

RAPPORTO SULLA QUALITÀ DELL'ARIA DELLE PROVINCE DI MILANO E DI MONZA E BRIANZA

ANNO 2010



RAPPORTO SULLA QUALITÀ DELL'ARIA DELLE PROVINCE DI MILANO E DI MONZA E BRIANZA

ANNO 2010

Autori

dr.ssa Cristina Colombi, dr. Vorne Gianelle, dr. Matteo Lazzarini, Marco Chiesa, Giovanni Cigolini, Rosario Cosenza, Romeo Ferrari, Nicola Gentile, Francesco Ledda, Fabio Radrizzani.

Le tematiche comuni a tutti i Dipartimenti sono state redatte da:

dr G. Lanzani; dr.ssa N. Bardizza; ing. A. Di Leo – Settore Aria e Agenti Fisici

dr.ssa S. Angius; dr.ssa C. Colombi; dr. V. Gianelle; dr. M. Lazzarini – Dipartimento Provinciale di Milano

dr.ssa A. De Martini – Dipartimento Provinciale di Lecco

dr.ssa E. Bravetti – Dipartimento Provinciale di Varese

per la parte meteorologica regionale: dr.ssa Orietta Cazzuli, dr. Cristian Lussana – Settore Suolo Risorse Idriche e Meteorologia – U.O. Servizio Meteorologico Regionale

per la parte modellistica: dr.ssa Elisabetta Angelino, Sig.ra Maria Abbattista, dr. Giuseppe Fossati, dr. Edoardo Peroni – Settore Aria e Agenti Fisici – U.O. Modellistica

ARPA LOMBARDIA

Dipartimento di Milano

Via Juvara, 22 – 20129 Milano

Direttore: Ing. Franco Olivieri

ARPA LOMBARDIA

Settore Aria e Agenti Fisici

V.le Restelli, 3/1 – 20124 Milano

Direttore: Dr.ssa Silvia Anna Bellinzona

INDICE

INTRODUZIONE

1 – LA CARATTERIZZAZIONE DEL CONTESTO TERRITORIALE

1.1 – La caratterizzazione geografica

1.2 – La classificazione del territorio

2 – LE CAUSE DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

2.1 – Le emissioni atmosferiche

2.2 – Le condizioni meteorologiche e le proprietà diffusive dell'atmosfera per il 2010

3 – LO STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

3.1 – La rete di monitoraggio

3.1.1 – Le postazioni fisse del Dipartimento ARPA di Milano

3.1.2 – Le campagne di misura

3.2 – La valutazione della qualità dell'aria rispetto alla normativa vigente

3.2.1 – Gli effetti sulla salute e sull'ambiente

3.2.2 – La normativa sugli inquinanti atmosferici

3.3 – L'analisi dei singoli inquinanti atmosferici

3.3.1 – Il biossido di zolfo (SO₂)

3.3.2 – Gli ossidi di azoto (NO e NO₂)

3.3.3 – Il monossido di carbonio (CO)

3.3.4 – L'ozono (O₃)

3.3.5 – Il benzene

3.3.6 – Il particolato atmosferico aerodisperso

3.3.6.1 – Il benzo(a)pirene nel PM10

3.3.6.2 – Metalli pesanti nel PM10

3.3.7 – La modellistica per la qualità dell'aria

4 – CONCLUSIONI

5 – APPROFONDIMENTI

5.1 – La Zona A1 (D.G.R. VIII/5290/2007)

5.2 – Il PM10 nei capoluoghi lombardi

5.3 – La situazione meteorologica mensile in provincia di Milano

5.4 – Andamento degli inquinanti

6 – BIBLIOGRAFIA

INTRODUZIONE

La qualità dell'aria nella Regione Lombardia è costantemente monitorata da una rete fissa, rispondente ai criteri del D. Lgs. 155/2010, costituita da 154 stazioni. Il monitoraggio così realizzato, integrato con l'inventario delle emissioni (INEMAR), gli strumenti modellistici, i laboratori mobili e altri campionatori per campagne specifiche, fornisce la base di dati per effettuare la valutazione della qualità dell'aria, così come previsto dalla normativa vigente.

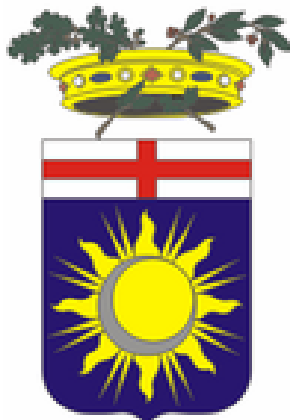
Tutte le informazioni relative al monitoraggio della qualità dell'aria sono aggiornate quotidianamente e messe a disposizione del pubblico sul sito web dell'Agenzia (<http://www.arpalombardia.it/qaria/Home.asp>), oltre ad essere divulgate quotidianamente agli Enti Locali e ai mass media tramite il Bollettino della Qualità dell'Aria.

La redazione annuale del Rapporto sulla qualità dell'aria costituisce l'occasione per la presentazione sintetica delle misure ottenute, con particolare riferimento agli indicatori proposti dalla normativa.

Come previsto dalle direttive europee recepite dalla norma nazionale, l'informazione è infine completata con la trasmissione annuale (mensile per l'ozono) dei dati rilevati al Ministero dell'Ambiente per il successivo invio alla Commissione Europea.

1 - LA CARATTERIZZAZIONE DEL CONTESTO TERRITORIALE

1.1 - La caratterizzazione geografica



La **Provincia di Milano** è una provincia della Lombardia con oltre 3 milioni di abitanti comprendente 134 comuni, di cui i principali sono Milano (1306000 ab.), Sesto San Giovanni (81104 ab.), Cinisello Balsamo (73626 ab.), Legnano (58375 ab.) e Rho (50646 ab.).

Il territorio della Provincia di Milano è situato nella Lombardia centro-occidentale, nel tratto di alta Pianura Padana compreso tra il fiume Ticino a Ovest e il fiume Adda a Est. Il territorio è attraversato, oltre che dall'Adda e dal Ticino, da una serie di fiumi minori (Lambro, Olona), e dalla rete dei Navigli milanesi (Naviglio Grande, Naviglio Martesana, Naviglio Pavese).

La superficie del territorio è pari a 1525 km², con una densità abitativa pari a 1982 ab./km².



La **Provincia di Monza e Brianza**, istituita nel 2004 per scorporo dalla Provincia di Milano, è diventata operativa nel 2009. Comprende 55 comuni dell'area geografica riconducibile alla Brianza meridionale, un territorio abitato da oltre 800 mila abitanti. Le principali città sono Monza (121545

ab.), Seregno (42818 ab.), Lissone (41381 ab.) e Desio (40312 ab.).

La superficie del territorio è pari a 405 km², con una densità abitativa pari a 2075 ab./km².

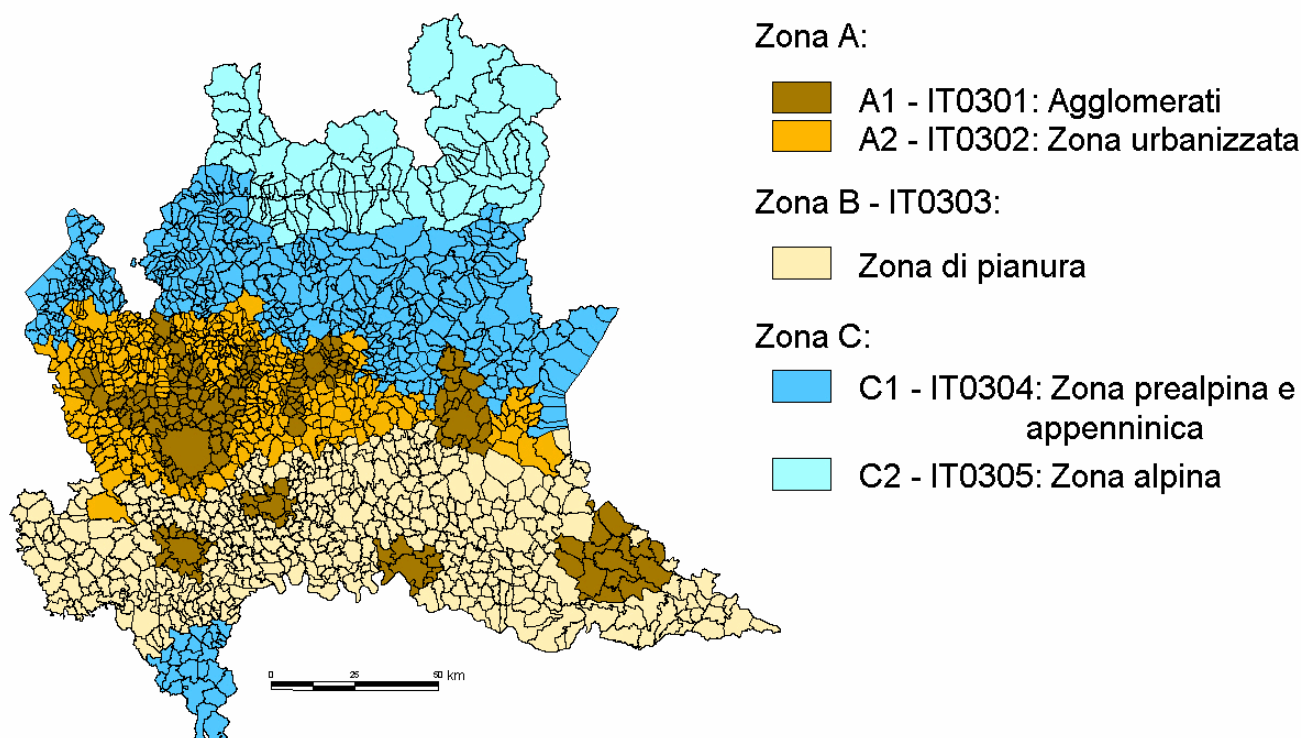
1.2 – La classificazione del territorio

La legislazione italiana, costruita sulla base della direttiva europea 2008/50/CE, individua le Regioni quali autorità competenti in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria. In questo ambito è previsto che ogni Regione definisca la suddivisione del territorio in zone e agglomerati, nelle quali valutare il rispetto dei valori obiettivo e dei valori limite e definire, nel caso, piani di risanamento e mantenimento della qualità dell'aria. La classificazione delle zone e degli agglomerati deve essere riesaminata almeno ogni 5 anni. La Regione Lombardia, sulla base dei risultati della valutazione della qualità dell'aria, delle caratteristiche orografiche e meteorologiche, della densità abitativa e della disponibilità di trasporto pubblico locale con la d.G.R 2 agosto 2007, n. 5290 ha modificato la precedente zonizzazione distinguendo il territorio nelle seguenti zone:

ZONA A: agglomerati urbani (A1) e zona urbanizzata (A2)

ZONA B: zona di pianura

ZONA C: area prealpina e appenninica (C1) e zona alpina (C2)



Qui sotto si riporta il numero dei comuni che rientrano nelle Zone A1 per la qualità dell'aria, così come individuati con deliberazione della Giunta Regionale n° 5290 del 2 agosto 2007 e successive modifiche.

I 209 COMUNI DELLA ZONA CRITICA A1

PROVINCIA	COMUNI (n°)	SUP (km ²)	RESIDENTI (ab.)
BERGAMO	37	287.98	404,957
BRESCIA	20	397.52	382,248
COMO	14	118.30	198,000
CREMONA	10	228.45	93,057
LECCO	13	65.04	61,440
LODI	8	125.96	66,539
MANTOVA	14	619.33	142,866
MILANO	41	565.29	2,334,403
MONZA E BRIANZA	29	260.55	676,532
PAVIA	13	197.74	101,942
VARESE	10	134.73	257,644
TOTALE	209	3,000.89	4,719,628

Di seguito si riporta l'elenco dei comuni delle province di Milano e di Monza e Brianza appartenenti alla Zona A1

MILANO A1

Arese, Assago, Baranzate, Bollate, Bresso, Buccinasco, Canegrate, Carugate, Cernusco sul Naviglio, Cerro Maggiore, Cesano Boscone, Cesate, Cinisello Balsamo, Cologno Monzese, Cormano, Corsico, Cusano Milanino, Garbagnate Milanese, Lainate, Legnano, Milano, Nerviano, Novate Milanese, Opera, Paderno Dugnano, Parabiago, Pero, Peschiera Borromeo, Pioltello, Pogliano Milanese, Rescaldina, Rho, Rozzano, San Donato Milanese, San Giorgio su Legnano, San Vittore Olona, Segrate, Senago, Sesto San Giovanni, Settimo Milanese, Vimodrone.

MONZA E BRIANZA A1

Agrate Brianza, Arcore, Barlassina, Bernareggio, Bovisio Masciago, Brugherio, Caponago, Carate Brianza, Carnate, Cesano Maderno, Concorezzo, Desio, Giussano, Lentate sul Seveso, Limbiate, Lissone, Meda, Monza, Muggiò, Nova Milanese, Ronco Briantino, Seregno, Seveso, Usmate Velate, Varedo, Vedano al Lambro, Verano Brianza, Villasanta, Vimercate.

Il recente Decreto Legislativo n° 155 del 13/08/2010, che recepisce la direttiva quadro sulla qualità dell'aria 2008/50/CE, richiede un riesame delle attuali zonizzazioni del territorio italiano, di competenza delle regioni e province autonome, con l'applicazione di criteri più omogenei sul territorio italiano per l'individuazione di agglomerati e zone.

2 – LE CAUSE DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

2.1 - Le emissioni atmosferiche

I principali inquinanti che si trovano nell'aria possono essere divisi, schematicamente, in due gruppi: gli inquinanti primari e quelli secondari.

I primi vengono emessi nell'atmosfera direttamente da sorgenti di emissione antropogeniche o naturali, mentre gli altri si formano in atmosfera in seguito a reazioni chimiche che coinvolgono altre specie, primarie o secondarie.

Nella Tabella 2.1.1 sono riassunte, per ciascuno dei principali inquinanti atmosferici, le principali sorgenti di emissione.

Tabella 2.1.1 - Sorgenti emissive dei principali inquinanti (* = Inquinante Primario, ** = Inquinante Secondario).		
Inquinanti		Principali sorgenti di emissione
Biossido di Zolfo SO ₂	*	Impianti riscaldamento, centrali di potenza, combustione di prodotti organici di origine fossile contenenti zolfo (gasolio, carbone, oli combustibili)
Biossido di Azoto NO ₂	*/**	Impianti di riscaldamento, traffico autoveicolare (in particolare quello pesante), centrali di potenza, attività industriali (processi di combustione per la sintesi dell'ossigeno e dell'azoto atmosferici)
Monossido di Carbonio CO	*	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta dei combustibili fossili)
Ozono O ₃	**	Non ci sono significative sorgenti di emissione antropiche in atmosfera
Particolato Fine PM ₁₀	*/**	Insieme di particelle con diametro aerodinamico inferiore ai 10 µm, provenienti principalmente da processi di combustione e risollevarimento
Idrocarburi non Metanici (IPA, Benzene)	*	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta, in particolare di combustibili derivati dal petrolio), evaporazione dei carburanti, alcuni processi industriali

Dal 2011 è disponibile la nuova versione dell'inventario regionale delle emissioni atmosferiche INEMAR relativa all'anno 2008, (ARPA LOMBARDIA - REGIONE LOMBARDIA (2011), INEMAR, Inventario Emissioni in Atmosfera: emissioni in Regione Lombardia nell'anno 2008 - dati per revisione pubblica. ARPA Lombardia Settore Aria e Agenti Fisici; Regione Lombardia DG Ambiente, Energia e Reti).

Rispetto alle precedenti versioni dell'inventario, nell'ultima edizione sono stati apportati alcuni miglioramenti metodologici. Per quanto riguarda le fonti puntuali si è ulteriormente affinata la stima delle emissioni da impianti puntuali, utilizzando un maggior numero di dati provenienti dal database AIDA relativo agli impianti soggetti all'AIA.

Per quanto riguarda il riscaldamento residenziale i dati utilizzati per il 2008, come già nel 2007, provengono da elaborazioni condotte in collaborazione con CESTEC, ai fini del Bilancio energetico Regionale.

Per valutare il contributo alle emissioni dell'agricoltura per la prima volta si sono utilizzati dati specifici della Lombardia provenienti dal SIARL predisposto da ERSAF, e non disaggregati da dati nazionali. Dalla medesima fonte si sono potuti estrarre anche il numero di capi allevati. Sono stati cambiati i fattori di emissione relativi all'allevamento, utilizzando gli ultimi nuovi dati disponibili nel Guidebook EEA. Sono stati adottati i nuovi fattori di

emissione disponibili nella letteratura scientifica per calcolare le emissioni biogeniche dalle coltivazioni, precedentemente non stimate in INEMAR.

Per quanto riguarda le discariche si è modificato l'algoritmo di stima introducendo, come indicato dalle linee guida IPCC, il fattore di ossidazione del metano nel terreno di copertura della discarica.

Per quanto riguarda il trasporto su strada, il parco circolante è stato aggiornato utilizzando i dati ACI relativi all'anno 2008, con una grande attenzione nella definizione della classificazione utile ai fini delle stime delle emissioni con la metodologia COPERT IV, nonché nella stima dei mezzi pesanti. Inoltre, a seguito dell'aggiornamento dei F.E. del Guidebook EEA, sono stati utilizzati i fattori di emissione relativi ai mezzi off road usati in agricoltura, silvicoltura, industria e giardinaggio già utilizzati nella versione finale 2007. Infine per il contributo da vegetazione è stato completato l'aggiornamento della stima di queste emissioni. Si è consolidato, come nella versione finale dell'inventario 2007, la stima della quantità di CO₂ stoccata dal comparto forestale, sulla base della metodologia utilizzata in ambito UNFCCC da ISPRA.

L'inventario permette di quantificare con dettaglio comunale gli inquinanti emessi dalle seguenti fonti (Tabella 2.1.2):

Tab 2.1.2 – Fonti di emissione suddivise in Macrosettori

Produzione di energia e trasformazione dei combustibili
Combustione non industriale
Combustione nell'industria
Processi produttivi
Estrazione e distribuzione combustibili
Uso di solventi
Trasporti su strada
Altre sorgenti mobili e macchinari
Treatmento e smaltimento rifiuti
Agricoltura
Altre sorgenti e assorbimenti

Le emissioni considerate per l'inventario 2008 riguardano i principali macroinquinanti (SO₂, NO_x, CO, COVNM, CH₄, CO₂, N₂O, NH₃), le polveri totali, il PM10, il PM2.5.

Maggiori informazioni e una descrizione più dettagliata in merito all'inventario regionale sono disponibili sul sito web <http://www.arpalombardia.it/inemar/inemarhome.htm>

In merito al PM10 si può affermare che l'utilizzo della legna negli apparecchi di riscaldamento quali stufe e caminetti è al momento in Regione Lombardia una delle principali fonti di emissione di PM10 primario, oltre che di Idrocarburi Policiclici Aromatici.

Considerando le emissioni ripartite per combustibile, si evidenzia come la combustione della legna sia in assoluto una delle fonti più importanti di PM10 primario, maggiore alle emissioni da motori diesel (traffico + off road) e seconda solo all'insieme delle emissioni non da combustione (che comprendono però una gamma molto ampia di classi, dall'usura dei freni e pneumatici, alle attività di cava, agricoltura, ecc.).

Tab 2.1.3 – Ripartizione delle emissioni di PM10 primario per combustibile, considerando tutte le fonti antropiche (civile, industriale, trasporti ...)

Combustibile	PM10 (t/anno)
Benzina verde	291
Carbone	201
Diesel	4389
Gas di raffineria	94
Gasolio	101
GPL	1.8
Kerosene	22
Legna e similari	5968
Metano	193
Olio combustibile	347
Altro	349
Senza combustibile	6276

2.1.1 - Le emissioni atmosferiche nella provincia di Milano

Nella tabella 2.1.3 sono presentate le stime delle emissioni atmosferiche per fonte, espresse in t/anno (per la CO₂ in kt/anno), mentre in tabella 2.1.4 ed in figura 2.1.1 sono visualizzati i contributi percentuali delle diverse fonti.

Nella Provincia di Milano il trasporto su strada costituisce la principale fonte di inquinamento per buona parte degli inquinanti e come si evidenzia dalla tabella 2.1.4 e dai grafici della figura 2.1.1, contribuisce a circa un terzo delle emissioni di CO₂ (33%) e a buona parte delle emissioni di NO_x (67%), PM₁₀ e PM_{2,5} (63% e 62%), CO (73%) e COV (15%).

Dalla tabella 2.1.4 si possono trarre le seguenti considerazioni circa le fonti che contribuiscono maggiormente alle emissioni delle seguenti sostanze inquinanti:

SO₂ – il contributo maggiore è dato dalla combustione nell'industria (55%) e dalla combustione non industriale (27%).

NO_x – la principale fonte di emissione è il trasporto su strada (67%); contributi minori derivano dalle combustioni (17%).

COV – l'uso di solventi contribuisce per il 60% alle emissioni, mentre il trasporto su strada contribuisce per il 15%.

CH₄ – per questo parametro le emissioni più significative sono dovute per il 42% a processi di estrazione e di distribuzione dei combustibili, per il 31% al trattamento e smaltimento dei rifiuti e per il 24% all'agricoltura.

CO – il maggior apporto (73%) è dato dal trasporto su strada, con contributi minori derivanti dalle combustioni non industriali (20%).

CO₂ – i contributi principali sono le combustioni industriali e non industriali (40%), il trasporto su strada (33%) e la produzione di energia e la trasformazione di combustibili (23%).

N₂O – il maggior contributo percentuale (46%) è dovuto all'Agricoltura, seguito dalla combustione non industriale (27%).

NH₃ – per questo inquinante le emissioni più significative sono dovute all'Agricoltura per il 92% e al trasporto su strada per il 7%.

PM_{2.5}, PM₁₀ e PTS - le polveri, sia grossolane, che fini ed ultrafini, sono emesse principalmente dal trasporto su strada (dal 62 al 65%) e, secondariamente, dalle combustioni non industriali (dal 13 al 17%).

CO₂ eq – come per la CO₂ i contributi principali sono le combustioni industriali e non industriali (37%), il trasporto su strada (30%) e la produzione di energia e la trasformazione di combustibili (21%).

Precursori O₃ – per i precursori dell'O₃ le principali fonti di emissione sono il trasporto su strada (38%) e l'uso di solventi (33%).

Totale Acidificanti – per gli acidificanti le fonti di emissioni principali sono il trasporto su strada (45%), l'agricoltura (27%) e le varie forme di combustione (16%).

