compositi provinciali di monossido di carbonio al 2005 e confronto con il 1997

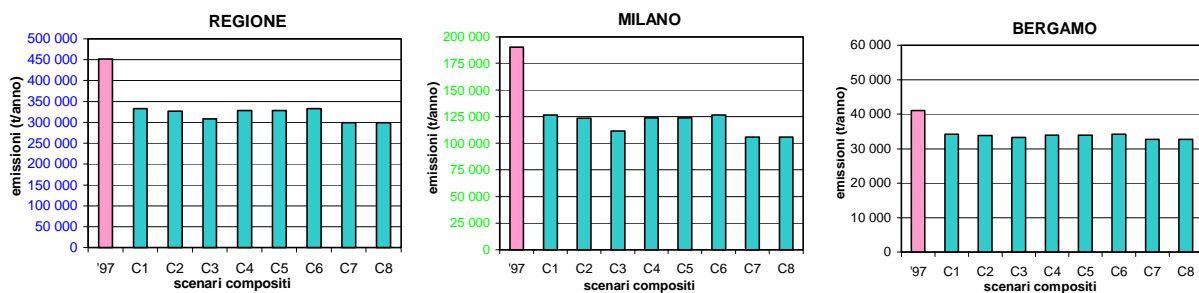
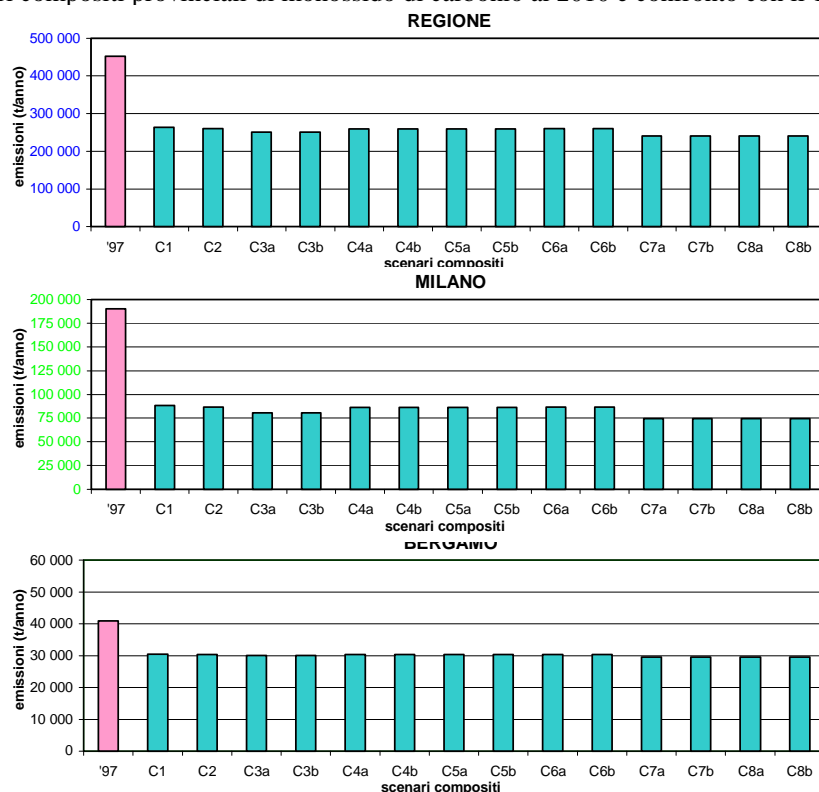


Figura 4-8 Scenari compositi provinciali di monossido di carbonio al 2010 e confronto con il 1997



Il particolato totale aerodisperso

Le emissioni provinciali di PTS derivanti dagli scenari compositi al 2005 e 2010 sono presentate nella Figura 4-9 e nella Figura 4-10.

Data la mancanza dei dati di traffico, gli scenari compositi si riducono a quattro nel 2005 (C1, C2, C3=C4=C7 e C5=C6=C8;) e a sei nel 2010 (C1, C2, C3a=C4a=C7a, C3b=C4b=C7b, C5a=C6a=C8a, e C5b=C6b=C8b;).

Nel 1997 le emissioni di PTS a livello regionale risultano pari a 26.660 t/anno complessivamente nei tre comparti. Tutti gli scenari compositi prevedono un abbassamento del 6% nel 2005 e dell'8% nel 2010.

Figura 4-9 Scenari compositi provinciali di PTS al 2005 e confronto con il 1997

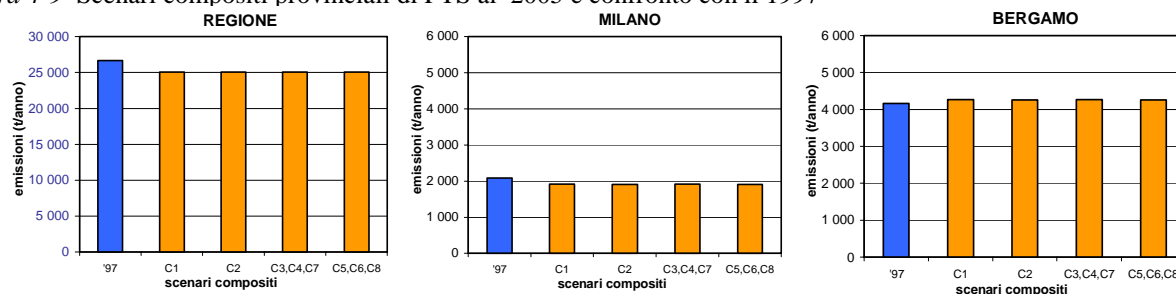
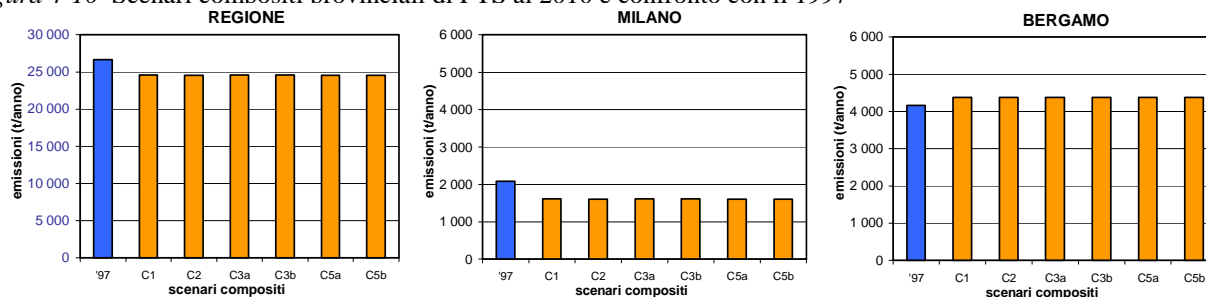


Figura 4-10 Scenari compositi provinciali di PTS al 2010 e confronto con il 1997



Le emissioni di composti organici non metanici

Per questa classe di inquinanti (NMCOV) si hanno a disposizione solo gli scenari dei gruppi propositivi relativi al riscaldamento civile e al traffico. Le emissioni da produzione di energia e termodistruzione di RSU vengono in questa trattazione ipotizzate stazionarie nel corso del primo decennio del 2000 e per esse si assume il valore relativo all'anno base.

I flussi autoveicolari risultano la fonte preponderante di NMCOV nel 1997: dal 97% della provincia di Milano al 70% del territorio di Mantova. Unica eccezione è rappresentata da Sondrio, ove il traffico risponde del 45% dei composti organici emessi.

Il riscaldamento conta per il 55% a Sondrio ed è sorgente significativa a Como, Bergamo, Brescia e Mantova (oltre il 20%). La produzione energetica rappresenta una quota del 10% nel mantovano.

Gli scenari sul traffico sono dunque decisivi nell'incidere sulle variazioni delle emissioni negli anni target. Tali interventi prevedono in tutto il territorio regionale riduzioni varianti dal 50% (T1 e T6) al 57% (T7) nel 2005 e dal 68% (T1 e T6) al 77% (T7) nel 2010 rispetto alle emissioni da traffico del 1997 (T).