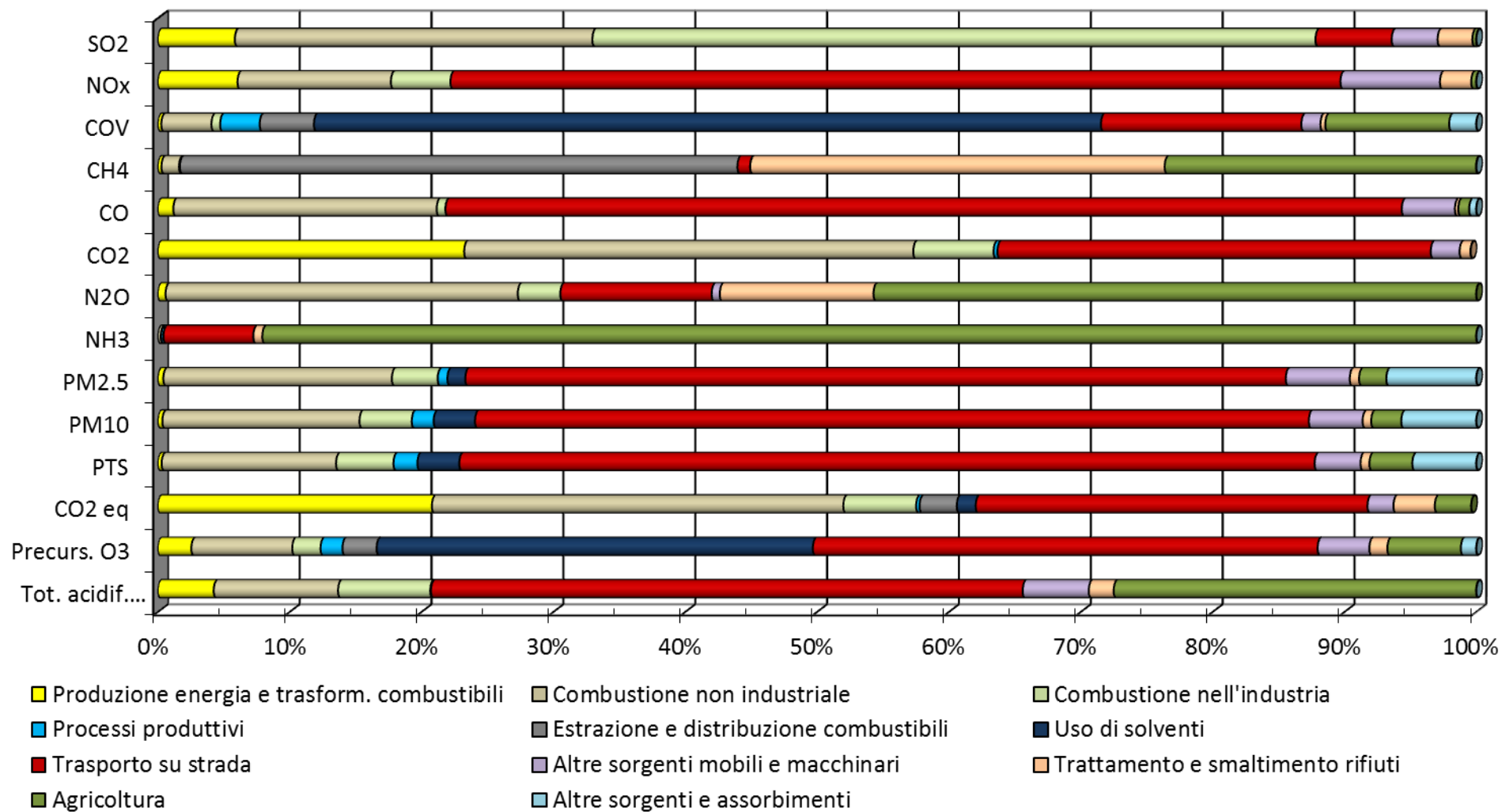
Tabella 2.1.3 - ARPA Lombardia - Regione Lombardia. Emissioni in provincia di Milano nel 2008 - public review

	SO ₂	NO _x	COV	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	PM2.5	PM10	PTS	CO ₂ eq	Precurs. O ₃	Tot. acidif. (H+)
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	kt/anno
Produzione energia e trasform. combustibili	159	1 969	157	158	578	3 558	8.5		10	10	10	3 564	2 625	48
Combustione non industriale	738	3 783	2 165	724	9 720	5 213	381	13	407	421	437	5 346	7 859	106
Combustione nell'industria	1 492	1 467	376	34	323	932	46	1.4	81	112	144	947	2 202	79
Processi produttivi	0.0	0.3	1 707	0.2		44		10	17	47	60	44	1 708	0.6
Estrazione e distribuzione combustibili			2 341	23 011								483	2 663	
Uso di solventi	0.1	0.9	33 970	0.3	1.8			0.3	32	88	105	246	33 972	0.0
Trasporto su strada	157	21 943	8 652	520	35 299	5 029	164	385	1 460	1 780	2 143	5 091	39 313	505
Altre sorgenti mobili e macchinari	95	2 453	823	4.8	1 961	335	8.8	0.4	114	115	115	338	4 032	56
Trattamento e smaltimento rifiuti	72	771	211	17 105	124	126	166	38	17	18	22	537	1 405	21
Agricoltura	7.7	122	5 347	12 848	403		652	5 206	48	64	107	472	5 719	309
Altre sorgenti e assorbimenti	0.1	0.4	1 164	7.0	259	-66		0.1	160	160	160	-66	1 193	0.0
Totale	2 721	32 510	56 914	54 412	48 668	15 172	1 425	5 655	2 346	2 815	3 303	17 002	102 691	1 124

Tabella 2.1.4 - Distribuzione percentuale delle emissioni in provincia di Milano nel 2008 - public review

	SO ₂	NO _x	COV	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	PM2.5	PM10	PTS	CO ₂ eq	Precurs. O ₃	Tot. acidif. (H ⁺)
Produzione energia e trasform. combustibili	6 %	6 %	0 %	0 %	1 %	23 %	1 %		0 %	0 %	0 %	21 %	3 %	4 %
Combustione non industriale	27 %	12 %	4 %	1 %	20 %	34 %	27 %	0 %	17 %	15 %	13 %	31 %	8 %	9 %
Combustione nell'industria	55 %	5 %	1 %	0 %	1 %	6 %	3 %	0 %	3 %	4 %	4 %	6 %	2 %	7 %
Processi produttivi	0 %	0 %	3 %	0 %		0 %		0 %	1 %	2 %	2 %	0 %	2 %	0 %
Estrazione e distribuzione combustibili			4 %	42 %								3 %	3 %	
Uso di solventi	0 %	0 %	60 %	0 %	0 %			0 %	1 %	3 %	3 %	1 %	33 %	0 %
Trasporto su strada	6 %	67 %	15 %	1 %	73 %	33 %	11 %	7 %	62 %	63 %	65 %	30 %	38 %	45 %
Altre sorgenti mobili e macchinari	3 %	8 %	1 %	0 %	4 %	2 %	1 %	0 %	5 %	4 %	3 %	2 %	4 %	5 %
Trattamento e smaltimento rifiuti	3 %	2 %	0 %	31 %	0 %	1 %	12 %	1 %	1 %	1 %	1 %	3 %	1 %	2 %
Agricoltura	0 %	0 %	9 %	24 %	1 %		46 %	92 %	2 %	2 %	3 %	3 %	6 %	27 %
Altre sorgenti e assorbimenti	0 %	0 %	2 %	0 %	1 %	0 %		0 %	7 %	6 %	5 %	0 %	1 %	0 %
Totale	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Figura 2.1.1 - Contributi percentuali delle fonti emissive nella Provincia di Milano nell'anno 2008



2.1.2 - Le emissioni atmosferiche nella provincia di Monza e Brianza

Nella tabella 2.1.5 sono presentate le stime delle emissioni atmosferiche per fonte, espresse in t/anno (per la CO₂ in kt/anno), mentre in tabella 2.1.6 ed in figura 2.1.2 sono visualizzati i contributi percentuali delle diverse fonti.

Anche nella Provincia di Monza e Brianza il trasporto su strada costituisce la principale fonte di inquinamento per buona parte degli inquinanti e, come si evidenzia dalla tabella 2.1.6 e dai grafici della figura 2.1.2, contribuisce a più di un terzo delle emissioni di CO₂ (43%), ai tre quarti delle emissioni di NO_x (74%) e a buona parte delle emissioni di PM₁₀ e PM_{2.5} (61% e 58%), di CO (69%) e di COV (20%).

Dalla tabella 2.1.6 si possono trarre le seguenti considerazioni circa le fonti che contribuiscono maggiormente alle emissioni delle seguenti sostanze inquinanti:

SO₂ – la quasi totalità delle emissioni è dovuta alle combustioni: per il 77% dalla combustione nell'industria e per il 13% dalla combustione non industriale.

NO_x – la principale fonte di emissione è il trasporto su strada (74%), seguita dalle combustioni (19%).

COV – l'uso di solventi contribuisce per il 47% alle emissioni, seguito dal trasporto su strada (20%).

CH₄ – per questo parametro le emissioni più significative sono dovute, per il 65%, a processi di estrazione e di distribuzione dei combustibili e, per il 25%, al trattamento e smaltimento dei rifiuti.

CO – il maggior apporto (69%) è dato dal trasporto su strada, seguito dalla combustione non industriale (26%).

CO₂ – i contributi principali sono le combustioni industriali e non industriali (54%) e il trasporto su strada (43%).

N₂O – il maggior contributo percentuale è dovuto alla combustione non industriale (37%), seguito dal trasporto su strada (21%) e dall'Agricoltura (18%).

NH₃ – per questo inquinante le emissioni più significative sono dovute per il 69% all'Agricoltura e per il 26% al trasporto su strada.

PM_{2.5}, PM₁₀ e PTS - le polveri, sia grossolane, che fini ed ultrafini, sono emesse principalmente dal trasporto su strada (dal 58 al 63%) e secondariamente dalle combustioni non industriali (dal 20 al 25%).

CO₂ eq – come per la CO₂ i contributi principali sono le combustioni industriali e non industriali (50%) e il trasporto su strada (40%).

Precursori O₃ – per i precursori dell'O₃ le principali fonti di emissione sono il trasporto su strada (46%), l'uso di solventi (23%) e le combustioni (15%).

Tot Acidificanti – per gli acidificanti le fonti di emissioni principali sono il trasporto su strada (60%) e le varie forme di combustione (25%).

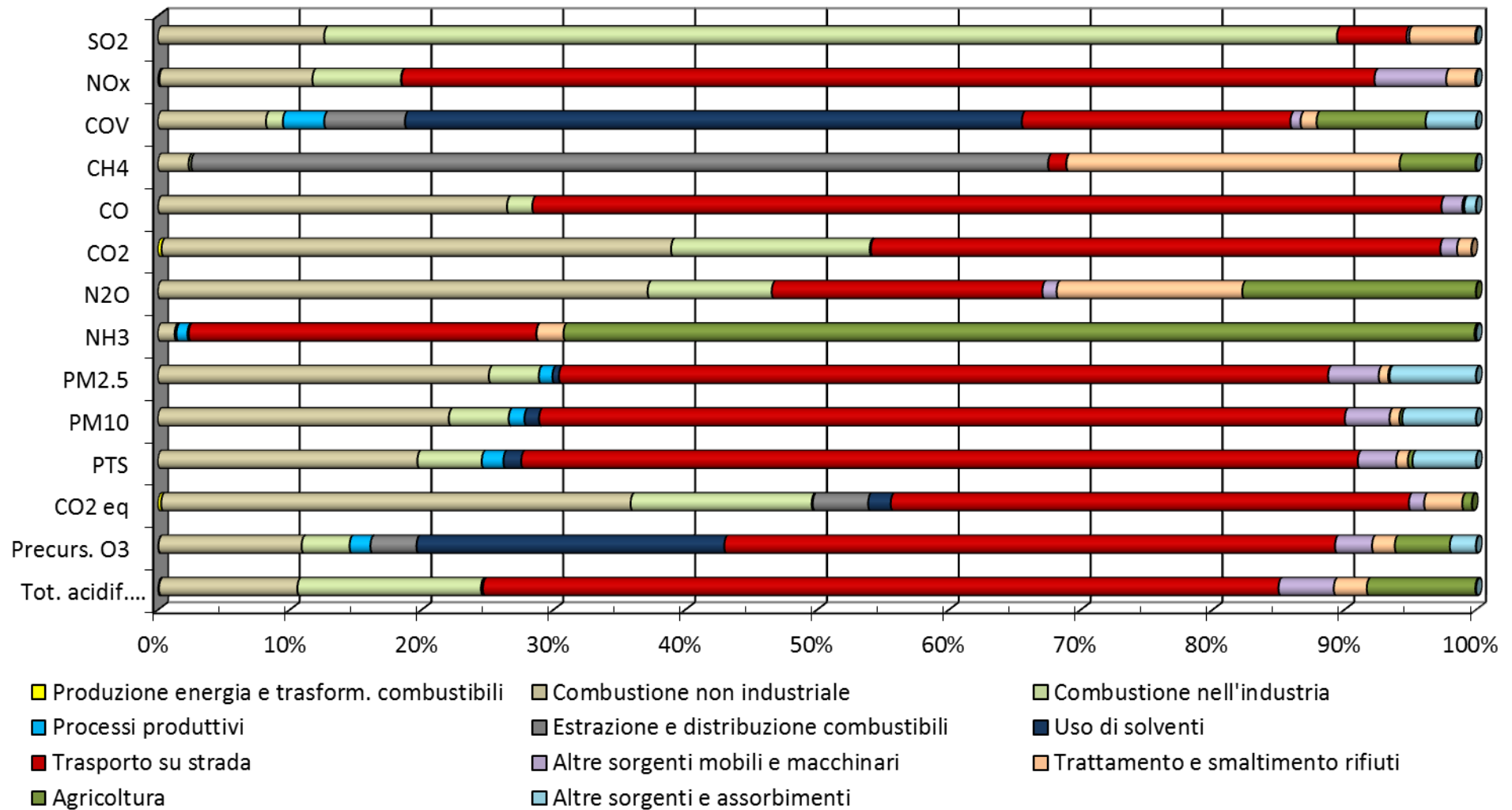
Tabella 2.1.5 - ARPA Lombardia - Regione Lombardia. Emissioni in provincia di Monza e Brianza nel 2008 - public review

	SO ₂	NOx	COV	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	PM2.5	PM10	PTS	CO ₂ eq	Precurs. O ₃	Tot. acidif. (H+)
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	kt/anno
Produzione energia e trasform. combustibili	0	10	0	0	3	9	0.0		0	0	0	9	13	0
Combustione non industriale	98	871	880	244	3 514	1 173	80	6	165	170	177	1 203	2 332	22
Combustione nell'industria	596	504	137	21	255	457	20	0.5	25	35	44	464	781	30
Processi produttivi	0.0	2.6	336	0.4	0.0	2		4	7	9	15	2	339	0.3
Estrazione e distribuzione combustibili			656	6 764								142	750	
Uso di solventi	0.0	0.2	5 010					0.4	3	8	12	58	5 011	0.0
Trasporto su strada	41	5 536	2 182	143	9 152	1 310	44	113	382	472	571	1 327	9 944	128
Altre sorgenti mobili e macchinari	2	408	82	1.2	211	38	2.3	0.1	25	26	26	39	603	9
Trattamento e smaltimento rifiuti	39	165	130	2 631	19	33	30	9	5	6	8	98	371	5
Agricoltura		2	885	598			38	297	1	2	3	24	896	18
Altre sorgenti e assorbimenti	0.4	1.9	409	3.5	117	-10		0.4	43	43	43	-10	424	0.1
Totale	775	7 501	10 707	10 406	13 271	3 012	217	430	655	771	900	3 356	21 464	213

Tabella 2.1.6 - Distribuzione percentuale delle emissioni in provincia di Monza e Brianza nel 2008 - public review

	SO ₂	NO _x	COV	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	PM2.5	PM10	PTS	CO ₂ eq	Precurs. O ₃	Tot. acidif. (H ⁺)
Produzione energia e trasform. combustibili	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %		0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Combustione non industriale	13 %	12 %	8 %	2 %	26 %	39 %	37 %	1 %	25 %	22 %	20 %	36 %	11 %	11 %
Combustione nell'industria	77 %	7 %	1 %	0 %	2 %	15 %	9 %	0 %	4 %	5 %	5 %	14 %	4 %	14 %
Processi produttivi	0 %	0 %	3 %	0 %	0 %	0 %		1 %	1 %	1 %	2 %	0 %	2 %	0 %
Estrazione e distribuzione combustibili			6 %	65 %								4 %	3 %	
Uso di solventi	0 %	0 %	47 %					0 %	0 %	1 %	1 %	2 %	23 %	0 %
Trasporto su strada	5 %	74 %	20 %	1 %	69 %	43 %	21 %	26 %	58 %	61 %	63 %	40 %	46 %	60 %
Altre sorgenti mobili e macchinari	0 %	5 %	1 %	0 %	2 %	1 %	1 %	0 %	4 %	3 %	3 %	1 %	3 %	4 %
Trattamento e smaltimento rifiuti	5 %	2 %	1 %	25 %	0 %	1 %	14 %	2 %	1 %	1 %	1 %	3 %	2 %	3 %
Agricoltura		0 %	8 %	6 %			18 %	69 %	0 %	0 %	0 %	1 %	4 %	8 %
Altre sorgenti e assorbimenti	0 %	0 %	4 %	0 %	1 %	0 %		0 %	7 %	6 %	5 %	0 %	2 %	0 %
Totale	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Figura 2.1.2 - Contributi percentuali delle fonti emissive nella Provincia di Monza e Brianza nell'anno 2008



2.2 - Le condizioni meteorologiche e le proprietà diffusive dell'atmosfera per il 2010

In questo documento si descriveranno le principali caratteristiche meteorologiche dell'anno 2010 in relazione alla dispersione degli inquinanti in atmosfera nei pressi della superficie terrestre. Si procederà dapprima inquadrando le caratteristiche climatiche della Lombardia, riassumendole brevemente, e rimandando al Rapporto sullo Stato dell'Ambiente del 2011 in Lombardia redatto da ARPA Lombardia per ulteriori approfondimenti. Di seguito, per caratterizzare il 2010 si riporteranno alcuni risultati dalla letteratura scientifica sugli aspetti climatici a livello mondiale, continentale e nazionale ma la discussione entrerà più nel dettaglio sugli aspetti meteo-climatici regionali.

Le osservazioni meteorologiche utilizzate all'interno di questo documento sono state rilevate dalla rete di misura meteorologica di ARPA Lombardia. La rete è composta di circa 200 stazioni meteorologiche irregolarmente distribuite sul territorio e in grado di fornire misure ad alta risoluzione, sia spaziale che temporale. A partire dal 2002 la rete ha raggiunto una copertura stabile sul territorio ed è sufficientemente rappresentativa per descrivere fenomeni a scala regionale e provinciale. Pertanto, la rete di ARPA è una preziosa fonte di informazioni anche per lo studio dell'interazione fra condizioni meteorologiche e la dispersione degli inquinanti.

La stima dell'altezza dell'Atmospheric Boundary Layer (ABL, in breve) diurna è stata ricavata dai radiosondaggi riferiti convenzionalmente alle ore 12 UTC dal 1° Centro Meteorologico Regionale (C.M.R.) del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare di Milano Linate. Tale parametro rappresenta una sintesi delle proprietà locali diffusive dell'atmosfera, che sono legate alla turbolenza atmosferica, e può essere interpretato come l'altezza dello strato di atmosfera a contatto con il suolo all'intero del quale possono venire disperse le sostanze inquinanti ivi presenti. Il metodo utilizzato per le elaborazioni è il simple parcel method [1], considerato generalmente un metodo robusto [2].

Le variabili meteorologiche presentate nelle Figure 2.2.1-6 sono: temperatura massima e minima; precipitazione cumulata; vento sfilato; radiazione solare globale e stima dell'altezza dell'ABL. Nella sezione successiva del documento si farà riferimento alle variabili meteorologiche senza citare le Figure corrispondenti, per non appesantire il testo ma tale riferimento viene sempre implicitamente assunto. La modalità di rappresentazione dei risultati è comune a tutte le Figure: l'insieme dei valori di riferimento per ciascuna variabile, ottenuto attraverso l'elaborazione delle misure rilevate dalla rete dal 2002 al 2009, è riportato in grigio e in nero; l'andamento principale della variabile per l'anno 2010 è invece riportato in rosso. Va osservato che a livello mondiale il decennio 2001-2010 è stato il più caldo da quando esistono serie osservative, confermando il trend di lungo periodo all'aumento della temperatura media della superficie terrestre. Per quanto riguarda la descrizione delle Figure, la linea rossa è quindi direttamente confrontabile con la linea nera, dato che entrambe si riferiscono a mediane della distribuzione dei valori mentre in grigio vengono riportati i percentili della distribuzione. In questo modo è immediatamente possibile avere l'idea della dispersione della variabile attorno al proprio valore medio. Inoltre, l'informazione sulla dispersione è utile per valutare la frequenza di accadimento del valore rilevato nel 2010 rispetto agli anni recenti. Infine, è bene tenere presente che le Figure rappresentano l'andamento delle variabili meteorologiche a scala regionale, così come rilevato dalla rete di misura di ARPA Lombardia, mentre nel testo si cercherà di aggiungere dettaglio per condizioni più locali.

L'Italia nel suo complesso presenta un clima sub-tropicale mediterraneo [3]. In Lombardia in particolare possono essere distinte le seguenti aree climatiche: l'area alpina e prealpina con clima continentale, forti escursioni termiche diurne ma limitate escursioni termiche annuali e precipitazioni abbondanti; la regione padana con clima continentale, inverni rigidi ed estati abbastanza calde, forte escursione annua della temperatura, precipitazioni meno abbondanti e frequenti calme di vento; il versante padano dell'Appennino con clima piuttosto continentale e una maggiore piovosità in autunno e in primavera.

Ad esempio, le temperature medie annue nella porzione lombarda della regione padana sono comprese tra 12 e 15°C, con una media di circa 110 giorni estivi, tra 10 e 30 notti tropicali e circa 40 giorni di gelo. Le precipitazioni

annue sulla regione variano in media tra 670 e 1200 mm, distribuite su 65-90 giorni di pioggia. Sulla pianura i giorni di pioggia intensa (superiori a 20 mm/24h) sono mediamente 11, sui rilievi circa 14.