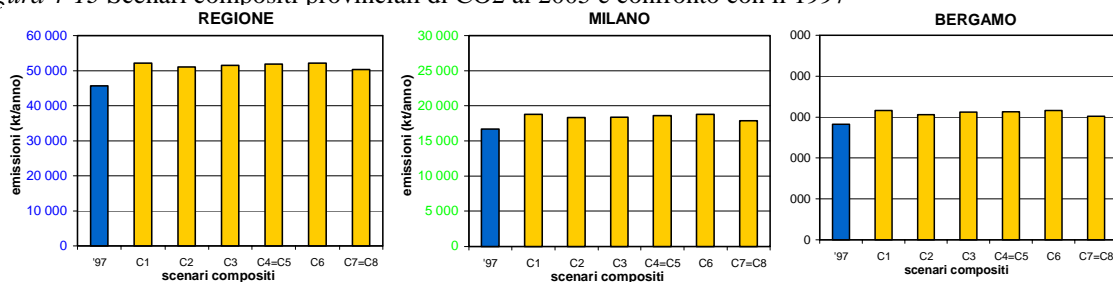
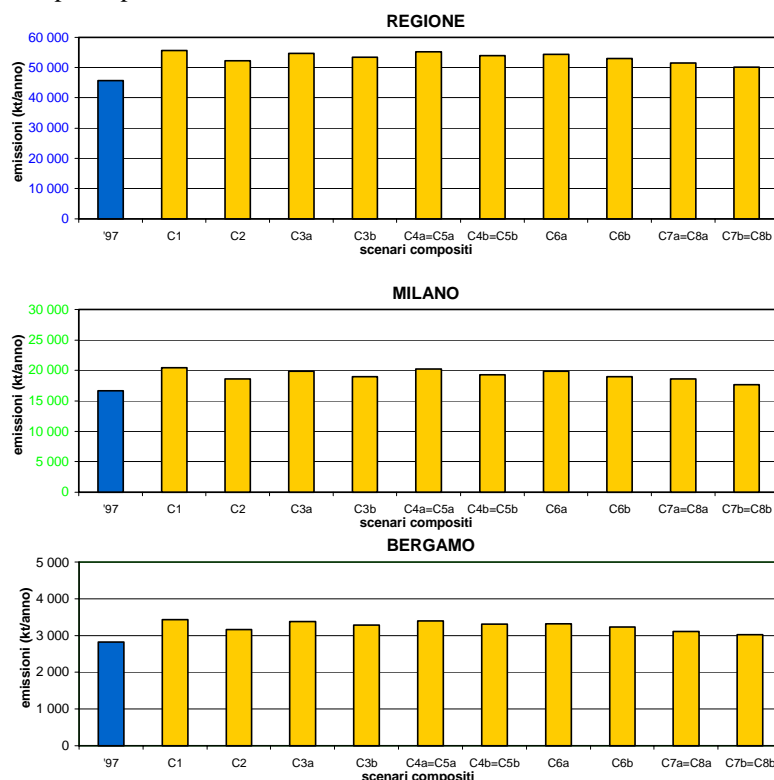
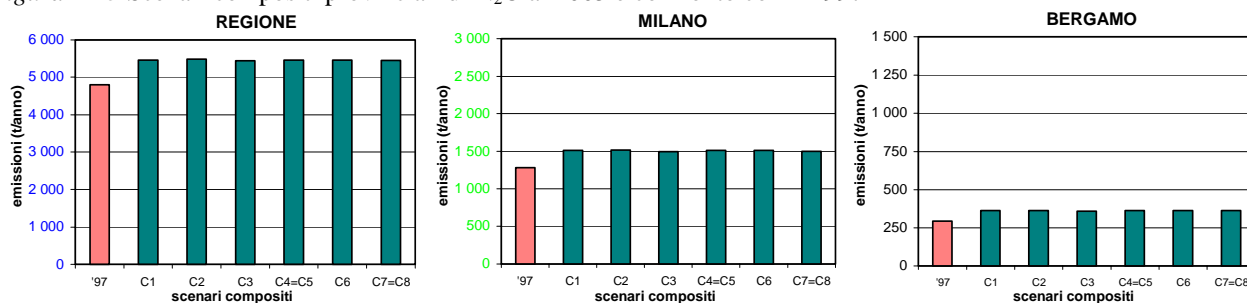
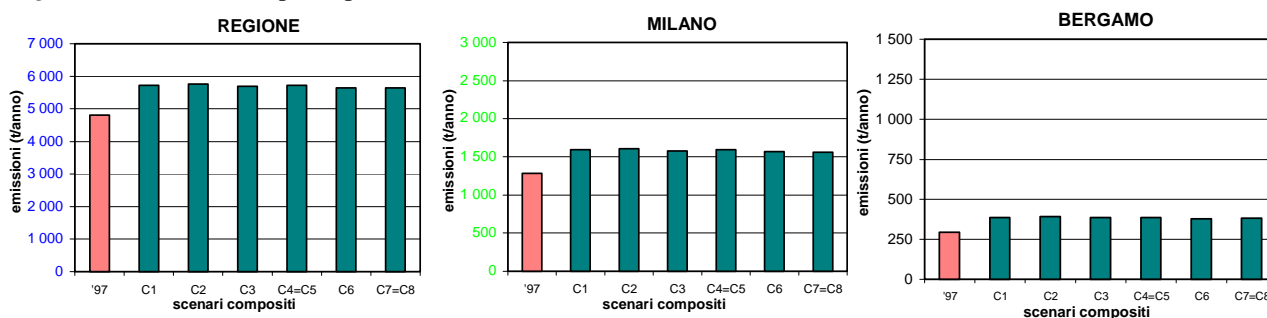


Figura 4-14 Scenari compositi provinciali di CO₂ al 2010 e confronto con il 1997

Le emissioni di protossido di azoto

La Figura 4-15 e la Figura 4-16 illustrano le emissioni di protossido di azoto al 2005 e 2010 per i singoli scenari.

Analogamente alla CO₂, tutte le fonti citate contribuiscono alle emissioni di N₂O nel medesimo ordine di grandezza.

Figura 4-15 Scenari compositi provinciali di N₂O al 2005 e confronto con il 1997Figura 4-16 Scenari compositi provinciali di N₂O al 2010 e confronto con il 1997

Le emissioni di ammoniaca

Le emissioni provinciali di NH_3 nel 1997 non sono disponibili per il riscaldamento e l'incenerimento dall'Inventario Regionale.

Gli scenari futuri sono stati implementati solo dal gruppo propositivo del traffico; per l'Energia si considerano i dati del 1997 stazionari nel decennio. Le tabelle 4.9.2 e 4.9.3 illustrano le emissioni di ammoniaca al 2005 e 2010 per i singoli scenari.

Si rammenta che il traffico contribuisce alle emissioni regionali di NH_3 solo per l'1%, mentre la fonte predominante è il macrosettore agricoltura che conta per il 97%; irrilevante è la produzione energetica (tab. 2.1, 2.3).

Figura 4-17 Scenari composti provinciali di NH_3 al 2005 e confronto con il 1997

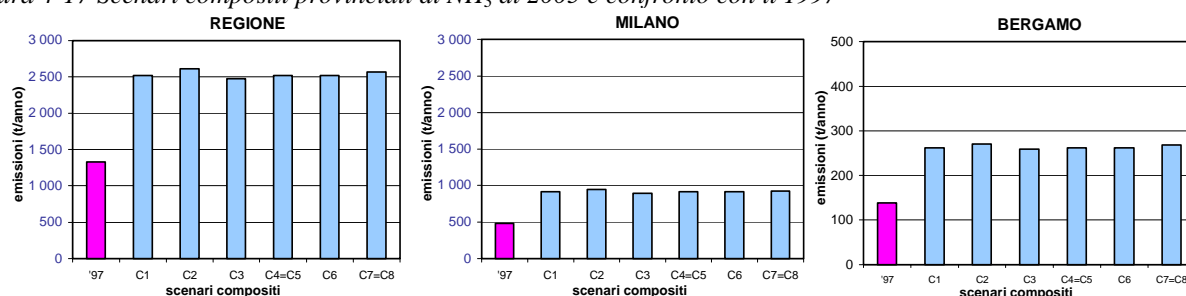
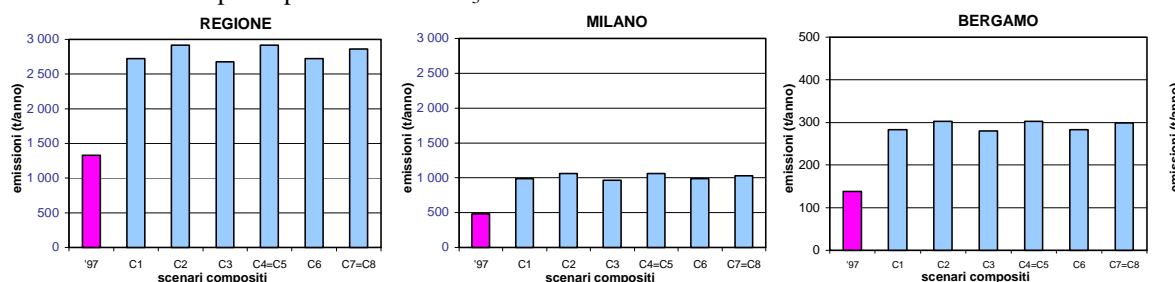


Figura 4-18 Scenari composti provinciali di NH_3 al 2010 e confronto con il 1997



4.3.3 Conclusioni relative la stima delle emissioni future 2005 e 2010

Si sono studiate le variazioni delle attuali emissioni atmosferiche indotte da interventi nel campo dei trasporti, degli impianti di riscaldamento civile, della produzione energetica e del termotrattamento dei rifiuti solidi urbani, interventi individuati da appositi gruppi specialistici.