La meteorologia Lombarda risente in modo decisivo della presenza dell'arco alpino, che interagisce con il flusso atmosferico dando origine a fenomeni che favoriscono la dispersione delle sostanze inquinanti quali, ad esempio, il favonio oppure precipitazioni più abbondanti in prossimità dei rilievi. Comunque, l'effetto medio della barriera alpina è quello di rallentare il flusso atmosferico e di conseguenza in pianura padana sono frequenti le condizioni di vento debole con prevalenza di regime di brezza. Inoltre, nelle ore notturne invernali con basse temperature del suolo, vento debole e forte irraggiamento della superficie terrestre verso il cielo sereno è possibile la formazione di uno strato d'aria in prossimità del terreno avente caratteristiche di estrema stabilità atmosferica rispetto ai moti verticali (inversione termica al suolo). Pertanto, tale strato è particolarmente favorevole per l'aumento della concentrazione delle sostanze inquinanti nei pressi della superficie terrestre. Infatti, durante gli episodi di forte inversione termica al suolo vengono spesso misurate le concentrazioni di inquinanti più elevate.

I mesi invernali: Gennaio, Febbraio e Dicembre. In Europa l'inverno 2009-2010 è stato eccezionalmente freddo [5], in particolare sulle regioni nordoccidentali dove le temperature medie annuali sono state anche inferiori al periodo di riferimento; rigido è stato anche il mese di *dicembre* 2010. In Lombardia, I mesi invernali sono stati più freddi rispetto a quanto misurato negli anni recenti dalla rete meteorologica di ARPA Lombardia come si vede dall'andamento mensile delle temperature in pianura, soprattutto dai valori massimi. Nonostante ciò, il numero di giorni di gelo non è stato il più alto registrato nell'ultima decade (in media 56 contro, ad esempio, i 78 giorni del 2005). Le elaborazioni NCDC/NOAA indicano il 2010 come un anno eccezionalmente piovoso a livello globale. Anche su ampie regioni dell'Europa centrale e meridionale l'anomalia di precipitazione è stata pari o superiore al 50% rispetto al clima di riferimento [4,6]. Come a scala più ampia anche in Lombardia il 2010 è stato un anno decisamente più piovoso della media. Nei mesi invernali sono state frequenti le nevicate, anche a basse quote. In *gennaio* le precipitazioni sono state in linea con gli anni passati; significative la nevicata dell'8/1 con accumuli fino a 25 cm sulla pianura, e il vento forte del 2/1. Da *fine gennaio* alla *prima decade di marzo* si sono susseguite svariate perturbazioni che hanno frequentemente portato neve a basse quote. *Dicembre* è stato complessivamente più piovoso e più freddo rispetto al riferimento recente, con nevicate fino in pianura l'1, il 6 ed il 17; il 18 è stato il giorno con le temperature più basse dell'anno in numerose stazioni della rete di misura. Coerentemente con quanto descritto finora, nei mesi invernali del 2010 si è avuto un input energetico generalmente inferiore rispetto alla media del passato recente, si veda l'andamento della radiazione solare globale misurata dalla rete. Purtroppo, per I mesi di *gennaio* e *febbraio* non sono disponibili presso ARPA i dati del radiosondaggio di Milano Linate per cui non è possibile avere una stima dell'altezza dell'ABL diurna.

La primavera: Marzo, Aprile e Maggio. *Maggio* è stato il mese più perturbato con temperature minime e massime che sono state inferiori alla media e con una cumulata mensile di precipitazione nettamente superiore ai valori misurati negli anni recenti. Da *metà marzo* fino a tutto *aprile* si sono avute temperature più miti con precipitazioni nella media e qualche episodio di foehn (13/3 e 26/3). La prima metà di *maggio* è stata caratterizzata da precipitazioni insistenti, che hanno principalmente interessato la fascia Prealpina (in particolare il 5 e l'11). Da *metà maggio* fino alla prima decade di *giugno* si sono avute condizioni generalmente più stabili e temperature più miti, tipiche della tarda primavera. Nel complesso, la primavera del 2010 è stata più ventosa rispetto alla media delle osservazioni degli anni recenti ed è stata caratterizzata da un input energetico in *aprile* decisamente superiore alla media. A un maggior livello medio di energia disponibile al suolo corrisponde una stima dell'altezza dell'ABL a Milano Linate superiore alla media. Pertanto, le caratteristiche diffusive dell'atmosfera nei mesi primaverili presentano aspetti favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

L'estate: Giugno, Luglio e Agosto. A livello continentale l'estate 2010 è la più calda mai registrata, con anomalia rispetto al 61-90 superiore a quella osservata nel 2003 [4]. Il 2010 è stato caratterizzato, anche in Lombardia, da un'estate più calda rispetto agli ultimi anni. A *luglio* si sono registrati valori di temperatura mediamente più alti (sia nei minimi che nei massimi) rispetto alla media degli anni recenti. Il numero di giorni estivi e di notti tropicali in pianura non è stato significativamente diverso da quello degli anni recenti

(rispettivamente intorno a 100 e intorno a 30). Nell'anno 2010 le precipitazioni sono state sia più frequenti sia più frequentemente di tipo intenso. Da *metà giugno* si è avuto un tempo variabile con frequenti passaggi temporaleschi (il 12, il 16, il 19 e il 20): complessivamente il mese di *giugno* è stato lievemente più piovoso della media recente, ma con temperature in linea con gli anni passati. A *fine giugno* si è verificata la prima ondata di calore (dal 28), terminata con il transito di una perturbazione temporalesca tra il 5 ed il 6 *luglio*; il resto del mese di *luglio* è stato stabile e caldo (le temperature massime assolute sono state prevalentemente registrate tra il 15 ed il 17), con precipitazioni lievemente sotto la media, in particolare sulla bassa pianura (su alta pianura e Prealpi temporali forti il 17 ed il 29). *Agosto* è stato più piovoso che negli anni recenti, ma con temperature nella media (da segnalare le perturbazioni del 5 e del 14-15 che hanno portato sui rilievi Lombardi precipitazioni forti e temporali diffusi). Pertanto, il mese che ha presentato caratteristiche che più discostano dalla media, anche da un punto di vista della diffusione degli inquinanti, è stato *luglio* con un input energetico superiore alla media al quale è corrisposto una stima dell'altezza dell'ABL diurno superiore alla media.

L'autunno: Settembre, Ottobre e Novembre. La temperatura in pianura in autunno è stata caratterizzata da valori inferiori o al più pari a quanto misurato nelle stagioni autunnali recenti dalla rete meteorologica di ARPA Lombardia. Anche l'autunno 2010 è stato caratterizzato da precipitazioni più intense e più frequenti della media, in particolare nel corso del mese di ottobre. Da segnalare gli episodi del 18/9, del 4/10, del 31/10-1/11e del 15-16/11, tutti associati a precipitazioni forti. Nonostante l'elevata frequenza di condizioni perturbate, l'input energetico e l'altezza dell'ABL calcolati per il periodo autunnale non mostrano a livello regionale valori che si discostano in modo significativo dai riferimenti degli anni recenti.

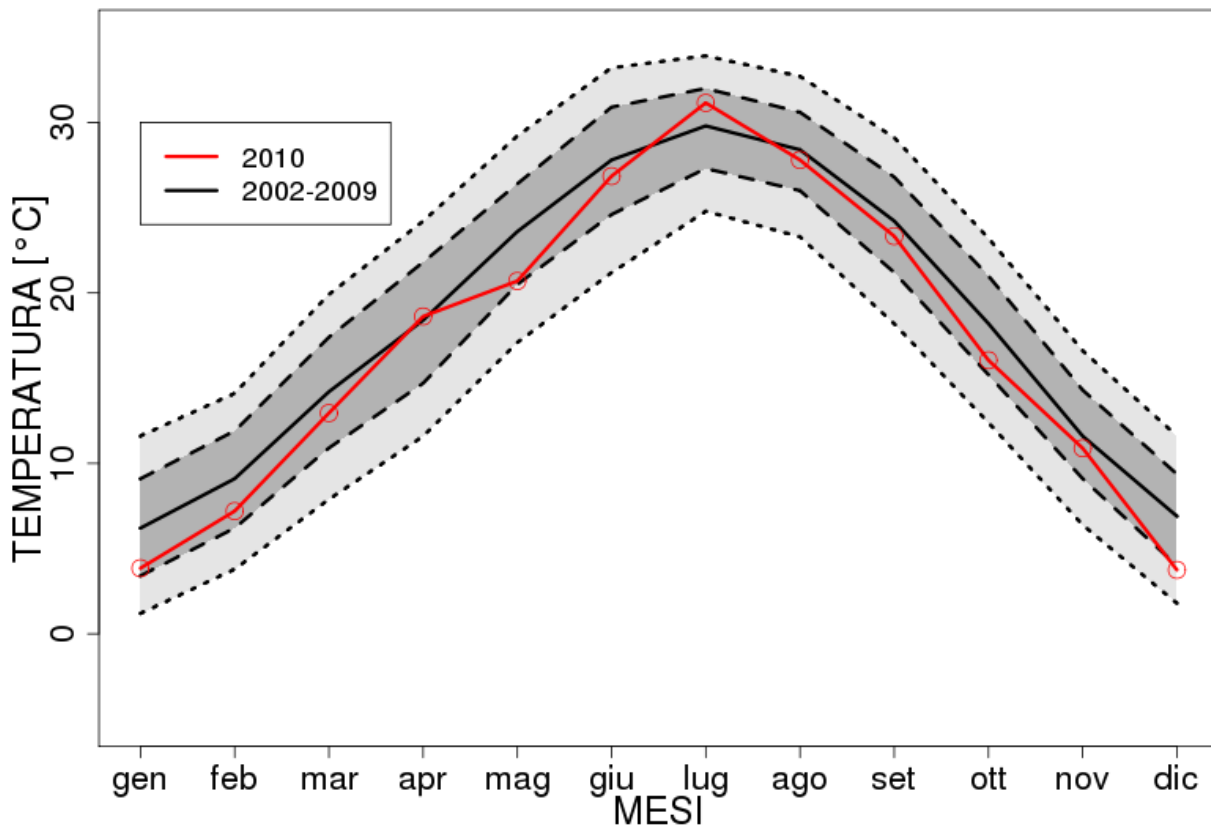


Figura 2.2.1. Andamento della temperatura massima mensile delle stazioni di pianura della Lombardia (rete meteorologica di ARPA Lombardia). Per ciascun mese, l'insieme di riferimento è costituito dai valori massimi delle osservazioni medie orarie di temperatura, considerando un unico valore per ogni stazione di pianura della rete. Pertanto, per ciascun mese è possibile ottenere una distribuzione empirica dei valori massimi a partire dall'insieme di riferimento, che dipende dal periodo temporale utilizzato nel calcolo del valore massimo per stazione. La linea rossa rappresenta la mediana della distribuzione ottenuta considerando le osservazioni rilevate nel solo 2010. La linea nera e continua rappresenta la mediana della distribuzione che si ottiene considerando il periodo dal 2002 al 2009. Le linee tratteggiate più marcate delimitano l'area grigio-scuro compresa fra il 25-esimo e il 75-esimo percentile ottenuti considerando il periodo dal 2002 al 2009. Le linee tratteggiate più sottili delimitano l'area grigio-chiara compresa fra il 10-esimo e il 90-esimo percentile ottenuti considerando il periodo dal 2002 al 2009.

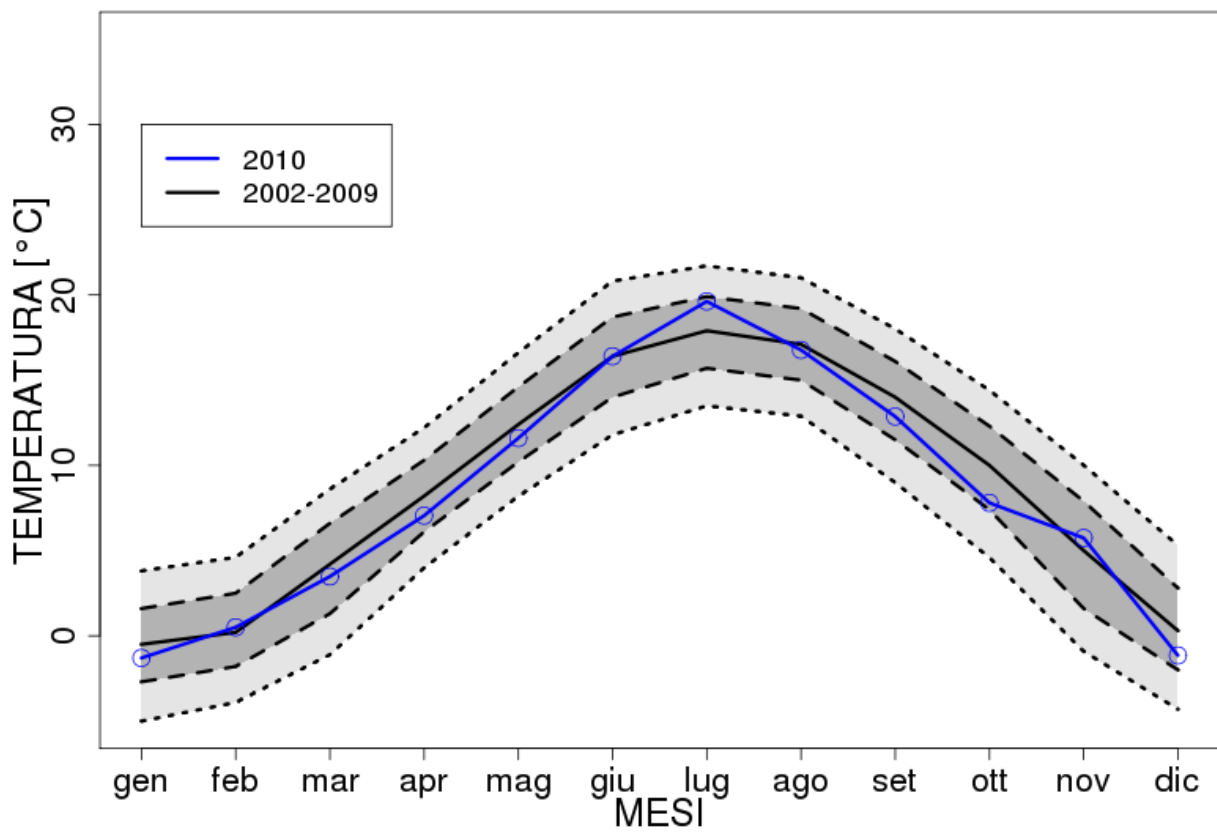


Figura 2.2.2. Andamento della temperatura minima mensile delle stazioni di pianura della Lombardia (rete meteorologica di ARPA Lombardia). La rappresentazione grafica è analoga a quanto descritto per la Figura 2.2.1.

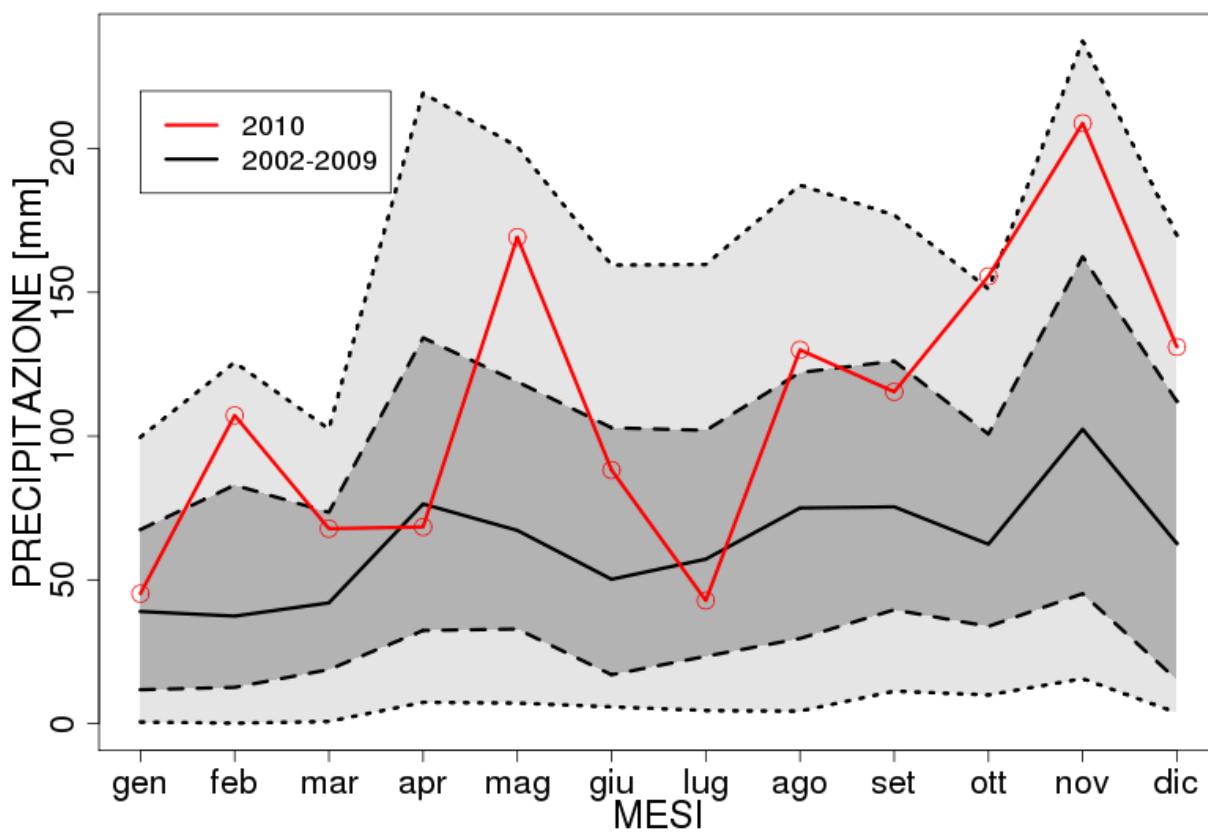


Figura 2.2.3. Andamento della precipitazione cumulata mensile delle stazioni di pianura della Lombardia (rete meteorologica di ARPA Lombardia). La rappresentazione grafica è analoga a quanto descritto per la Figura 2.2.1.

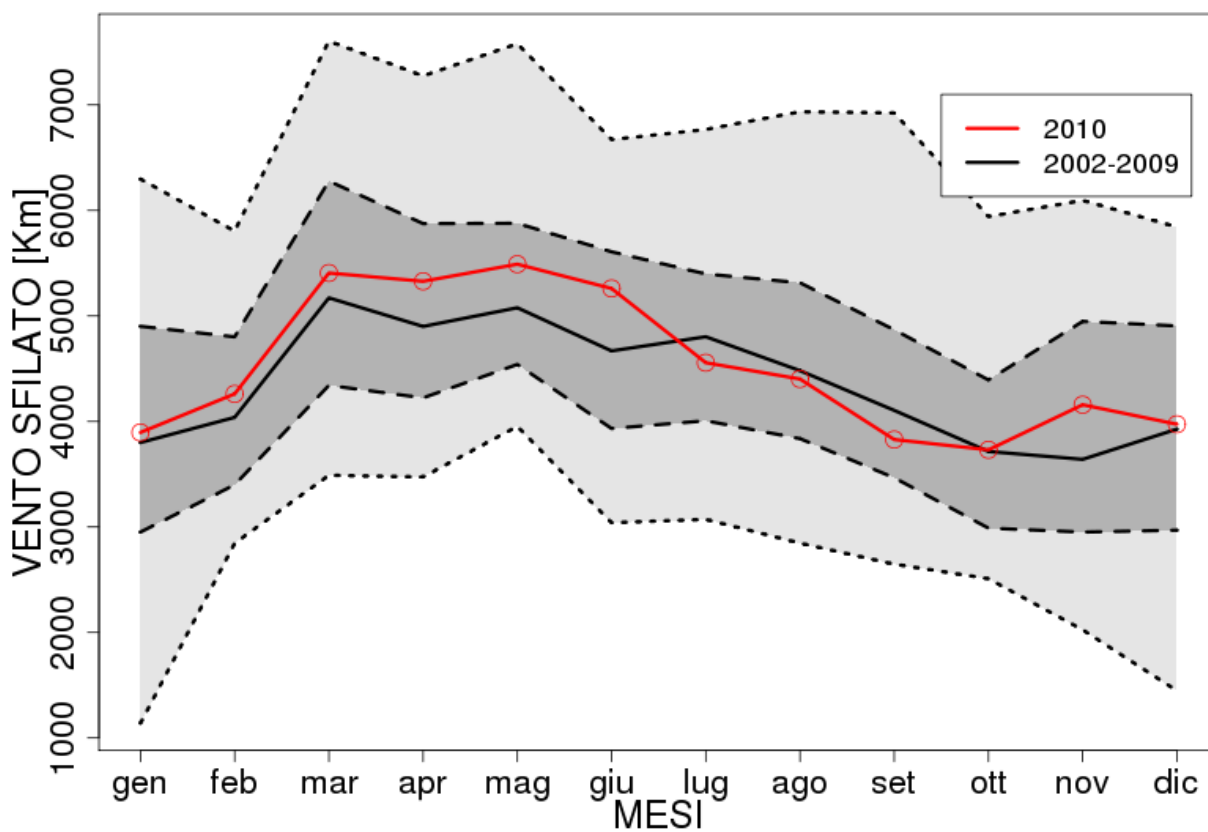


Figura 2.2.4. Andamento del vento sfilato mensile delle stazioni di pianura della Lombardia (rete meteorologica di ARPA Lombardia). La rappresentazione grafica è analoga a quanto descritto per la Figura 2.2.1.

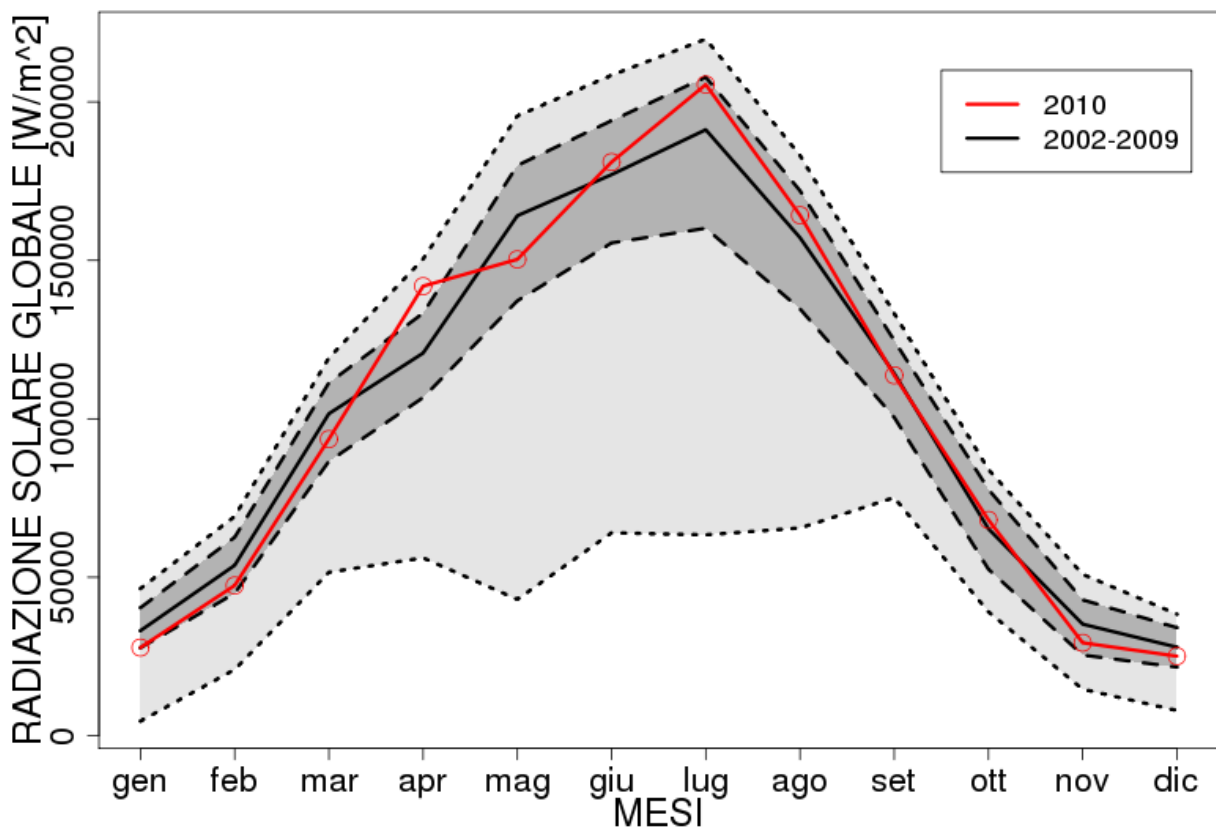


Figura 2.2.5. Andamento della radiazione solare globale cumulata mensilmente delle stazioni di pianura della Lombardia (rete meteorologica di ARPA Lombardia). La rappresentazione grafica è analoga a quanto descritto per la Figura 2.2.1.

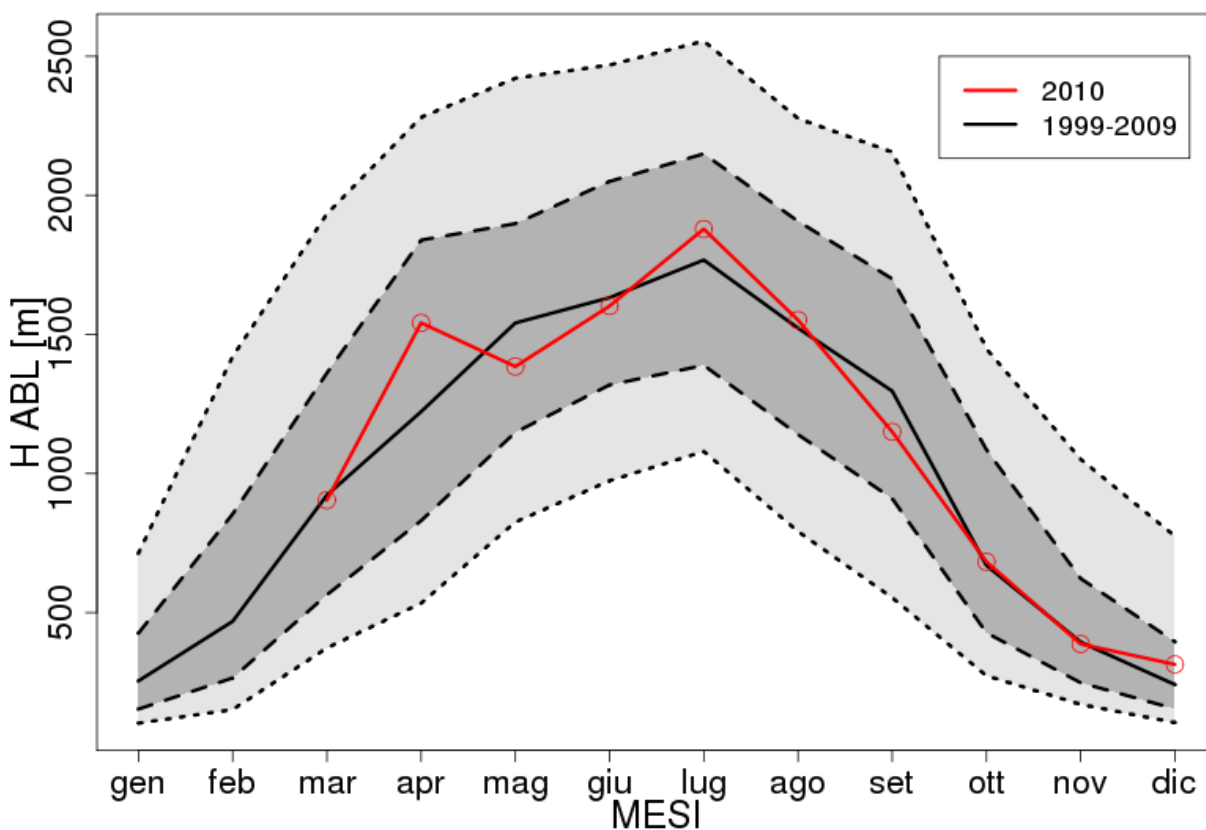


Figura 2.2.6. Stima dell'Altezza dell'ABL (ore 12) media mensile a partire dai radiosondaggi di Milano Linate delle ore 12 UTC ottenuta applicando la metodologia simple parcel method [1,2] e solo per ABL convettivi. La rappresentazione grafica è analoga a quanto descritto per la Figura 2.2.1.

Riferimenti

- [1] G. C. Holzworth. *Estimates of mean maximum mixing depths in the contiguous United States*. Mon. Wea. Rev., vol. 92, pag. 235–242, 1964.
- [2] P. Siebert et al. *Review and intercomparison of operational methods for the determination of the mixing height*. *Atm. Envir.*, vol. 34-7, pag. 1001-1027, 2000.
- [3] C. Mennella, *Il clima d'Italia*, Fratelli Conte Editori, Pozzuoli, 1967.
- [4] WMO, *WMO statement on the global status of the climate in 2010*, WMO-No. 1074, 2011.
- [5] J. Cattiaux et al., *Winter 2010 in Europe: A cold extreme in a warming climate*, *Geophysical Research Letters*, vol. 37, 2010.
- [6] NOAA National Climatic Data Center, *State of the Climate: Global Analysis for Annual 2010*, published online December 2010, recuperato il 14/09/2011 dal sito <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/2010/13>

3 - LO STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

3.1. - La rete di monitoraggio

La Rete di rilevamento della Qualità dell'Aria regionale (Fig. 3.1.1), è attualmente composta da 154 stazioni fisse (tra stazioni pubbliche e stazioni private, queste ultime afferenti a grandi impianti industriali quali centrali termoelettriche, raffinerie, inceneritori), che per mezzo di analizzatori automatici forniscono dati in continuo ad intervalli temporali regolari (generalmente a cadenza oraria).

Le specie di inquinanti monitorati sono quelle riportate in tabella 3.1.1; sempre in tabella, viene indicato il numero di postazioni in grado di monitorare un particolare tipo di inquinante: a seconda del contesto ambientale (urbano, industriale, da traffico, rurale, etc.) nel quale è attivo il monitoraggio, infatti, diversa è la tipologia di inquinanti che è necessario rilevare; di conseguenza non tutte le stazioni sono dotate della medesima strumentazione analitica.

Le postazioni regionali sono distribuite su tutto il territorio regionale in funzione della densità abitativa territoriale e della tipologia di territorio. Nello specifico, la Rete di Rilevamento è suddivisa in 11 sottoreti provinciali, ciascuna di esse afferente, in termini di manutenzione e analisi dati, ai singoli Dipartimenti Provinciali di ARPA Lombardia.

I dati forniti dalle centraline fisse, vengono integrati con quelli rilevati durante campagne temporanee di misura mediante 20 laboratori mobili e 57 campionatori gravimetrici per il rilevamento del particolato fine.

Fig. 3.1.1 – La Rete Regionale

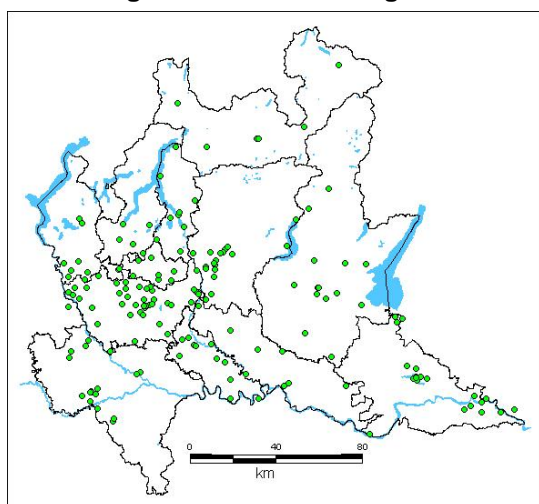


Tabella 3.1.1 -- Inquinanti rilevati in continuo dalla Rete Regionale della qualità dell'aria (in figura 3.1 la distribuzione geografica delle stazioni).

Inquinante	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	BTX
Punti di misura	53	143	92	74	74	25	24

Di seguito viene illustrata nel dettaglio le sottoreti provinciali di Milano e di Monza e Brianza e si presentano i dati raccolti dalle postazioni nel 2010 in relazione ai limiti stabiliti dalle normative vigenti.

3.1.1 - Le postazioni fisse gestite dal Dipartimento ARPA di Milano.

Nel territorio della province di Milano e di Monza e Brianza è presente una rete pubblica di monitoraggio della qualità dell'aria, di proprietà dell'ARPA e gestita dal Dipartimento di Milano, costituita da 31 stazioni fisse (più 3 stazioni per la misura dei soli parametri meteorologici), 1 postazione mobile e alcuni campionatori gravimetrici per la misura di PM₁₀ e PM_{2,5}. Sono operanti inoltre 13 stazioni fisse private (di cui una in provincia di Bergamo, una in provincia di Cremona, una in provincia di Novara) di proprietà di EDIPOWER di Turbigo, A2A di Cassano d'Adda, PRIMA di Trezzo sull'Adda e BUSTO ACCAM di Busto Arsizio.

Nelle tabelle 3.1.2 e 3.1.3 è fornita una descrizione delle postazioni delle reti pubbliche e private in termini di localizzazione e tipologia di destinazione urbana.

Il controllo della strumentazione e la validazione dei dati di tutte le reti private (A2A, BUSTO ACCAM, PRIMA ed EDIPOWER) sono effettuati dal Dipartimento Provinciale di Milano dell'ARPA Lombardia.

Nella Fig. 3.1.2 è rappresentata la distribuzione territoriale delle postazioni di rilevamento degli inquinanti (in azzurro le centraline della provincia di Milano, in arancio quelle della provincia di Monza e Brianza, in verde quelle delle altre province).

Figura 3.1.2 - Localizzazione delle stazioni fisse di misura

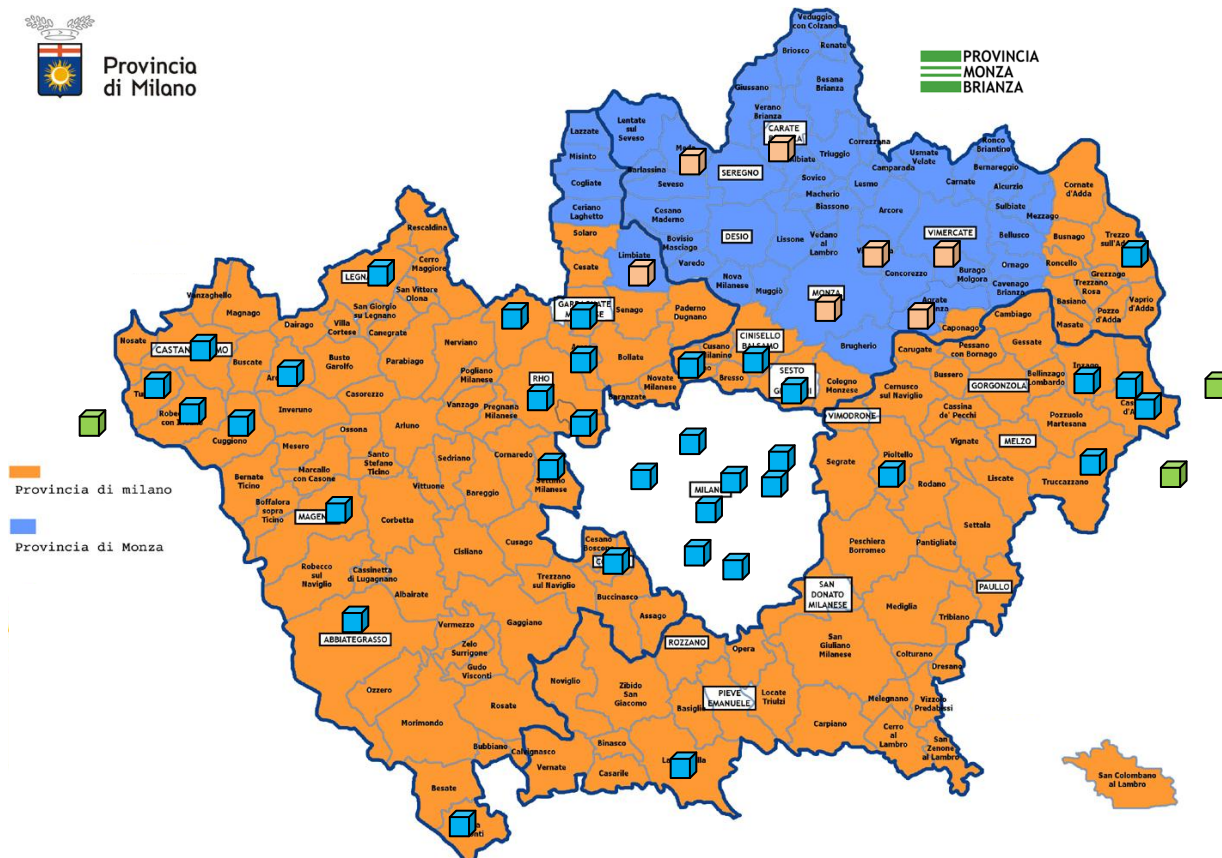


Tabella 3.1.2 - Le stazioni fisse di misura nel territorio della Provincia di Milano, anno 2010				
Stazione	Rete	Tipo zona	Tipo stazione	Quota s.l.m.
		D. Lgs. 155/2010	D. Lgs. 155/2010	(metri)
Milano - Abbiategrasso	PUB	URBANA	FONDO	111
Milano - Liguria	PUB	URBANA	TRAFFICO	114
Milano - Marche	PUB	URBANA	TRAFFICO	127
Milano - Parco Lambro	PUB	SUBURBANA	FONDO	124
Milano - Pascal Città Studi	PUB	URBANA	FONDO	118
Milano - Senato	PUB	URBANA	TRAFFICO (ZTL)	119
Milano - Verziere	PUB	URBANA	TRAFFICO (ZTL)	119
Milano - Zavattari	PUB	URBANA	TRAFFICO	124
Abbategrasso	PUB	URBANA	FONDO	120
Arese	PUB	URBANA	FONDO	160
Cinisello Balsamo	PUB	URBANA	TRAFFICO	154
Cormano	PUB	URBANA	FONDO	152
Corsico	PUB	URBANA	TRAFFICO	119
Garbagnate Milanese	PUB	URBANA	FONDO	179
Lacchiarella	PUB	SUBURBANA	FONDO	98
Lainate	PUB	URBANA	TRAFFICO	176
Legnano	PUB	URBANA	TRAFFICO	199
Limite di Pioltello	PUB	URBANA	FONDO	122
Magenta	PUB	URBANA	FONDO	141
Motta Visconti	PUB	SUBURBANA	FONDO	100
Pero	PUB	URBANA	TRAFFICO	144
Rho	PUB	URBANA	FONDO	158
Sesto San Giovanni	PUB	URBANA	TRAFFICO	140
Settimo Milanese	PUB	URBANA	FONDO	134
Arconate	PRIV	SUBURBANA	FONDO	178
Trezzo sull'Adda	PRIV	SUBURBANA	FONDO	178
Casirate d'Adda (BG)	PRIV	RURALE	FONDO	100
Cassano d'Adda 1	PRIV	URBANA	FONDO	133
Cassano d'Adda 2 Nuova	PRIV	URBANA	TRAFFICO	137
Inzago	PRIV	SUBURBANA	FONDO	138
Rivolta d'Adda (CR)	PRIV	SUBURBANA	FONDO	103
Truccazzano Nuova	PRIV	SUBURBANA	TRAFFICO	109
Castano Primo	PRIV	SUBURBANA	FONDO	182
Cuggiono	PRIV	RURALE	FONDO	156
Galliate (NO)	PRIV	SUBURBANA	FONDO	160
Robecchetto	PRIV	RURALE	FONDO	163
Turbigo	PRIV	URBANA	FONDO	166
Milano - Brera	PUB	URBANA	METEO	121
Milano - Juvara	PUB	URBANA	METEO	117
Rodano	PUB	RURALE	METEO	111

Tabella 3.1.3 - Le stazioni fisse di misura nel territorio della Provincia di Monza e Brianza, anno 2010				
stazione	rete	tipo zona	tipo stazione	quota s.l.m.
		D. Lgs. 155/2010	D. Lgs. 155/2010	(metri)
Monza - Machiavelli	PUB	URBANA	FONDO	162
Agrate Brianza	PUB	URBANA	FONDO	162
Carate Brianza	PUB	URBANA	FONDO	236
Limbate	PUB	URBANA	FONDO	186
Meda	PUB	URBANA	TRAFFICO	243
Villasanta	PUB	URBANA	TRAFFICO	182
Vimercate	PUB	URBANA	FONDO	206

rete: PUB = pubblica, PRIV = privata

tipo zona D. Lgs. 155/10:

- **URBANA:** area edificata in continuo o almeno in modo predominante;
- **SUBURBANA:** area largamente edificata in cui sono presenti sia zone edificate, sia zone non urbanizzate;
- **RURALE:** tutte le aree diverse da quelle urbane e suburbane. Il sito fisso si definisce rurale remoto se è localizzato ad una distanza maggiore di 50 km dalle fonti di emissione.

tipo stazione D. Lgs. 155/10:

- **TRAFFICO:** stazione ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da emissioni da traffico, provenienti da strade limitrofe con intensità di traffico media alta;
- **INDUSTRIALE:** stazione ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o da zone industriali limitrofe;
- **FONDO:** stazione ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.), ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito.

3.1.2 - Le campagne di misura

Nel corso del 2010 sono state effettuate 8 campagne di monitoraggio con il laboratorio mobile presso i seguenti Comuni: Sesto San Giovanni, Locate di Triulzi, Pessano con Bornago, Legnano, Paderno Dugnano, Peschiera Borromeo, Carugate, Cernusco sul Naviglio.

Per i dettagli si rimanda al sito dell'ARPA Lombardia:

http://www.arpalombardia.it/qaria/doc_CampagneMezziMob.asp, dove sono disponibili tutte le relazioni delle singole campagne.

3.2 - La valutazione della qualità dell'aria rispetto alla normativa vigente.

3.2.1 - Gli effetti sulla salute e sull'ambiente

L'importanza della determinazione degli inquinanti atmosferici è conseguente all'influenza che tali sostanze hanno sulla salute degli esseri viventi e sull'ambiente in generale.

Gli inquinanti atmosferici hanno effetti diversi sui vari organismi a seconda della concentrazione atmosferica, del tempo di permanenza e delle loro caratteristiche fisico-chimiche. D'altro canto anche la sensibilità di piante ed animali agli inquinanti atmosferici è differente a seconda delle peculiarità degli organismi stessi e del tempo di esposizione cui sono sottoposti. Ne consegue che la valutazione degli effetti sull'ambiente e sulla salute è complessa ed articolata.

Gli apparati più soggetti agli effetti delle sostanze immesse in atmosfera sono quelli deputati alla respirazione e alla fotosintesi. Le sostanze più dannose sono quelle di tipo gassoso e le particelle più sottili che riescono ad arrivare nelle profondità dell'apparato respiratorio e fotosintetico superando le barriere di difesa presenti nelle vie aeree superiori e negli apparati fogliari. Le patologie conseguenti possono perciò interessare i bronchi, il parenchima o la pleura così come il floema fogliare.

Gli effetti degli inquinanti possono essere di tipo acuto, quando insorgono dopo un breve periodo di esposizione (ore o giorni) ad elevate concentrazioni di inquinanti, o di tipo cronico, se si manifestano dopo un lungo periodo (anni o decenni) ad esposizioni non necessariamente elevate ma continue.

La conoscenza dei meccanismi di azione degli inquinanti necessita di ulteriori approfondimenti poiché, se da un lato si hanno informazioni sugli effetti acuti provocati da una singola sostanza, dall'altro non sono ben noti gli effetti cronici delle miscele di inquinanti a concentrazioni poco elevate. D'altronde recenti indagini segnalano un aumento proprio delle patologie bronchiali e polmonari e dei danni alla vegetazione conseguenti al peggioramento degli ambienti sottoposti alla pressione antropica. Questi segnali rendono evidente l'urgenza di approfondire le relazioni tra il degrado della qualità dell'aria e l'incremento delle malattie respiratorie e di esaminare la tossicità dello smog fotochimico sulle piante.

L'inquinamento produce anche un danno sociale, relativo alla popolazione nel suo complesso: danni apparentemente trascurabili possono produrre un aumento della frequenza della malattia. La prevenzione diventa quindi imperativa sia a livello individuale (limitazione del fumo, minor utilizzo di automobili e moto, ecc.) sia a livello collettivo (ad esempio normative e sanzioni adeguate) così da indurre dei cambiamenti volti al miglioramento della qualità dell'aria nel comportamento dei singoli e dell'intera società.

Tuttavia è molto difficile stabilire se e in che misura l'inquinamento dell'aria è responsabile di una malattia respiratoria o della morte di una pianta. Infatti è necessario calcolare l'influsso di tutti i fattori potenzialmente influenti come l'effetto combinato della miscela di sostanze presenti in atmosfera e lo stato di salute e sociale del paziente, piuttosto che il succedersi di eventi siccitosi che possono rendere più sensibile la vegetazione a certi inquinanti.

Per misurare e caratterizzare la miscela di sostanze nocive presenti nell'aria si possono utilizzare diversi tipi di indicatore. La nicotina, ad esempio, è un indicatore molto specifico per l'intero miscuglio di sostanze tossiche prodotte dalla combustione del tabacco.