A livello regionale le emissioni provenienti da tali fonti sono responsabili di oltre il 70% delle emissioni totali di NO_x , CO e CO_2 , di circa il 60% dei quantitativi di SO_x e PTS e costituiscono una percentuale significativa anche per NMCOV (23%) e N_2O (39%).

Gli anni target considerati per la valutazione dell'efficacia degli interventi sono il 2005 e il 2010, l'anno base è il 1997. Le valutazioni sono state dettagliate numericamente per le singole province e rappresentate graficamente a livello comunale.

Si trae qui una conclusione del lavoro svolto sintetizzando i risultati ottenuti per l'intera regione.

Relativamente al settore trasporti sono stati proposti sette diversi scenari emissivi: l'evoluzione naturale (nessun intervento); la realizzazione di impianti di interscambio merci; l'adozione di carburanti alternativi e la massiccia penetrazione delle nuove tecnologie; lo sviluppo di sistemi non convenzionali di trasporto passeggeri in ambito urbano e di tariffazione della circolazione; l'introduzione di politiche di tariffazione del parcheggio e di vigilanza delle soste; gli interventi sulla velocità di percorrenza; la combinazione delle migliori tecnologia disponibile con le politiche di gestione del traffico urbano e del trasporto merci.

Tutti questi scenari, nonostante la previsione di aumento delle percorrenze passeggeri e merci, stimano riduzioni significative per le emissioni degli inquinanti tradizionali già al 2005. Si ottengono infatti, rispetto alle emissioni totali regionali da traffico del 1997, decrementi del 98% per l'SO₂, del 36-47% per il CO, del 50-57% per gli NMCOV e del 16-36% per gli NO_x. Ulteriori importanti variazioni possono essere raggiunte nel successivo quinquennio: decrementi di 58-65% per il CO, 68-77% per gli NMCOV e 38-62% per gli NO_x rispetto ai valori del 1997. Un deciso aumento è registrato invece per i gas climalteranti: da 11% a 25% in più per la CO₂ e da 42% a 46% per l'N₂O nel 2005; da 6% a 35% per CO₂ e da 56% a 64% per N₂O nel 2010. Anche per l'ammoniaca è stimato un aumento, variante dal 86% al 96% nel 2005 e dal 101% al 120% nel 2010, sempre rispetto alle emissioni regionali del settore nel 1997.

Per gli impianti di combustione residenziali, commerciali e istituzionali è stato elaborato un pacchetto integrato di interventi strettamente interdipendenti e caratterizzato da un diverso grado di penetrazione nelle diverse province. Lo scenario ipotizza un incremento annuo dei consumi dell'1%, un ricambio annuale degli impianti autonomi del 10% e di quelli centralizzati del 5%, la penetrazione delle tecnologie a condensazione e di quelle a bassa emissione, l'ulteriore metanizzazione di alcuni territori regionali, il miglioramento delle caratteristiche dei combustibili, l'aumento dell'efficienza di distribuzione di calore negli edifici e lo sviluppo del teleriscaldamento.

Tale scenario comporta, rispetto alle emissioni da riscaldamento nel 1997, una diminuzione delle emissioni per i seguenti inquinanti: -16% per gli NO_x, -7% per l'SO₂, -3% per le PTS, -3% per il CO, -2% per gli NMCOV al 2005; -30% per gli NO_x, -12% per l'SO₂, -5% per le PTS, -4% per il CO, -3% per gli NMCOV al 2010.

Anche in questo caso si ha una tendenza all'aumento della CO₂, seppure contenuta: +2% al 2010.

Le proposte di intervento nel settore della produzione di energia (centrali elettriche, cogenerazione, teleriscaldamento) considerano le previsioni di aumento del consumo finale di energia e quindi di potenziamento degli impianti e vertono sull'adozione di soluzioni a minor impatto ambientale rispetto a quelle attualmente adottate. Si ipotizza anche la realizzazione di impianti alimentati con biomasse, lo sviluppo del teleriscaldamento e la conversione ad assetto cogenerativo degli impianti di piccole-medie industrie di determinati settori produttivi.