Gli ossidi di azoto (NO_x) sono indicatori non specifici, nel senso che quanto più elevata è la loro concentrazione, tanto è maggiore l'inquinamento atmosferico nel suo complesso. Dagli studi epidemiologici più recenti emerge un'evidenza medica e scientifica dovuta all'esposizione al particolato fine (particelle di dimensione inferiore ai 10 µm) e ultrafine (particelle di dimensione inferiore a 0.1 µm). Il particolato atmosferico di queste dimensioni riesce a penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. Si parla infatti di frazione "respirabile" per le particelle di diametro al di sotto di 10 µm, e toracica per quelle più piccole di 2.5 µm.

Non essendo la salute un parametro misurabile si cerca di rilevare le conseguenze dell'inquinamento atmosferico, come il peggioramento della funzione polmonare o i giorni di attacchi di asma, la frequenza di emicranie e irritazioni agli occhi. Possono venire considerate anche la frequenza del ricorso a prestazioni mediche.

Stabilire nessi tra la qualità dell'aria e le sue conseguenze sulla salute degli esseri viventi e sugli ecosistemi è una questione molto complessa; l'azione patologica di alcuni inquinanti è spesso amplificata dalla presenza in aria di altre sostanze; l'effetto dell'esposizione può manifestarsi anche con un ritardo di diversi anni; gli effetti dell'inquinamento atmosferico si manifestano spesso con la diffusione di patologie croniche, raramente caratterizzate da improvvisi picchi epidemici.

3.2.2 – La normativa sugli inquinanti atmosferici

Il recente Decreto Legislativo n° 155 del 13/08/2010 ha recepito la direttiva quadro sulla qualità dell'aria 2008/50/CE, istituendo a livello nazionale un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.

Il decreto stabilisce i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo, PM10 e introduce per la prima volta un valore limite per il PM2.5, pari a 25 µg/m³ da raggiungere entro il 31 dicembre 2015.

Per quest'ultimo inquinante fissa inoltre l'obiettivo di riduzione nazionale dell'esposizione: la media delle concentrazioni di PM2.5 misurate in aree urbane rappresentative dell'esposizione media della popolazione deve diminuire di una percentuale prefissata dal triennio 2008-2010 al triennio 2018-2020 anche laddove si avessero valori inferiori al valore limite.

Il decreto fissa inoltre i valori obiettivo, gli obiettivi a lungo termine, le soglie di allarme e di informazione per l'ozono, e i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

Rispetto alla tempistica entro cui i valori limite devono essere raggiunti, conformemente a quanto previsto dalla norma europea, è introdotta la possibilità di derogare ai limiti di PM10, NO₂ e benzene per un periodo di tempo limitato, se è stato attuato un piano di risanamento secondo quanto previsto dalla norma e, per il PM10, se sussistono condizioni meteorologiche sfavorevoli.

È richiesto, inoltre, che in alcune stazioni venga misurata non solo la massa del particolato atmosferico, ma anche la sua composizione, al fine di poter stimare in modo più approfondito la sua pericolosità e le dinamiche di formazione, valutando meglio il contributo delle principali sorgenti e misurando i composti tossicologicamente più rilevanti.

Il decreto stabilisce che per le zone in cui i livelli di inquinanti presenti nell'aria ambiente superano un valore limite o un valore obiettivo, le regioni devono provvedere a predisporre piani per la qualità dell'aria, al fine di conseguire il relativo valore limite o valore obiettivo predefinito. Per le aree, invece, in cui i livelli di inquinanti sono inferiori ai valori limite, le regioni devono adottare le misure necessarie per preservare la migliore qualità dell'aria che risulti compatibile con lo sviluppo sostenibile.

La Tabella 3.2.1 riassume i limiti previsti dalla normativa per i diversi inquinanti considerati. Sono inclusi sia i limiti a lungo termine che i livelli di allarme.

Tabella 3.2.1 : Valori limite, valori obiettivo e livelli critici dei principali inquinanti.				
Biossido di Zolfo (SO₂)	Valore Limite (µg/m³)		Periodo di mediazione	Legislazione
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 24 volte per anno civile)	350	1 ora	D.Lgs. n. 155 13/08/10
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 3 volte per anno civile)	125	24 ore	D.Lgs. n. 155 13/08/10
	Livello critico protezione ecosistemi	20	Anno civile e inverno (1 ott – 31 mar)	D.Lgs. n. 155 13/08/10
	Soglia di allarme	500	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)	D.Lgs. n. 155 13/08/10
Biossido di Azoto (NO₂)	Valore Limite (µg/m³)		Periodo di mediazione	Legislazione
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 18 volte per anno civile)	200	1 ora	D.Lgs. n. 155 13/08/10
	Valore limite protezione salute umana	40	Anno civile	D.Lgs. n. 155 13/08/10
	Soglia di allarme	400	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)	D.Lgs. n. 155 13/08/10
Ossidi di Azoto (NO_x)	Livello critico (µg/m³)		Periodo di mediazione	Legislazione
	Livello critico protezione vegetazione	30	Anno civile	D.Lgs. n. 155 13/08/10
Monossido di Carbonio (CO)	Valore Limite (mg/m³)		Periodo di mediazione	Legislazione
	Valore limite protezione salute umana	10	8 ore	D.Lgs. n. 155 13/08/10

Tabella 3.2.1 : (segue) Valori limite, valori obiettivo e livelli critici dei principali inquinanti.

Ozono (O₃)	Valore Limite (µg/m³)		Periodo di mediazione	Legislazione
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana (da non superare più di 25 volte per anno civile)	120	8 ore su 3 anni	D.Lgs. n. 155 13/08/10
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione	18000 µg/m³h	AOT40 (mag-lug) su 5 anni	D.Lgs. n. 155 13/08/10
	Soglia di informazione	180	1 ora	D.Lgs. n. 155 13/08/10
	Soglia di allarme	240	1 ora	D.Lgs. n. 155 13/08/10
PM10	Valore Limite (µg/m³)		Periodo di mediazione	Legislazione
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 35 volte per anno civile)	50	24 ore	D.Lgs. n. 155 13/08/10
	Valore limite protezione salute umana	40	Anno civile	D.Lgs. n. 155 13/08/10
PM2,5	Valore Limite (µg/m³)		Periodo di mediazione	Legislazione
	Valore limite	25	Anno civile	D.Lgs. n. 155 13/08/10
Idrocarburi non Metanici	Valore Limite/Obiettivo (µg/m³)		Periodo di mediazione	Legislazione
Benzene (C₆H₆)	Valore limite	5	Anno civile	D.Lgs. n. 155 13/08/10
Benzo(a)pirene (BaP)	Valore obiettivo	0,001	Anno civile	D.Lgs. n. 155 13/08/10
Elementi nel PM₁₀	Valore Limite/Obiettivo (ng/m³)		Periodo di mediazione	Legislazione
Piombo (Pb)	Valore limite	500	Anno civile	D.Lgs. n. 155 13/08/10
Arsenico (As)	Valore obiettivo	6	Anno civile	D.Lgs. n. 155 13/08/10
Cadmio (Cd)	Valore obiettivo	5	Anno civile	D.Lgs. n. 155 13/08/10
Nichel (Ni)	Valore obiettivo	20	Anno civile	D.Lgs. n. 155 13/08/10

3.3 – L'analisi dei singoli inquinanti atmosferici

Nel seguito si analizzano le concentrazioni ed i trend dei vari inquinanti e si confrontano con i limiti di legge. Tutti i dati utilizzati per le elaborazioni relativi a SO₂, CO, NO_x, benzene e O₃ sono normalizzati secondo fattori di conversione calcolati in condizioni standard (20 °C - 101.3 kPa).

3.3.1 - Il Biossido di Zolfo (SO₂)

Il biossido di zolfo, o anidride solforosa, è un gas la cui presenza in atmosfera è da ricondursi alla combustione di combustibili fossili contenenti zolfo, quali carbone, petrolio e derivati. Per quanto riguarda il traffico veicolare, che contribuisce alle emissioni solo in maniera secondaria, la principale sorgente di biossido di zolfo è costituita dai veicoli con motore diesel. Dal 1970 ad oggi la tecnologia ha reso disponibili combustibili a basso tenore di zolfo, il cui utilizzo è stato imposto dalla normativa. Le concentrazioni di biossido di zolfo sono così rientrate nei limiti legislativi previsti. In particolare in questi ultimi anni grazie al passaggio al gas naturale le concentrazioni si sono ulteriormente ridotte.

Data l'elevata solubilità in acqua, il biossido di zolfo contribuisce al fenomeno delle piogge acide trasformandosi in anidride solforica e, successivamente, in acido solforico, a causa delle reazioni con l'umidità presente in atmosfera.

Gli effetti registrati ai danni della salute umana variano a seconda della concentrazione e del tempo di esposizione, e vanno da irritazioni a occhi e gola già a basse concentrazioni, a patologie dell'apparato respiratorio come bronchiti, tracheiti e malattie polmonari in caso di esposizione prolungata a concentrazioni maggiori.

Nella Tabella 3.3.1 si confrontano i livelli misurati con i valori di riferimento, definiti dal D.Lgs. 155/2010.

Tabella 3.3.1 – Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa.

SO ₂	Rendimento	Protezione ecosistemi	Protezione salute umana	
Stazione	%	Media annua 2010 µg/m ³	n° sup. media 1h > 350 µg/m ³ [limite: non più di 24 volte/anno]	n° sup. media 24h > 125 µg/m ³ [limite: non più di 3 volte/anno]
MI-Pascal	98	2.8	0	0
Cormano	86	3.1	0	0
Limite di Pioltello	96	1.6	0	0
Legnano	94	3.3	0	0
Magenta	97	2.6	0	0
Turbigo	79	3.2	0	0
Galliate (NO)	76	3.6	0	0
Cassano d'Adda	98	1.0	0	0
Truccazzano	97	3.7	0	0

Il rendimento medio degli SO₂ è stato del 91%.

Nel confronto con i valori limite di tabella 3.3.1 le concentrazioni di SO₂ non hanno mai superato (0%) la soglia di allarme, né i valori limite per la protezione della salute umana, sia quello orario, sia quello sulle 24 ore, e neppure quello annuale per la protezione degli ecosistemi.

La Figura 3.3.1 mostra l'andamento mensile delle concentrazioni di SO₂. La Figura 3.3.2 mostra invece il trend annuale di questo inquinante.

Figura 3.3.1

Concentrazioni mensili di SO₂ registrate nelle province di Milano e di Monza e Brianza nell'anno 2010

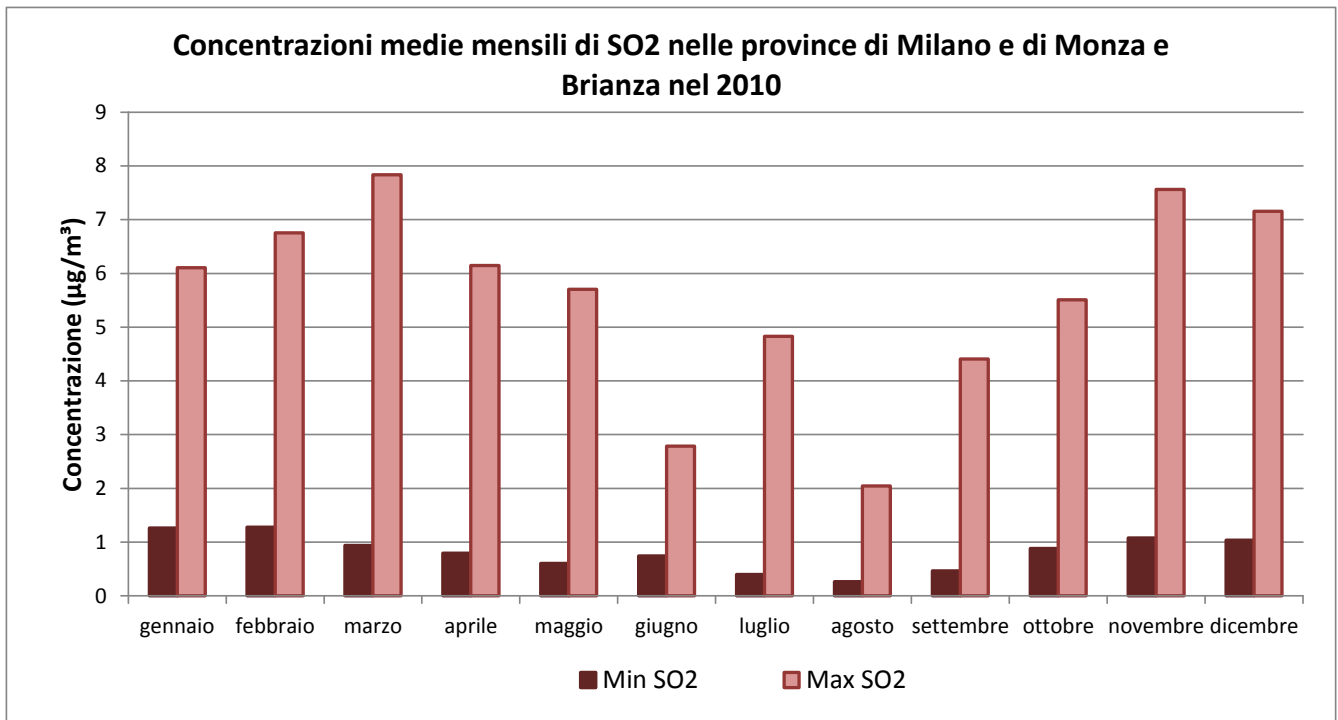
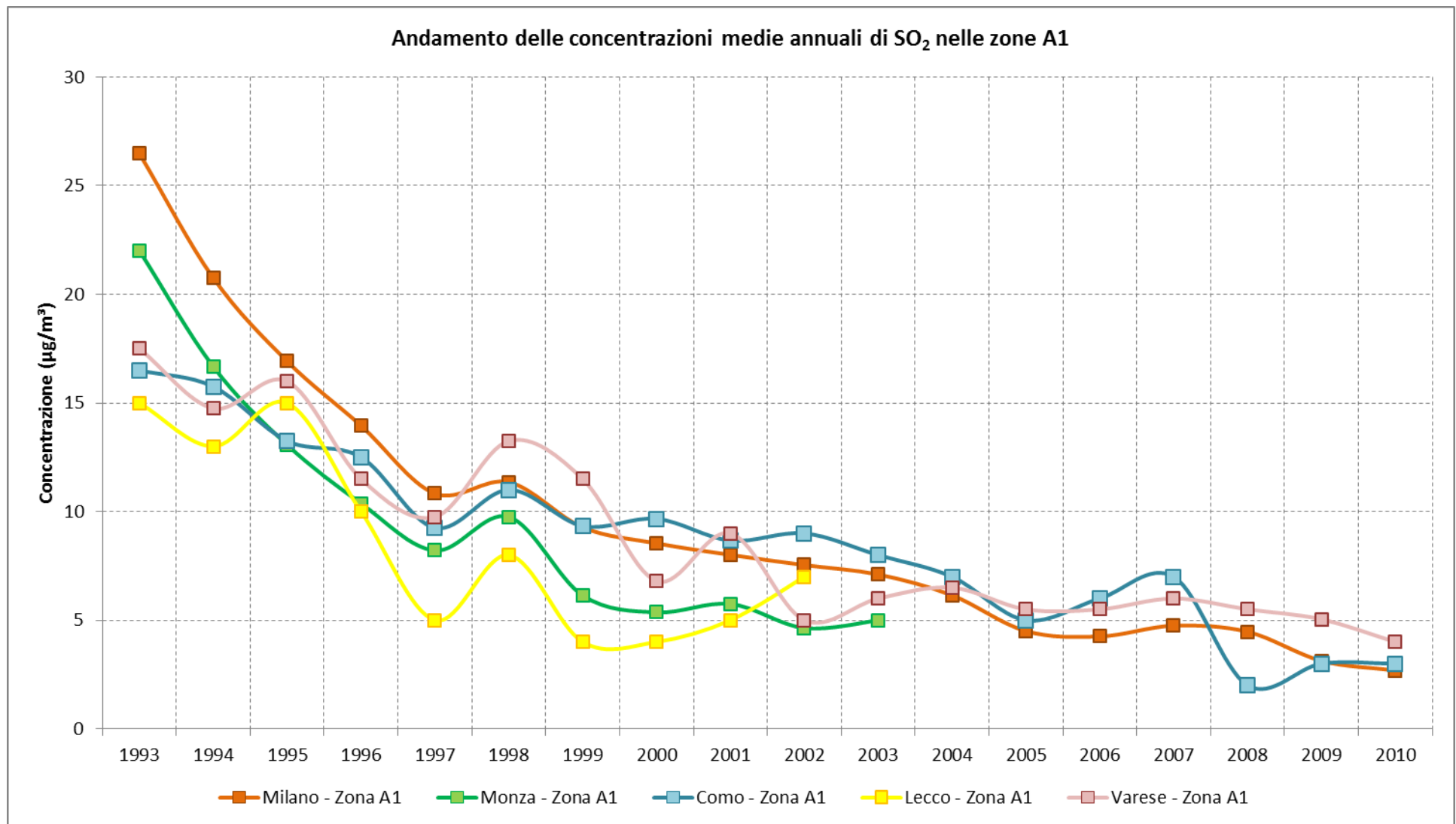


Fig. 3.3.2 – SO₂



3.3.2 - Gli Ossidi di Azoto (NO e NO₂)

Gli ossidi di azoto in generale (NO_x), vengono prodotti durante i processi di combustione a causa della reazione che, ad elevate temperature, avviene tra l'azoto e l'ossigeno contenuto nell'aria. Tali ossidi, perciò, vengono emessi direttamente in atmosfera a seguito di tutti i processi di combustione ad alta temperatura (impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali, centrali di potenza, ecc.), per ossidazione dell'azoto atmosferico e, solo in piccola parte, per l'ossidazione dei composti dell'azoto contenuti nei combustibili utilizzati. Nel caso del traffico autoveicolare, le quantità più elevate di questi inquinanti si rilevano quando i veicoli sono a regime di marcia sostenuta e in fase di accelerazione, poiché la produzione di NO_x aumenta all'aumentare del rapporto aria/combustibile, cioè quando è maggiore la disponibilità di ossigeno per la combustione.

L'NO₂ è un inquinante per lo più secondario, che si forma in seguito all'ossidazione in atmosfera dell'NO, relativamente poco tossico. Esso svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di inquinanti secondari molto pericolosi come l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso. Una volta formati, questi inquinanti possono depositarsi al suolo per via umida (tramite le precipitazioni) o secca, dando luogo al fenomeno delle piogge acide, con conseguenti danni alla vegetazione e agli edifici.

Gli NO_x, ed in particolare l'NO₂, sono gas nocivi per la salute umana in quanto possono provocare irritazioni delle mucose, bronchiti e patologie più gravi come edemi polmonari. I soggetti più a rischio sono i bambini e le persone già affette da patologie all'apparato respiratorio.

Nella Tabella 3.3.2 si confrontano i livelli misurati con i valori di riferimento.

Tabella 3.3.2- Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa

	NO ₂			NO _x
		D.Lgs. 155/2010 (limiti in vigore dal 1/1/2010)		D.Lgs. 155/2010
	Dati di sintesi	protezione salute umana		protezione ecosistemi
Stazione	Rendimento	n° sup media 1h > 200 µg/m ³ [limite: non più di 18 volte/anno	media anno [limite: 40 µg/m ³]	media anno [limite: 30 µg/m ³]
	%	n. di ore	µg/m ³	µg/m ³
MI-Marche	99	25	73	n.a.
MI-Zavattari	96	2	64	n.a.
MI-Senato	90	0	66	n.a.
MI-Verziere	99	0	50	n.a.
MI-Pascal	99	4	59	n.a.
MI-Liguria	99	3	59	n.a.
MI-Abbiategrasso	95	0	41	n.a.
MI-Parco Lambro	99	0	54	n.a.
Sesto San Giovanni	98	0	64	n.a.
Cinisello Balsamo	93	26	75	n.a.
Cormano	92	36	61	n.a.
Limite di Pioltello	94	0	33	n.a.
Trezzo sull'Adda	94	0	30	n.a.
Garbagnate Milanese	91	0	38	n.a.
Lainate	97	3	54	n.a.
Arese	87	0	40	n.a.
Rho	93	0	53	n.a.
Legnano	97	1	47	n.a.
Pero	98	6	58	n.a.
Settimo Milanese	92	0	50	n.a.
Corsico	92	1	52	n.a.
Lacchiarella	99	0	32	n.a.
Motta Visconti	97	0	24	n.a.
Abbiategrasso	94	0	63	n.a.
Magenta	95	0	41	n.a.
Arconate	95	0	28	n.a.
Robecchetto	96	0	25	n.a.
Turbigo	96	0	26	n.a.
Galliate (NO)	89	0	24	n.a.
Castano Primo	94	0	27	n.a.
Cuggiono	91	0	27	n.a.
Cassano d'Adda	95	0	30	n.a.
Cassano d'Adda 2	70	0	54	n.a.
Casirate d'Adda (BG)	87	0	35	n.a.

Rivolta d'Adda (CR)	67	0	35	n.a.
Inzago	84	0	32	n.a.
Truccazzano	95	0	55	n.a.
Monza Macchiavelli	88	0	41	n.a.
Agrate Brianza	94	0	44	n.a.
Carate Brianza	89	0	52	n.a.
Limbate	96	1	48	n.a.
Meda	97	1	55	n.a.
Villasanta	47	0	52	n.a.
Vimercate	88	0	39	n.a.

Note: in **grassetto** i casi di non rispetto del limite; non sono calcolati i parametri relativi alla protezione degli ecosistemi perché nessuna stazione è posizionata con questo scopo, secondo le prescrizioni dell'Allegato III paragrafo 3 punto 2 del D.Lgs. 155/2010

Il rendimento medio degli NO₂ è stato del 94%.

Nel confronto con i valori limite di tabella 3.3.2, le concentrazioni di NO₂ non hanno mai superato (0%) la soglia di allarme, mentre sono stati superati il limite annuale (nel 61% dei casi) e il limite orario (in 12 casi) per la protezione della salute umana.

La Figura 3.3.3 mostra l'andamento mensile delle concentrazioni di NO₂. La Figura 3.3.4 mostra invece il trend annuale di questo inquinante.

Figura 3.3.3

Concentrazioni mensili di NO₂ registrate nelle province di Milano e di Monza e Brianza nell'anno 2010

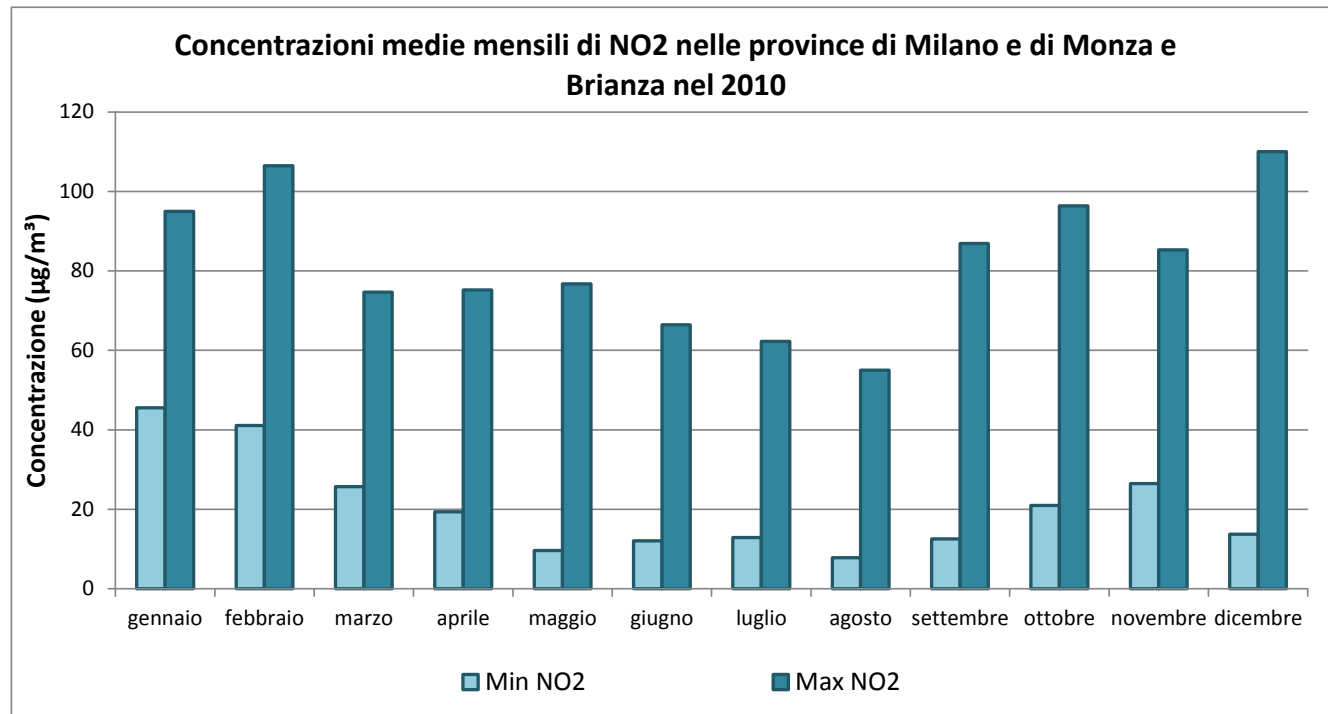
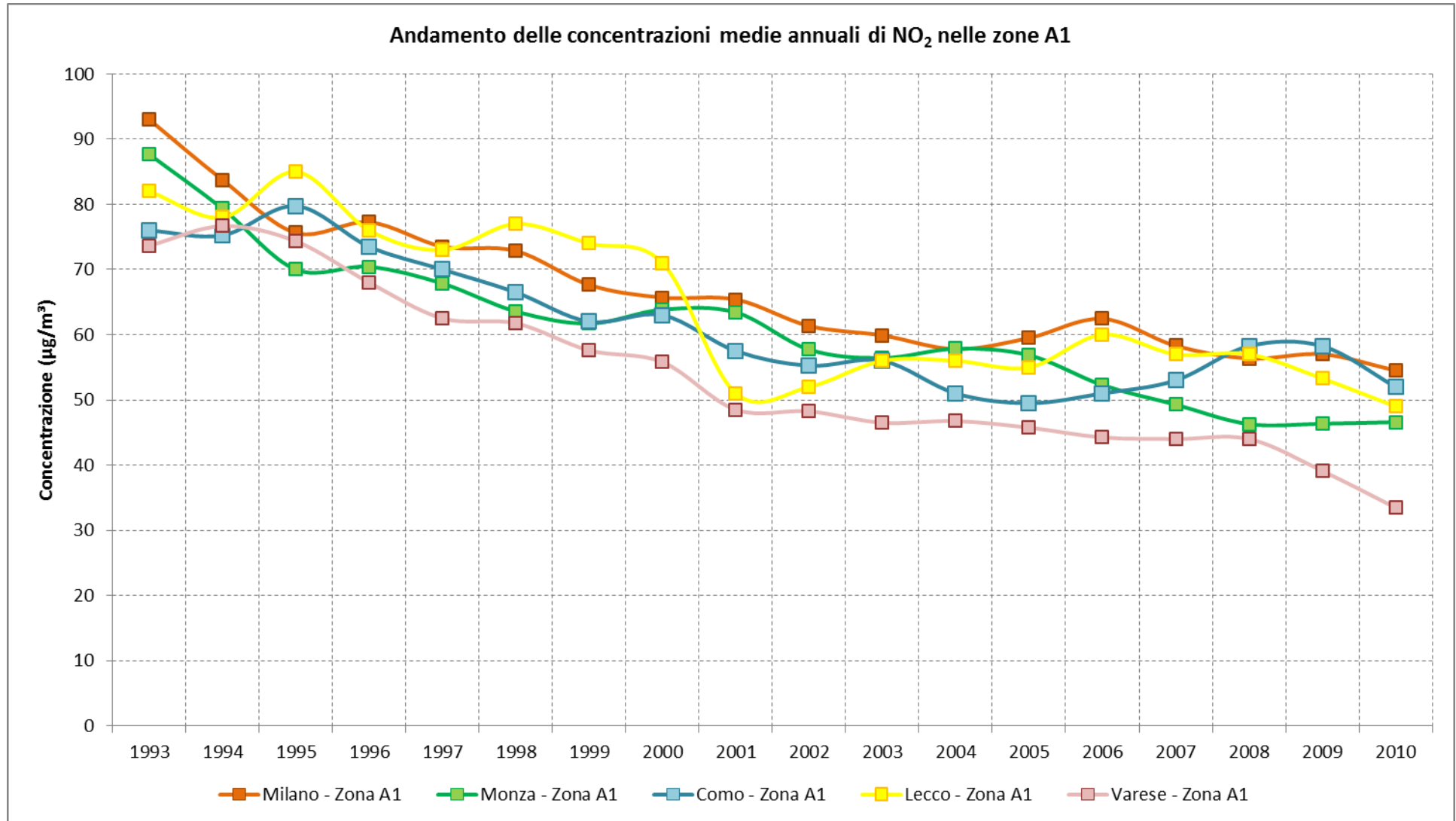


Fig. 3.3.4 – NO₂



3.3.3 - Il monossido di carbonio (CO)

Il monossido di carbonio (CO) è un gas risultante dalla combustione incompleta di gas naturali, propano, carburanti, benzine, carbone e legna. Le fonti di emissione di questo inquinante sono sia di tipo naturale che di tipo antropico; in natura, il CO viene prodotto in seguito a incendi, eruzioni dei vulcani ed emissioni da oceani e paludi. La principale fonte di emissione da parte dell'uomo è invece costituita dal traffico autoveicolare, oltre che da alcune attività industriali come la produzione di ghisa e acciaio, la raffinazione del petrolio, la lavorazione del legno e della carta.

Le sue concentrazioni in aria ambiente sono strettamente legate ai flussi di traffico locali, e gli andamenti giornalieri rispecchiano quelli del traffico, raggiungendo i massimi valori in concomitanza delle ore di punta a inizio e fine giornata, soprattutto nei giorni feriali.

Durante le ore centrali della giornata i valori tendono a calare, grazie anche ad una migliore capacità dispersiva dell'atmosfera. In Lombardia, a partire dall'inizio degli anni '90 le concentrazioni di CO sono in calo, soprattutto grazie all'introduzione delle marmitte catalitiche sui veicoli e al miglioramento della tecnologia dei motori a combustione interna (introduzione di veicoli Euro 4).

Il CO può venire assunto dall'organismo umano per via inalatoria, ha la capacità di legarsi con l'emoglobina in quanto ha una maggiore affinità rispetto all'O₂, e forma con essa carbossiemoglobina, riducendo così la capacità del sangue di trasportare ossigeno ai tessuti. Gli effetti nocivi sono quindi riconducibili ai danni causati dall'ipossia a carico del sistema nervoso, cardiovascolare e muscolare, comportando una diminuzione delle funzionalità di tali apparati e affaticamento, sonnolenza, emicrania e difficoltà respiratorie.

Nella Tabella 3.3.3 si confrontano i livelli misurati con i valori di riferimento.

Tabella 3.3.3 - Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa

CO	Dati di sintesi			D.Lgs. 155/2010
Stazione	Rendimento	Media anno 2010	Media mobile 8 ore	protezione salute umana
	%	mg/m ³	n. ore > 10 mg/m ³	Max media 8h
				[limite: 10 mg/m ³]
MI-Marche	98	1.4	0	4.3
MI-Zavattari	98	1.2	0	3.7
MI-Senato	99	1.3	0	3.7
MI-Verziere	95	1.2	0	3.3
MI-Liguria	99	1.2	0	3.8
Sesto San Giovanni	99	0.9	0	2.9
Cinisello Balsamo	95	1.1	0	3.6
Cormano	87	0.9	0	3.2
Limite di Pioltello	90	0.9	0	4.4
Trezzo sull'Adda	96	0.8	0	2.9
Garbagnate Milanese	94	1.2	0	5.2

Lainate	98	1.1	0	3.7
Arese	98	0.9	0	3.4
Rho	95	1.1	0	3.4
Legnano	91	1.1	0	3.5
Pero	94	0.9	0	3.6
Settimo Milanese	98	1.3	0	3.4
Corsico	93	1.0	0	3.6
Abbiategrasso	94	0.9	0	2.5
Magenta	94	1.1	0	3.3
Arconate	95	0.8	0	2.5
Robecchetto	96	0.7	0	2.3
Cassano d'Adda 2	99	1.0	0	2.7
Truccazzano	99	0.9	0	2.3
Monza Macchiavelli	94	0.8	0	2.9
Carate Brianza	97	0.9	0	3.3
Limbate	87	1.2	0	3.9
Meda	96	1.3	0	4.2
Villasanta	67	0.9	0	2.8
Vimercate	97	1.1	0	3.8

Nota: in **grassetto** i casi di non rispetto del limite

Il rendimento medio del CO è stato del 95%.

Nel confronto con i valori limite di tabella 3.3.3, le concentrazioni di CO non hanno mai superato (0%) il valore limite sulle 8 ore per la protezione della salute umana.

La Figura 3.3.5 mostra l'andamento mensile delle concentrazioni di CO. La Figura 3.3.6 mostra invece il trend annuale di questo inquinante.

Figura 3.3.5

Concentrazioni mensili di CO registrate nelle provincie di Milano e di Monza e Brianza nell'anno 2010

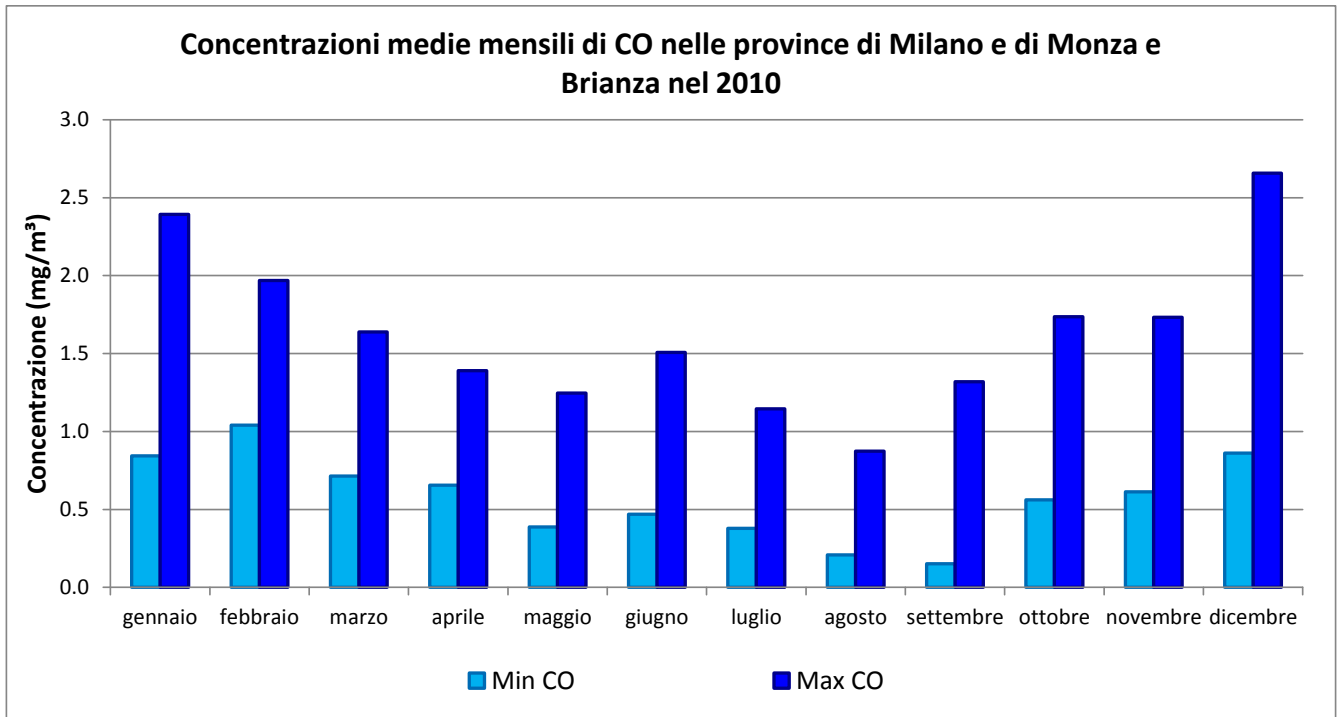
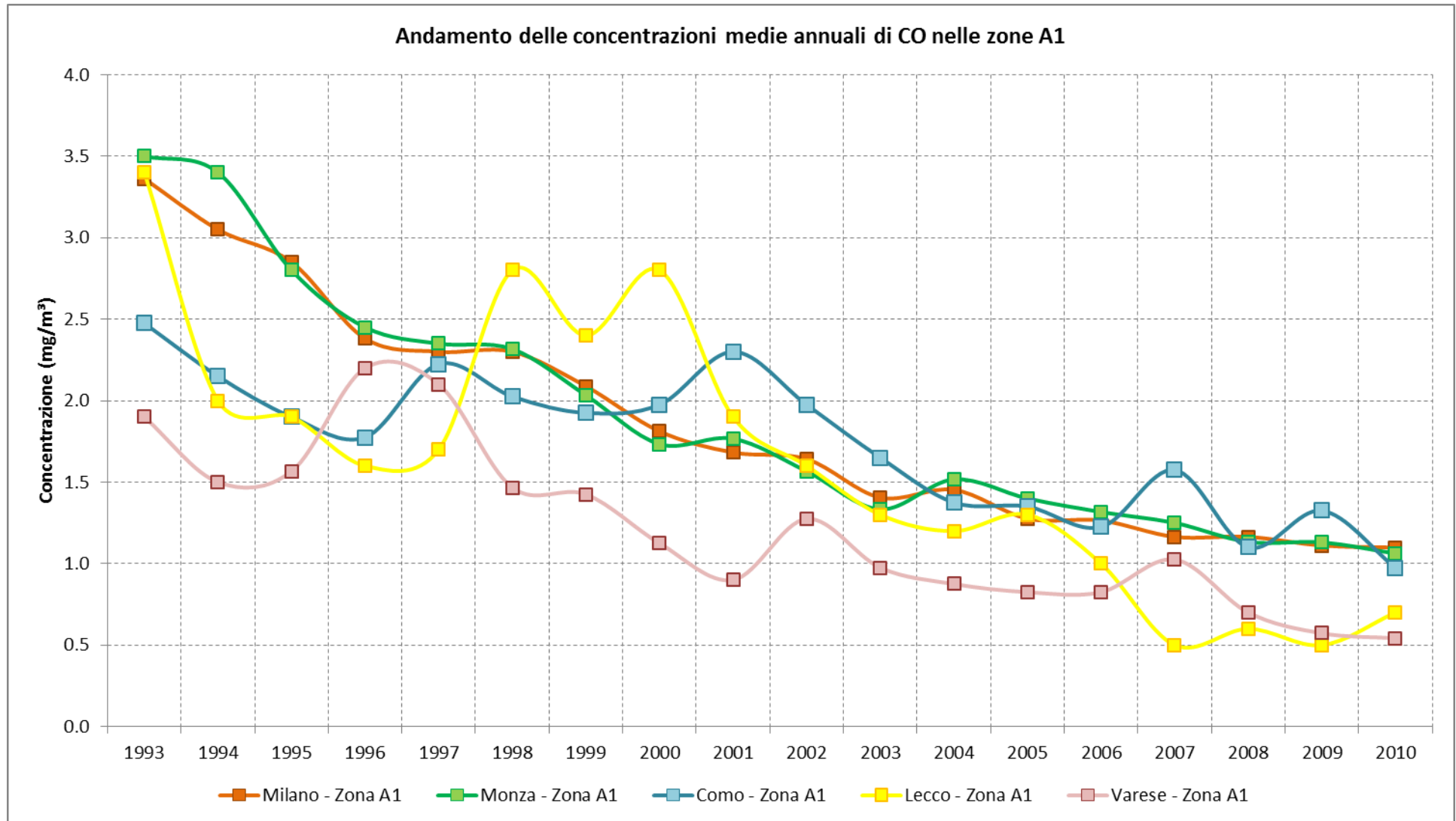


Fig. 3.3.6 – CO



3.3.4 – L'Ozono (O₃)

L'Ozono è un inquinante secondario, che non ha sorgenti emissive dirette di rilievo. La sua formazione avviene in seguito a reazioni chimiche in atmosfera tra i suoi precursori (soprattutto ossidi di azoto e composti organici volatili), favorite dalle alte temperature e dal forte irraggiamento solare. Tali reazioni causano la formazione di un insieme di diversi composti, tra i quali, oltre all'ozono, nitrati e solfati (costituenti del particolato fine), perossiacetilnitrato (PAN), acido nitrico e altro ancora, che nell'insieme costituiscono il tipico inquinamento estivo detto smog fotochimico.

A differenza degli inquinanti primari, le cui concentrazioni dipendono direttamente dalle quantità dello stesso inquinante emesse dalle sorgenti presenti nell'area, la formazione di ozono risulta quindi più complessa.

La chimica dell'ozono ha come punto di partenza la presenza di ossidi di azoto, che vengono emessi in grandi quantità nelle aree urbane. Sotto l'effetto della radiazione solare (rappresentata di seguito con $h\nu$), la formazione di ozono avviene in conseguenza della fotolisi del biossido di azoto:



L'ossigeno atomico, O*, reagisce rapidamente con l'ossigeno molecolare dell'aria, in presenza di una terza molecola che non entra nella reazione vera e propria ma assorbe l'eccesso di energia vibrazionale e pertanto stabilizza la molecola di ozono che si è formata:



Una volta generato, l'ozono reagisce con l'NO, e rigenera NO₂:



Le tre reazioni descritte formano un ciclo chiuso che, da solo, non sarebbe sufficiente a causare gli alti livelli di ozono che possono essere misurati in condizioni favorevoli alla formazione di smog fotochimico. La presenza di altri inquinanti, quali ad esempio gli idrocarburi, fornisce una diversa via di ossidazione del monossido di azoto, che provoca una produzione di NO₂ senza consumare ozono, di fatto spostando l'equilibrio del ciclo visto sopra e consentendo l'accumulo dell'O₃.

Le concentrazioni di ozono raggiungono i valori più elevati nelle ore pomeridiane delle giornate estive soleggiate. Inoltre, dato che l'ozono si forma durante il trasporto delle masse d'aria contenenti i suoi precursori, emessi soprattutto nelle aree urbane, le concentrazioni più alte si osservano soprattutto nelle zone extraurbane sottovoento rispetto ai centri urbani principali. Nelle città, inoltre, la presenza di NO tende a far calare le concentrazioni di ozono, soprattutto in vicinanza di strade con alti volumi di traffico.

Essendo fortemente ossidante, l'ozono può attaccare tutte le classi delle sostanze biologiche con cui entra in contatto. Particolarmente esposti sono i tessuti delle vie respiratorie. Si riscontrano disagi e patologie dell'apparato respiratorio (irritazioni agli occhi, al naso e alla gola e mal di testa già a partire da esposizioni di soggetti sani a concentrazioni medie orarie di 200 µg/m³; decrementi della funzionalità respiratoria nei bambini e nei giovani a concentrazioni orarie nel range 160÷300 µg/m³.

Nella Tabella 3.3.4 e 3.3.5 si confrontano i livelli misurati con i valori di riferimento.