Gli scenari di evoluzione futura delle emissioni nel comparto prevedono, a livello regionale, una diminuzione per gli NO_x (-26% nel 2005 e -18÷26% nel 2010 rispetto al 1997), per l'SO₂ (-64% nel 2005 e nel 2010) e le PTS (-27% nel 2005 e nel 2010).

È stimato un aumento per la CO₂ (+20% nel 2005 e +22÷31% nel 2010) e per il CO (+12% nel 2005 e +13÷14% nel 2010).

Sono quattro le ipotesi di possibile evoluzione delle emissioni atmosferiche prodotte dagli inceneritori di rifiuti urbani e assimilabili, che considerano tutte l'aumento di potenzialità degli impianti previsti dalla Pianificazione Regionale: lo scenario emissivo massimo teorico in cui tutti gli impianti operano al massimo della potenzialità autorizzata con emissioni pari ai limiti di legge; lo scenario ritenuto più probabile, in cui sono mantenute per gli impianti esistenti le attuali tecnologie di depurazione e per quelli in costruzione le tecnologie previste in fase progettuale; l'adozione della miglior tecnologia disponibile (MTD) sia negli impianti futuri che in quelli esistenti; l'adozione della miglior tecnologia disponibile coerentemente con la struttura già esistente/prevista della sezione di depurazione degli effluenti.

Tralasciando lo scenario emissivo massimo teorico, ritenuto non realistico, l'evoluzione delle emissioni del comparto variano comunque molto, in termini percentuali, nelle diverse ipotesi. Si ottiene un aumento di quasi il 200% degli NO_x secondo lo scenario più probabile al 2005, +28%

secondo un ragionevole grado di adozione della MTD, -9% applicando la MTD a tutti gli impianti; aumento del 300% per il CO nel caso più realistico, incremento dal 83% al 96% nei diversi gradi di adozione della MTD; diminuzioni dell'SO₂ dal 24% al 86% e delle PTS dal 1% al 84%. Nel successivo quinquennio l'ulteriore variazione delle emissioni ammonta a qualche punto percentuale.

Gli scenari emissivi relativi ai singoli settori di attività appena descritti sono stati variamente combinati. Lo scopo è stimare il carico emissivo globale derivante dall'adozione di diverse strategie di intervento nei singoli comparti, strategie che possono sommarsi o controbilanciarsi negli effetti.

Nella scelta e combinazione di scenari non si sono operate considerazioni sui costi di intervento e sugli strumenti politici o infrastrutture da attivare, informazioni in gran parte non disponibili; ci si è limitati a valutazioni sulle sole emissioni e a indicazioni fornite dai gruppi propositivi circa le attuali tendenze di sviluppo.

Sono stati elaborati otto scenari compositi per il 2005 (C1, C2, ..., C8) e considerate le quattordici evoluzioni al 2010, ottenute dalla possibile applicazione agli scenari C2, ...C8 di due strategie relativamente all'energia (C2a e C2b, ..., C8a e C8b).

Tabella 4-63 Scenari compositivi per il 2005 e il 2010.

cod	composizione *	descrizione scenario composito
C1	E2 + R + I2 + T1	evoluzione più probabile
C2	E1 + R + I3 + T3	adozione miglior tecnologia disponibile (MTD) in tutti i settori
C3a	E2 + R + I2 + T5	evoluzione più probabile + interventi relativi a soste e parcheggi
C3b	E1 + R + I2 + T5	max potenziamento energetico + interventi relativi a soste e parcheggi
C4a	E2 + R + I2 + T6	evoluzione più probabile + interventi su velocità del traffico
C4b	E1 + R + I2 + T6	max potenziamento energetico + interventi su velocità del traffico
C5a	E2 + R + I4 + T6	innovazione tecnologica ragionevole sui rifiuti + interventi su velocità del traffico
C5b	E1 + R + I4 + T6	massimo potenziamento energetico + innovazione tecnologica ragionevole sui rifiuti + interventi su velocità del traffico
C6a	E2 + R + I4 + T2	innovazione tecnologica ragionevole sui rifiuti + interventi sul traffico merci
C6b	E1 + R + I4 + T2	max potenziamento energetico + innovazione tecnologica ragionevole sui rifiuti + interventi sul traffico merci
C7a	E2 + R + I2 + T7	evoluzione più probabile + max MTD e politiche di gestione del traffico
C7b	E1 + R + I2 + T7	max potenziamento energetico + max MTD e politiche di gestione del traffico
C8a	E2 + R + I4 + T7	MTD rifiuti e traffico + politiche di gestione del traffico (mobilità e merci)
C8b	E1 + R + I4 + T7	max potenziamento energetico + MTD rifiuti e traffico + politiche di gestione del traffico (mobilità urbana e merci)