Tabella 3.3.4 - Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa

O3	Dati di sintesi		D. Lgs. 155/2010	
	Rendimento	Media anno 2010	n. giorni di supero della soglia di informazione (180 µg/m ³)	n. giorni di supero della soglia d'allarme (240 µg/m ³)
	%	µg/m ³	n. di giorni interessati da almeno un sup. orario	n. di giorni interessati da almeno un sup. orario
MI – Parco Lambro	99	42	10	0
MI – Pascal	96	45	13	0
MI – Verziere	94	36	2	0
Arconate	96	51	17	0
Arese	99	37	6	0
Casirate d'Adda (BG)	97	44	1	0
Cassano d'Adda	99	39	4	0
Cormano	89	44	22	1
Corsico	93	41	2	0
Cuggiono	79	47	6	0
Inzago	90	39	0	0
Lacchiarella	99	49	4	0
Legnano	97	39	11	0
Limite di Pioltello	95	43	10	0
Magenta	98	43	5	0
Motta Visconti	99	53	1	0
Trezzo sull'Adda	98	54	21	0
Monza Machiavelli	94	39	12	0
Agrate Brianza	98	36	9	0
Carate Brianza	96	43	11	0
Limbate	95	38	8	0
Meda	98	47	18	0
Vimercate	96	51	19	0

Tabella 3.3.5 - Confronto con i valori bersaglio e gli obiettivi al lungo termine

O3	D. Lgs. 155/2010				Programma CAFE
	protezione salute umana		protezione vegetazione		
	Stazione	n° sup. media 8h >120 µg/m ³ (anno 2010)	n° sup. media 8h >120 µg/m ³ mediando su ultimi 3 anni (max 25 gg)	AOT40 mag-lug mediando su ultimi 5 anni [limite:18000 µg/m ³ ·h]	AOT40 mag-lug (anno 2010)
MI – Parco Lambro	54	46	30369	32700	6499
MI – Pascal	56	66	26029	36904	7076
MI – Verziere	25	32	15403	17453	3571
Arconate	69	61	33049	41142	8176
Arese	37	30	18876	24389	5023
Casirate d'Adda (BG)	50	41	25350	28900	6448
Cassano d'Adda	50	36	24348	29771	5787
Cormano	51	49	28706	39883	6452
Corsico	30	27	17501	21826	4863
Cuggiono	52	69	33841	30966	5990
Inzago	32	25	24276	22341	4554
Lacchiarella	57	77	40687	33381	7231
Legnano	51	44	22414	30823	6217
Limito di Pioltello	51	46	26764	35304	6413
Magenta	53	46	25805	32436	6578
Motta Visconti	59	46	27080	32083	7548
Trezzo sull'Adda	62	77	47774	46626	8186
Monza Machiavelli	43	39	24645	28887	5592
Agrate Brianza	43	42	25948	27855	5199
Carate Brianza	39	50	26804	24830	4836
Limbate	39	44	26305	26650	5119
Meda	54	39	20127	36412	7095
Vimercate	64	40	20109	40538	7616

Nota: in **grassetto** le situazioni di non rispetto del limite

Viene riportato in tabella 3.3.5 anche il calcolo dell'indicatore SOMO35 (Sum Of Means Over 35) per l'ozono. Tale indicatore, la cui valutazione non costituisce un obbligo di legge, è stato applicato dal programma CAFE (Amann et al., 2005) per il calcolo degli effetti sanitari attribuibili all'ozono. SOMO35 è la somma, calcolata per tutti i giorni dell'anno, delle eccedenze, al di sopra del valore di cut-off di 35 ppb, del massimo giornaliero delle medie su 8 ore.

Il rendimento medio degli analizzatori di O₃ è stato del 95%.

Nel confronto con i valori limite delle tabelle 3.3.4 e 3.3.5, la soglia di informazione è stata superata in tutte le stazioni ad eccezione di Inzago (96% delle stazioni), mentre la soglia di allarme solo a Cormano (4%). Nel 96% dei casi è stato superato il limite della media sulle 8 ore mediando sugli ultimi tre anni; la percentuale delle stazioni in superamento è la stessa se si considera solo il 2010. Il limite per l'AOT40, considerando la media sugli ultimi cinque anni, è stato superato nel 91% dei casi; considerando solo il 2010 il limite per l'AOT40 è superato nel 96% delle stazioni.

La Figura 3.3.7 mostra l'andamento mensile delle concentrazioni di O₃. La Figura 3.3.8 mostra il trend annuale di questo inquinante.

Figura 3.3.7

Concentrazioni mensili di O₃ registrate nelle province di Milano e di Monza e Brianza nell'anno 2010

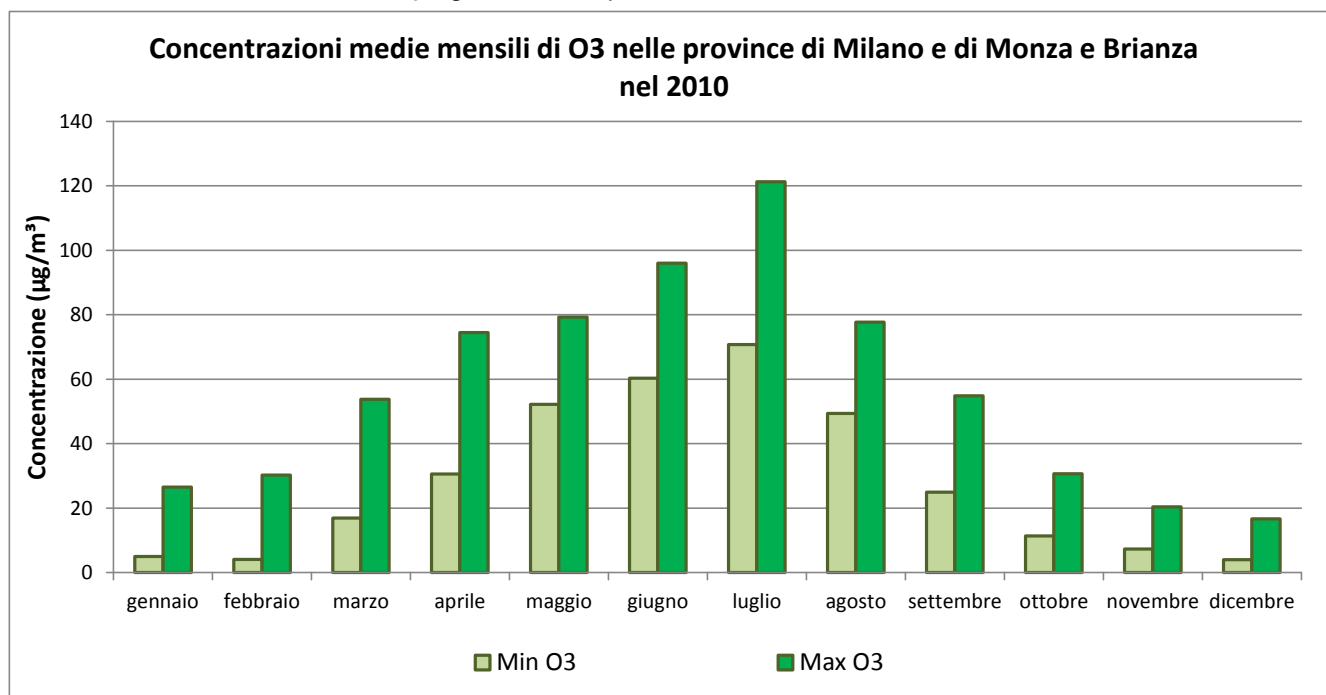
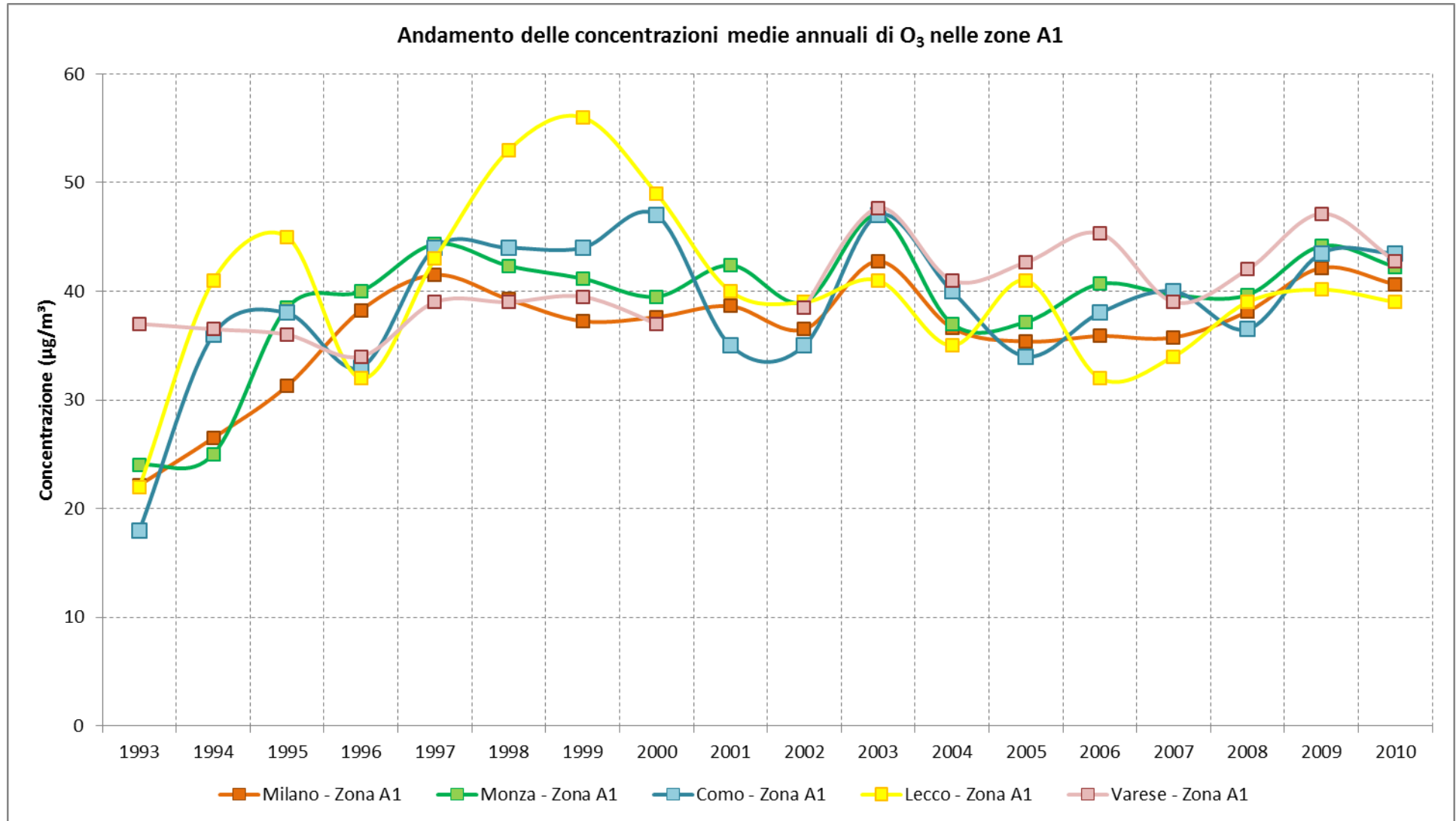


Fig. 3.3.8 - O₃



3.3.5 – Il benzene.

Il benzene (C₆H₆) è un idrocarburo aromatico sintetizzato a partire dal petrolio e utilizzato prevalentemente come antidetonante nella benzina.

La maggior parte del benzene presente nell'aria deriva da combustione incompleta di combustibili fossili: le principali fonti di emissione sono il traffico veicolare (soprattutto da motori a benzina) e diversi processi di combustione industriale.

Generalmente, gli effetti tossici provocati da questo inquinante variano a seconda della concentrazione e della durata dell'esposizione, e va sottolineato che esso, insieme ad altri composti organici volatili, è stato inserito dallo IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) tra le sostanze per le quali vi è una sufficiente evidenza di cancerogenicità per l'uomo.

Nella Tabella 3.3.6 si confrontano i livelli di benzene misurati con i valori di riferimento definiti dal D.Lgs. 155/2010.

Tabella 3.3.6 - Confronto dei valori misurati con i limiti normativi.

Benzene		
Stazione	Dati di sintesi	D.Lgs. 155/2010 (limiti in vigore dal 1/1/2010)
		protezione salute umana
	Rendimento	media anno [limite: 5 µg/m³]
	%	µg/m³
MI – Senato	88	2.3
MI – Zavattari	78	2.8

Nota: in **grassetto** i casi di non rispetto del limite
() : rendimento strumentale annuale inferiore al 75%

Il rendimento medio degli analizzatori di benzene è stato dell'83%.

Nel confronto con la normativa di tabella 3.3.6, in riferimento alla media annuale delle concentrazioni di benzene, in nessuna delle stazioni è stato superato (0%) il valore limite.

La Figura 3.3.9 mostra l'andamento mensile delle concentrazioni del benzene. La Figura 3.3.10 mostra invece il trend annuale di questo inquinante.

Figura 3.3.9

Concentrazioni mensili di benzene (C_6H_6) registrate nella città di Milano nell'anno 2010

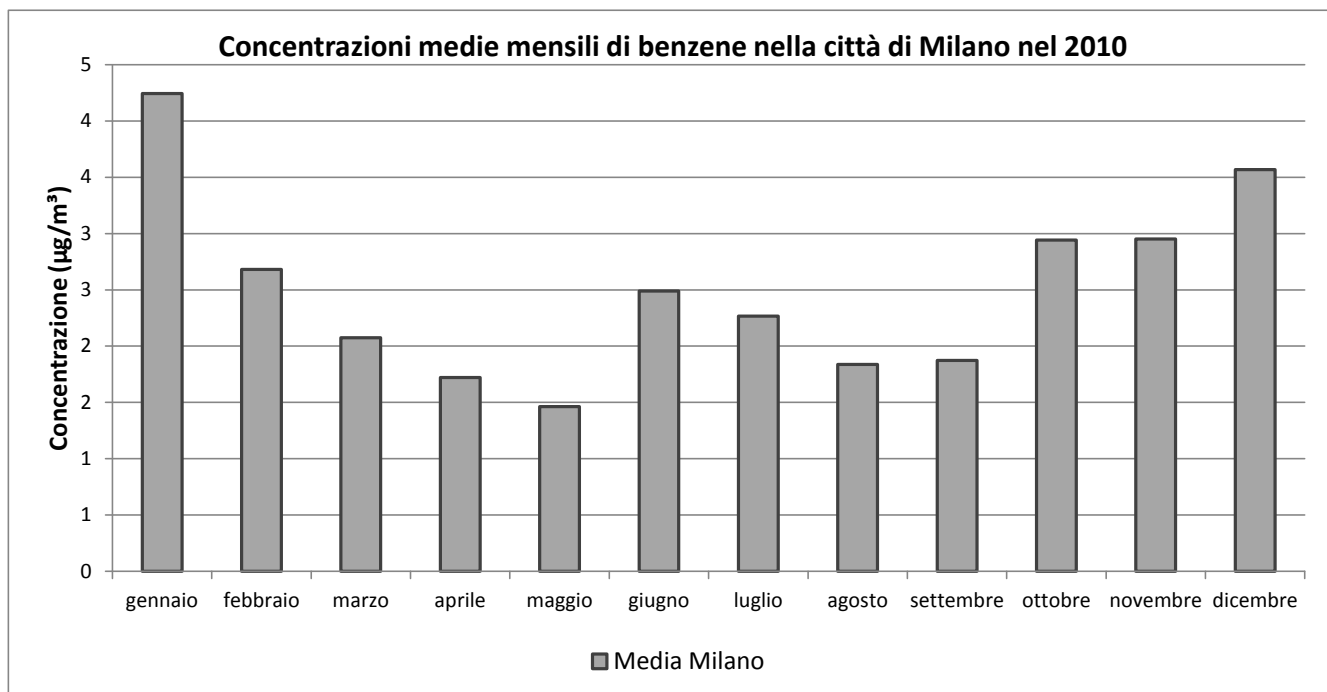
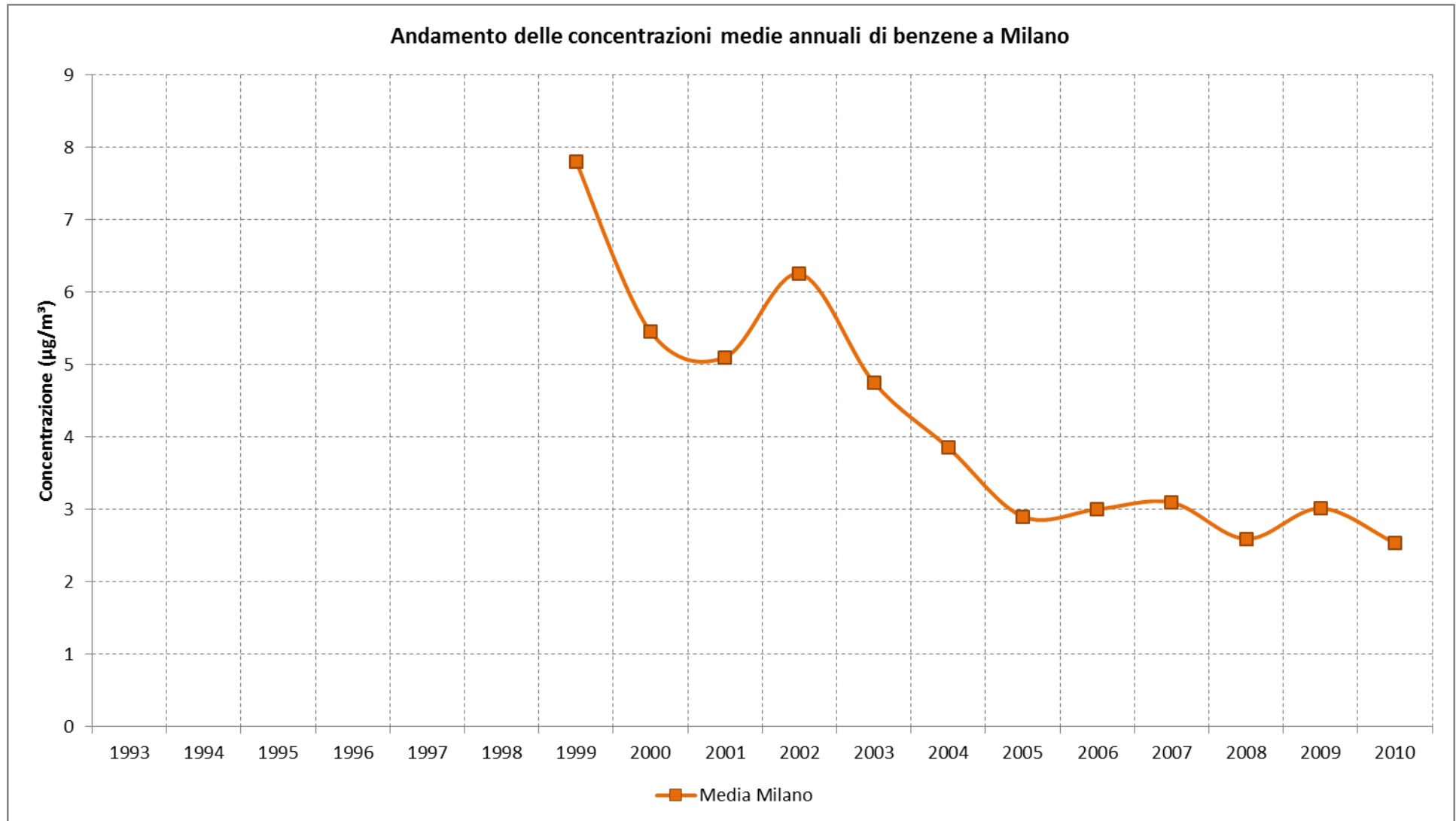


Fig. 3.3.10 –Benzene



3.3.6 - Il particolato atmosferico aerodisperso

PM (Particulate Matter) è la definizione generale con cui si definisce una miscela di particelle solide e liquide (particolato) di diverse caratteristiche chimico-fisiche e diverse dimensioni che si trovano in sospensione nell'aria.

Tali sostanze possono avere origine sia da fenomeni naturali (processi di erosione al suolo, incendi boschivi, dispersione di pollini etc.) sia, in gran parte, da attività antropiche, in particolar modo da traffico veicolare e processi di combustione. Inoltre, esiste un particolato di origine secondaria dovuto alla compresenza in atmosfera di altri inquinanti come l' NO_x e l' SO_2 che, reagendo fra loro e con altre sostanze presenti nell'aria, danno luogo alla formazione di solfati, nitrati e sali di ammonio.

L'insieme delle particelle sospese in atmosfera è chiamato PTS (Polveri Totali Sospese). Al fine di valutare l'impatto del particolato sulla salute umana si possono distinguere una frazione in grado di penetrare nelle prime vie respiratorie (naso, faringe, laringe) e una frazione in grado di giungere fino alle parti inferiori dell'apparato respiratorio (trachea, bronchi, alveoli polmonari). La prima corrisponde a particelle con diametro aerodinamico inferiore a $10\ \mu\text{m}$ (PM_{10}), la seconda a particelle con diametro aerodinamico inferiore a $2.5\ \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2.5}$).

A causa della sua composizione, il particolato presenta una tossicità che non dipende solo dalla quantità in massa ma dalle caratteristiche fisico-chimiche; la tossicità viene amplificata dalla capacità di assorbire sostanze gassose come gli IPA (idrocarburi policiclici aromatici) e i metalli pesanti, di cui alcuni sono potenti agenti cancerogeni. Inoltre, le dimensioni così ridotte (soprattutto per quanto riguarda le frazioni minori di particolato) permettono alle polveri di penetrare attraverso le vie aeree fino a raggiungere il tratto tracheo-bronchiale, causando disagi, disturbi e malattie all'apparato respiratorio.

Si considerano le serie di dati raccolti dalle postazioni fisse delle reti di monitoraggio. Relativamente al PM_{10} sono state considerate le serie di dati provenienti da campionatori gravimetrici e analizzatori a Raggi Beta, oppure i dati degli analizzatori a Microbilancia Oscillante, moltiplicati per i fattori di correzione di cui alla tabella 3.3.7.

gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	Ott	nov	dic
1.35	1.33	1.26	1.18	1.09	1.02	1.00	1.02	1.09	1.17	1.26	1.33

Nella Tabella 3.3.8 si sono confrontati i livelli misurati con i valori di riferimento.