* gli scenari dei gruppi propositivi sono stati indicati con la codifica utilizzata nel cap. 3
(E=Energia, R=Riscaldamento, I=Inceneritori, T=traffico)

Una quadro delle variazioni delle emissioni regionali risultanti al 2010 secondo i quattordici scenari è sintetizzato nella Tabella 4-64 e nella Tabella 4-65. Nella prima tabella le variazioni sono rapportate alle emissioni totali dei comparti di intervento; nella seconda le stesse sono espresse in funzione del carico emissivo globale derivante da tutte le fonti contemplate nell'Inventario, sotto l'ipotesi di stazionarietà - nel corso del primo decennio del 2000 - delle emissioni provenienti dai settori non oggetto di proposte di intervento in questo studio (scenari

C1', ..., C8a').

Lo scenario C1 di evoluzione più probabile prevede una riduzione significativa di tutti gli inquinanti "tradizionali": -33% per gli ossidi di azoto, -61% per gli ossidi di zolfo, -42% per il monossido di carbonio, -8% per le polveri totali sospese (si ricorda che la percentuale non include le emissioni da traffico) e -56% per i composti organici volatili non metanici rispetto alle emissioni dei comparti d'intervento del 1997 (tab. 5.1). Stima invece un aumento degli inquinanti climalteranti, pari a +22% per il biossido di carbonio e +19% di protossido di azoto, e un raddoppio dell'ammoniaca (+105%), sempre rispetto alle attuali emissioni da traffico, riscaldamento, produzione energetica e incenerimento RSU.

Tabella 4-64 Variazione delle emissioni regionali al 2010 rispetto al carico dei comparti di intervento nel 1997

t/anno	NOx	SOx	CO	PTS §	NMCOV	CO2	N2O	NH3
C1	-33%	-61%	-42%	-8%	-56%	22%	19%	105%
C2	-50%	-61%	-42%	-8%	-59%	14%	20%	119%
C3a	-33%	-61%	-44%	-8%	-59%	20%	18%	101%
C3b	-34%	-61%	-44%	-8%	-59%	17%	18%	101%
C4a	-33%	-61%	-43%	-8%	-56%	21%	19%	119%
C4b	-34%	-61%	-42%	-8%	-56%	18%	19%	119%
C5a	-34%	-61%	-43%	-8%	-56%	21%	19%	119%
C5b	-35%	-61%	-43%	-8%	-56%	18%	19%	119%
C6a	-38%	-61%	-42%	-8%	-56%	19%	17%	105%
C6b	-39%	-61%	-42%	-8%	-56%	16%	17%	105%
C7a	-51%	-61%	-47%	-8%	-65%	13%	17%	115%
C7b	-52%	-61%	-47%	-8%	-65%	10%	17%	115%
C8a	-52%	-62%	-47%	-8%	-65%	13%	17%	115%
C8b	-53%	-61%	-47%	-8%	-65%	10%	17%	115%
1997 *	176 464	58 927	451 553	26 660	86 283	45 720 000	4 802	1 330

* somma delle emissioni da traffico, riscaldamento, produzione di energia, inceneritori

§ non sono incluse le emissioni da traffico

Tabella 4-65 Variazione delle emissioni regionali al 2010 rispetto al carico totale nel 1997

t/anno	NOx	SOx	CO	PTS §	NMCOV	CO2	N2O	NH3
C1'	-21%	-32%	-30%	-11%	-13%	18%	7%	1%
C2'	-34%	-32%	-31%	-11%	-14%	12%	8%	2%
C3a'	-22%	-32%	-32%	-11%	-14%	16%	7%	1%
C3b'	-22%	-32%	-32%	-11%	-14%	14%	7%	1%
C4a'	-22%	-32%	-31%	-11%	-13%	17%	7%	2%
C4b'	-23%	-32%	-31%	-11%	-13%	15%	7%	2%
C5a'	-22%	-32%	-31%	-11%	-13%	17%	7%	2%
C5b'	-23%	-32%	-31%	-11%	-13%	15%	7%	2%
C6a'	-25%	-32%	-31%	-11%	-13%	16%	7%	1%
C6b'	-26%	-32%	-31%	-11%	-13%	14%	7%	1%
C7a'	-35%	-32%	-34%	-11%	-15%	11%	7%	1%
C7b'	-35%	-32%	-34%	-11%	-15%	9%	7%	1%
C8a'	-35%	-32%	-34%	-11%	-15%	11%	7%	1%
C8b'	-36%	-32%	-34%	-11%	-15%	9%	7%	1%
1997 #	245 489	90 029	595 090	48 609	366 692	59 218 000	12 279	104 445

somma delle emissioni provenienti da tutte le sorgenti dell'Inventario Regionale

§ non sono incluse le emissioni da traffico

C1',...,C8a' indicano gli scenari emissivi globali al 2010 ottenuti sommando C1,...,C8a per traffico/riscaldamento/energia/incenerimento e le emissioni al 1997 per tutte le altre sorgenti un raddoppio dell'ammoniaca (+105%), sempre rispetto alle attuali emissioni da traffico, riscaldamento, produzione energetica e incenerimento RSU.

Le variazioni risultano più contenute, ma della medesima tendenza, se rapportate alle quantità emesse da tutte le fonti dell'inventario: -21% per NO_x, -32% per SO_x, -30% per CO, -13% per NMCOV, +18% per CO₂, +7% per N₂O e solo +1% per NH₃. Un decremento leggermente superiore contraddistingue invece le polveri (-11%).

Le differenze più evidenti tra le due valutazioni riguardano i composti organici volatili (-56% per C1, -13% per C1') e l'ammoniaca (+105% per C1, +1% per C1'), a indicare l'importanza di alcune sorgenti emissive non soggette a ipotesi di intervento in questo studio (Uso di solventi per NMCOV e Agricoltura per NH₃).

L'adozione della miglior tecnologia disponibile (C2) è in grado di indurre un'ulteriore riduzione degli ossidi di azoto e dei composti organici volatili rispetto allo scenario più probabile: -50% per NO_x e -59% per NMCOV relativamente ai comparti d'intervento, -34% per NO_x e -14% per NMCOV rispetto a tutte le fonti. Anche l'aumento di CO₂ risulterebbe contrastato (+14% anziché +22% per C2, +12% invece di +18% per C2').

L'introduzione di politiche di gestione della mobilità (scenari C3, C4, C5, C6) determina, rispetto all'evoluzione più probabile (C1), una diminuzione di qualche punto percentuale delle emissioni di NO_x, CO e CO₂. In particolare lo scenario che contempla misure relative al trasporto merci (C6a) stima variazioni di -38% per NO_x e +19% per CO₂ rispetto alle emissioni dei settori d'intervento del 1997 (tab. 5.1), di -25% per NO_x e +16% per CO₂ rispetto alle emissioni totali del 1997 (tab. 5.2).

Lo scenario più efficace nel ridurre gli attuali carichi emissivi e contrastare l'aumento dei gas serra risulta quello che prevede l'adozione della miglior tecnologia disponibile, gli interventi di gestione della mobilità urbana (misure su soste e parcheggi, decongestionamento), la realizzazione degli impianti di interscambio merci, il massimo potenziamento nella produzione energetica (C8b). Le variazioni stimate per i quattro comparti ammontano infatti a -53% per NO_x, -47% per CO, -65% per NMCOV, +10% per CO₂, +17% per N₂O (tab. 5.1); rispetto alle emissioni globali si ottiene -36% di NO_x, -34% di CO, -15% di NMCOV, +9% di CO₂ (tab. 5.2).

Ragionando in termini di emissioni totali (tutte le fonti dell'Inventario), nell'ipotesi di stazionarietà delle sorgenti non soggette a interventi, si prevedono i seguenti quantitativi nel 2010:

- NO_x: 157.781 t/a per C8b' e 192.899 t/a per C1'
- SO_x: 61.038 t/a per C8b' e 61.154 t/a per C1'
- CO: 393.556 t/a per C8b' e 416.190 t/a per C1'
- PTS: 43.105 t/a per C8b' e 43.127 t/a per C' (traffico escluso)
- NMCOV: 311.013 t/a per C8b' e 320.000 t/a per C1'
- CO₂: 64.420 kt/a per C8b' e 69.846 kt/a per C1'
- N₂O: 13.115 t/a per C8b' e 13.192 t/a per C1'
- NH₃: 105.974 t/a per C8b' e 105.840 t/a per C1'