Tabella 3.3.8 - Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa

PM10	Dati di sintesi	D.Lgs. 155/2010	
	Rendimento	protezione salute umana	
Stazione	%	media anno [limite: 40 µg/m ³]	n° sup. media 24h > 50 µg/m ³ [limite. non più di 35 volte/anno]
MI – Pascal	90 (**)	37	77
MI – Senato	93 (**)	41	85
MI – Verziere	98 (**)	41	85
Arese	96 (*)	37	68
Casirate d'Adda (BG)	96 (**)	38	81
Cassano d'Adda	95 (**)	40	84
Limite di Pioltello	95 (*)	38	83
Magenta	95 (*)	36	63
Rivolta d'Adda (CR)	96 (**)	39	86
Robecchetto	76 (**)	26	32
Trezzo sull'Adda	90 (**)	36	59
Turbigo	90 (*)	34	59
Monza Machiavelli	92 (**)	40	92
Meda	97 (*)	37	75
Vimercate	97 (*)	36	65

Nota: in **grassetto** i casi di non rispetto del limite

(*) TEOM

(**) Raggi Beta

(): rendimento strumentale annuale inferiore al 75%

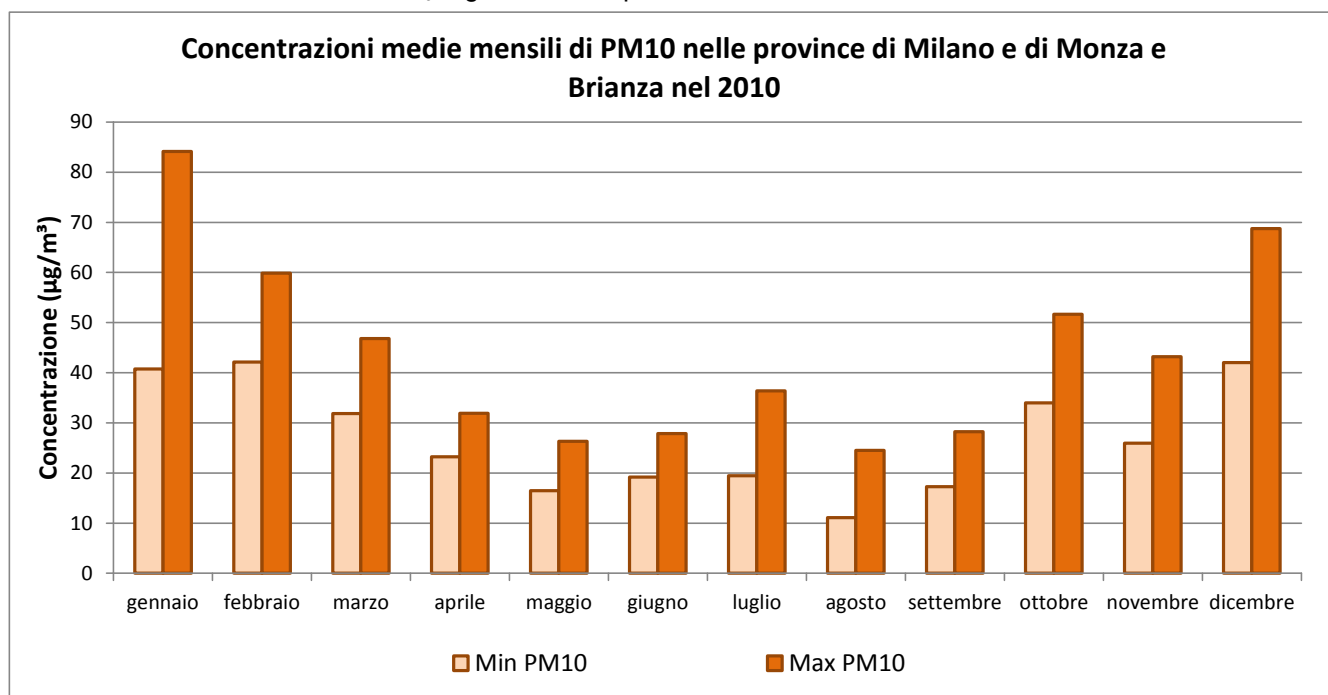
Il rendimento medio degli analizzatori di PM₁₀ è stato del 93%.

Nel confronto con i valori limite di tabella 3.3.8, le concentrazioni di PM₁₀ hanno superato il limite annuale solamente nelle stazioni di Milano-Senato e Milano-Verziere (13% dei casi), mentre il limite sulle 24 ore per la protezione della salute umana è stato superato in tutte le stazioni ad eccezione di Robecchetto (che però ha avuto un rendimento basso nei mesi invernali quando tipicamente si verifica la maggior parte dei superamenti giornalieri).

La figura 3.3.11 presenta l'andamento delle concentrazioni medie mensili nel corso dell'anno 2010, evidenziando i valori minimi e massimi registrati nel territorio della Zona A1 della Provincia di Milano. La figura 3.3.13 mostra invece il trend annuale di questo inquinante.

Figura 3.3.11

Concentrazioni mensili di PM₁₀ registrate nelle province di Milano e di Monza e Brianza nell'anno 2010



Per quanto concerne il PM_{2,5}, come già accennato, il D. Lgs. 155/2010 ha introdotto il valore limite sulla media annuale pari a 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1/01/2015.

Di seguito, nella tabella 3.3.9, si riporta la media annuale relativa all'anno 2010.

Tabella 3.3.9 - Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa

PM2,5	Rendimento	Protezione salute umana
		D.Lgs. 155/2010
Stazione	(%)	Media anno (µg/m ³) [limite: 25 µg/m ³]
MI – Pascal	90	25
Casirate d'Adda (BG)	94	31
Castano Primo	50	(24)
Monza Machiavelli	92	33

Il rendimento medio degli analizzatori di PM_{2,5} è stato del 92%, escludendo la stazione di Castano Primo, che, nel corso dei mesi di giugno, luglio, novembre e dicembre, è stata spenta per guasti gravi.

Nel confronto con i valori limite di tabella 3.3.9, le concentrazioni di PM_{2,5} hanno superato in due stazioni (67%) il limite previsto.

La figura 3.3.12 presenta l'andamento delle concentrazioni medie mensili nel corso dell'anno 2010.

Figura 3.3.12

Concentrazioni mensili di PM_{2,5} registrate a Milano e Monza nell'anno 2010

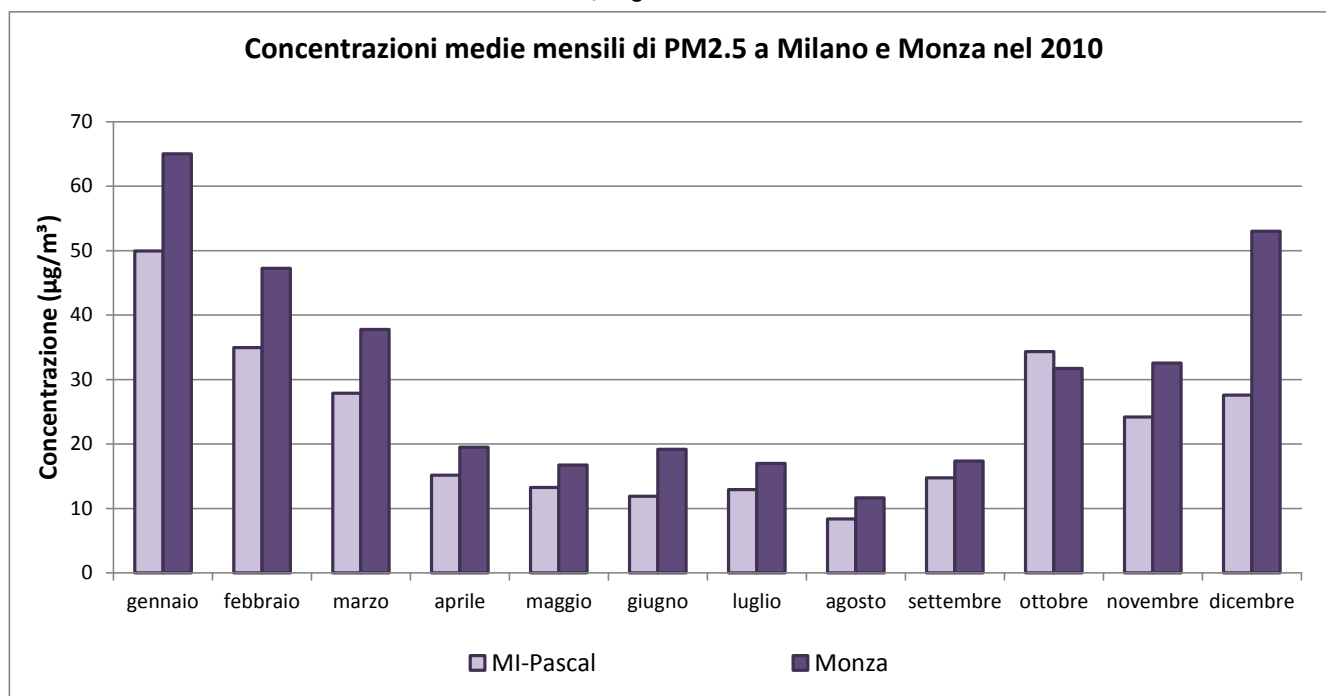
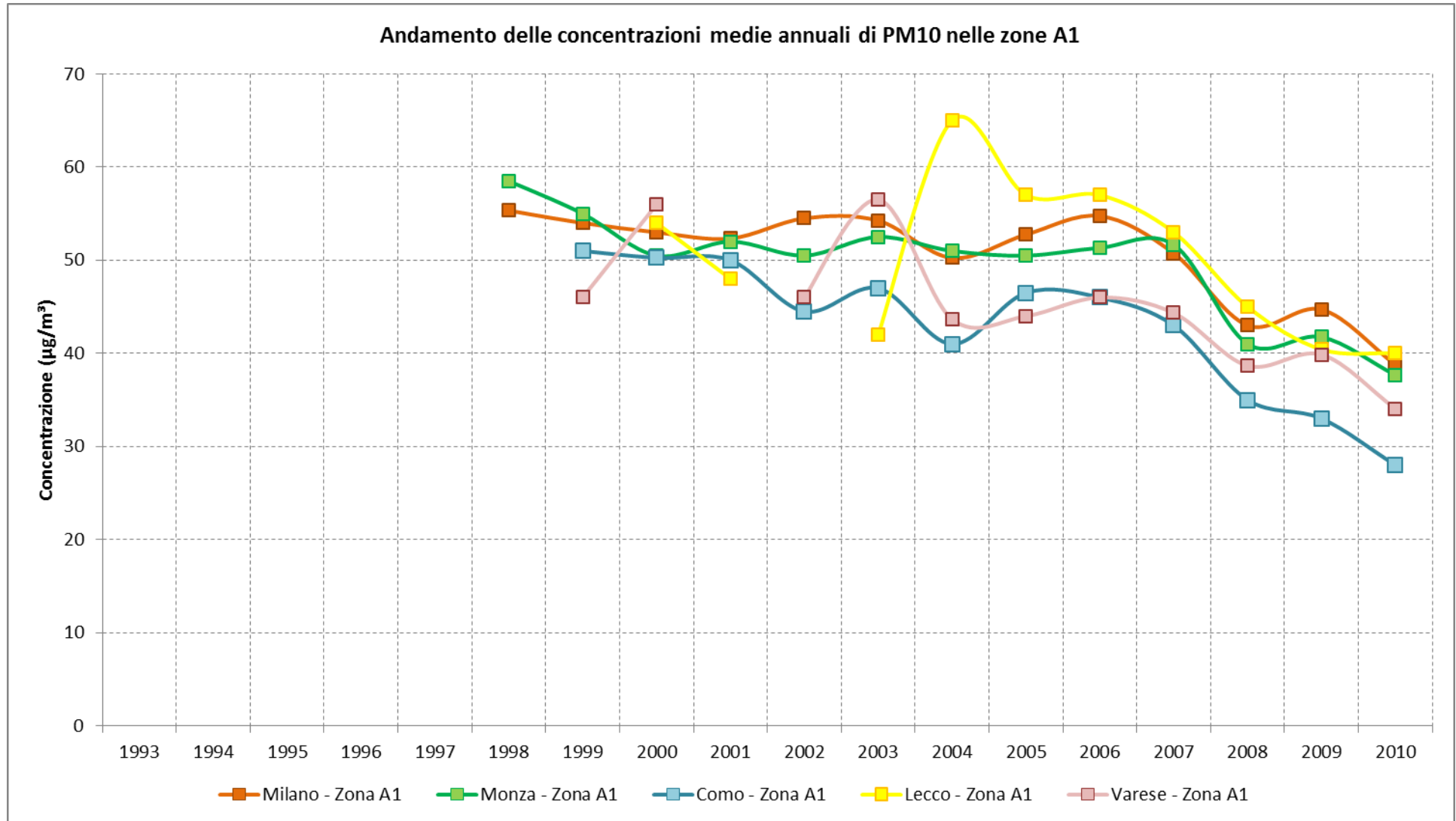


Fig. 3.3.13 – PM₁₀



3.3.6.1 - Il benzo(a)pirene nel PM10

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono composti inquinanti presenti nell'atmosfera in quanto prodotti da numerose fonti tra cui, principalmente, il traffico autoveicolare (dagli scarichi degli mezzi a benzina e a diesel) e i processi di combustione di materiali organici contenenti carbonio (legno, carbone, ecc.)

Gli IPA sono sostanze lipofile semivolatili che possono essere presenti sia nella fase gassosa sia nella fase solida. Le loro proprietà fisico-chimiche dipendono dal numero di anelli aromatici e dal loro peso molecolare. In particolare gli IPA con più di 4 anelli nell'ambiente esterno sono quasi completamente associati alla fase solida.

Gli IPA appartengono alla categoria dei microinquinanti in quanto possono avere effetti tossici già a concentrazioni molto più modeste di quelle normalmente osservate per gli inquinanti "classici". La loro presenza rimane comunque un potenziale rischio per la salute umana poiché molti di essi si rivelano cancerogeni, come definito anche dall'EPA.

Gli IPA sospettati di avere effetti cancerogeni per l'uomo hanno in genere 5 o 6 anelli aromatici. In particolare il più noto idrocarburo appartenente a questa classe è il benzo[a]pirene, classificato dallo IARC come cancerogeno per l'uomo. A differenza degli inquinanti "classici" il B(a)P non può essere misurato in continuo, ma richiede un'analisi in laboratorio sui campioni di PM10 precedentemente raccolti. La concentrazione di IPA misurata varia in funzione della stagione: essendo composti ad elevata volatilità le concentrazioni maggiori si misurano nella stagione invernale.

In Lombardia la rete di misura per il B(a)P è stata attivata a partire da aprile 2008, secondo quanto previsto dal D. Lgs. 152/07 (attualmente la normativa di riferimento è il D.Lgs. 155/2010), e comprende i seguenti siti:

Zona	Siti
Agglomerati urbani (A1)	Milano Senato, Milano Pascal, Meda, Brescia Villaggio Sereno, Mantova S. Agnese
Zona urbanizzata (A2)	Varese Copelli, Magenta, Casirate d'Adda
Zona di pianura (B)	Soresina, Schivenoglia
Zona Prealpina e appenninica (C1)	Darfo, Moggio
Zona alpina (C2)	Sondrio via Paribelli

Nella tabella 3.3.10 sono riportati i dati misurati nei quattro siti in provincia di Milano e di Monza e Brianza. I dati hanno una copertura di almeno il 33% del periodo e sono ripartiti in modo uniforme.

Tabella 3.3.10 - Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa

B(a)P	
Punto di misura	D.Lgs 155/2010 (valore obiettivo da raggiungere al 31/12/2012)
	protezione salute umana
	media anno [valore obiettivo: 1 ng/m³]
	ng/m ³
MI-Pascal	0.2
MI-Senato	0.1
Magenta	0.3
Meda	0.9

Le concentrazioni di benzo(a)pirene non hanno superato in nessun caso (0%) il valore obiettivo sulla media annuale.

3.3.6.2 - Metalli pesanti nel PM10

Piombo (Pb), arsenico (As), cadmio (Cd) e nichel (Ni) sono i metalli pesanti più rappresentativi per il rischio ambientale a causa della loro tossicità e del loro uso massivo. La normativa nazionale (D.L. 152/07) aveva recentemente introdotto la misura di arsenico, cadmio e nichel nella frazione PM10, stabilendo un valore obiettivo della concentrazione media annuale da raggiungere entro il 31 dicembre 2012, mentre per quanto riguarda il piombo la normativa di riferimento era il D.M. 60/02. Attualmente la normativa di riferimento per tutti i metalli citati è il D.Lgs. 155/2010.

La misura è stata attivata in Lombardia a partire dal 1° aprile 2008. I punti di misura per questi metalli sono gli stessi di quelli in cui si monitora il B(a)P.

Nella tabella 3.3.11 sono riportati i dati misurati nei quattro siti. Come previsto dalla normativa i dati hanno una copertura di almeno il 50% del periodo e sono ripartiti in modo uniforme.

Tabella 3.3.11 - Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa

	Pb	As	Cd	Ni
Punto di misura	D.Lgs 155/2010 (valore limite)	D.Lgs 155/2010 (valore obiettivo da raggiungere al 31/12/2012)	D.Lgs 155/2010 (valore obiettivo da raggiungere al 31/12/2012)	D.Lgs 155/2010 (valore obiettivo da raggiungere al 31/12/2012)
	media anno [valore limite: 0.5 µg/m ³]	media anno [valore obiettivo: 6 ng/m ³]	media anno [valore obiettivo: 5 ng/m ³]	media anno [valore obiettivo: 20 ng/m ³]
	µg/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³
MI-Pascal	0.03	1.2	< 1.5	5.3
MI-Senato	0.03	1.0	< 1.5	5.3
Magenta	0.02	0.7	< 1.5	4.6
Meda	0.03	0.9	< 1.5	4.6

Le concentrazioni di piombo, arsenico, cadmio e nichel non hanno superato in nessun caso (0%) i rispettivi valori limite o valori obiettivo sulla media annuale.

3.3.7 LA MODELLISTICA PER LA QUALITÀ DELL'ARIA

In questo paragrafo sono rappresentate mappe che riportano la distribuzione spaziale sul territorio lombardo delle concentrazioni medie annuali di PM10, PM2.5, NO₂ e di AOT40 per l'ozono e del numero dei giorni di superamento del limite giornaliero per il PM10, calcolati per il 2010 (Fig. 3.7.1-3.7.2).

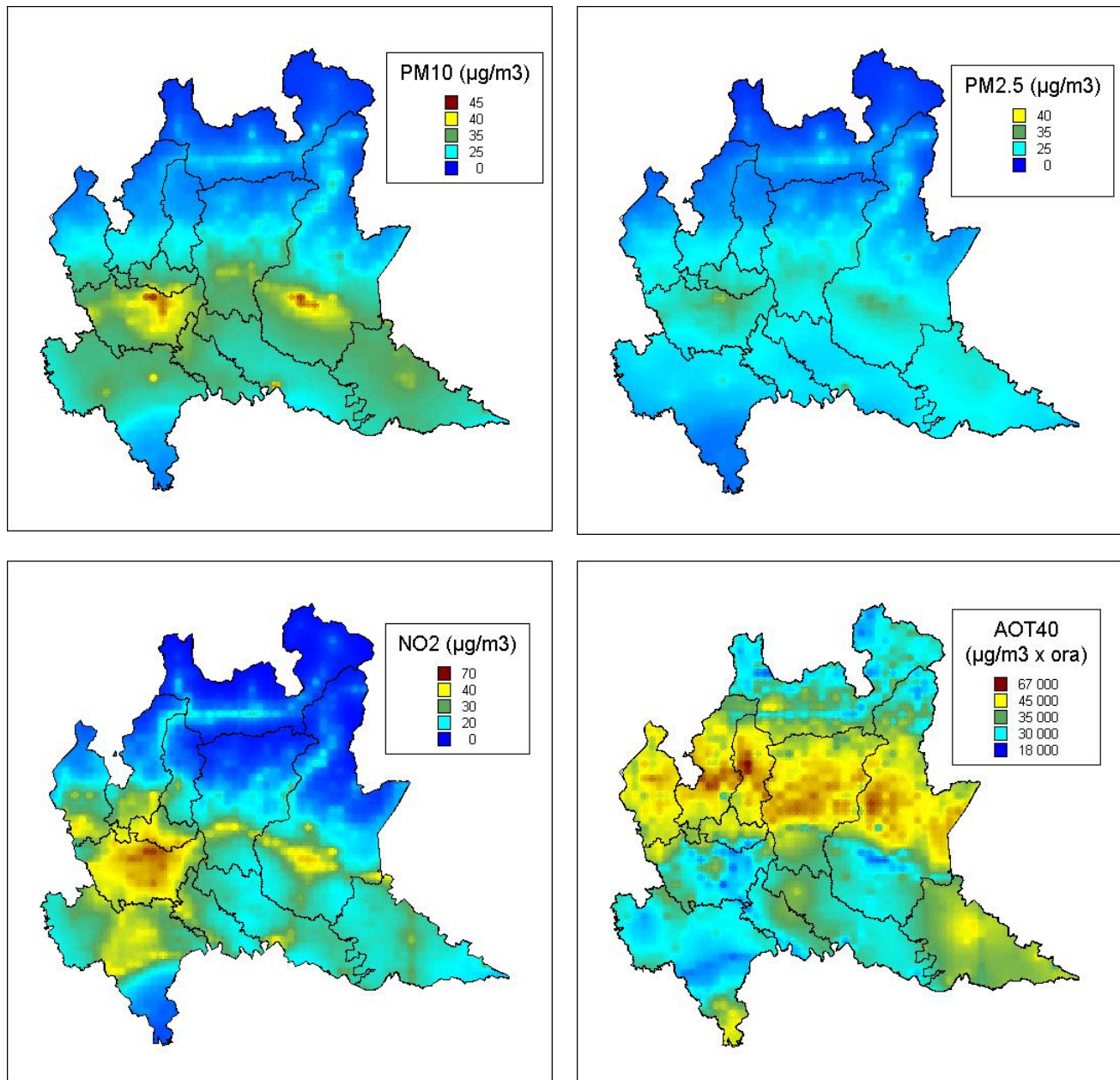


Figura 3.7.1. Distribuzione spaziale sulla Regione Lombardia delle concentrazioni medie annuali di PM10, PM2.5, NO₂ e di AOT40 per l'ozono calcolate per il 2010



Figura 3.7.2. Distribuzione spaziale sulla Regione Lombardia del numero di giorni di superamento del limite giornaliero per il PM10 calcolati per il 2010

Le mappe sono state prodotte dalla U.O. Modellistica Atmosferica del Settore Aria e Agenti Fisici di ARPA Lombardia mediante modelli matematici sulla base delle emissioni inquinanti presenti sul territorio (industrie, riscaldamento, traffico etc.), della meteorologia e dalle misure delle stazioni di monitoraggio. Il sistema modellistico utilizzato, denominato ARIA Regional e sviluppato dalla società AriaNET srl, include algoritmi che riproducono i principali processi che riguardano gli inquinanti atmosferici: emissione, diffusione, trasporto, reazioni chimiche, deposizioni.

Per effettuare la Valutazione Modellistica della Qualità dell'Aria (VMQA) relativa all'anno 2010, da cui sono state ricavate le mappe, sono state fornite in ingresso al sistema modellistico le emissioni stimate dall'inventario regionale INEMAR per l'anno 2008, a dettaglio comunale e per attività emissiva. (<http://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/Inemar/WebHome>). Alle province confinanti sono state attribuite le emissioni dell'inventario nazionale 2005 prodotto dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) a livello provinciale (<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/inventaria>). L'input meteo è stato invece costruito assimilando ai campi forniti dallo European Centre for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF) i dati raccolti su base oraria dalle reti di monitoraggio di ARPA e dai radiosondaggi fini dell'aeroporto di Linate mediante il modello meteorologico Minerve. Le mappe sono state ottenute mediante l'utilizzo di tecniche di assimilazione dei dati misurati dalle stazioni di background.

Le elaborazioni dei sistemi modellistici non sono sostitutive ma integrative a quelle della rete di rilevamento e permettono di conoscere lo stato della qualità dell'aria in modo esteso sul territorio.

Le mappe di concentrazioni di NO₂ evidenziano valori massimi in corrispondenza delle aree a più alta densità di traffico. La distribuzione del PM10, risentendo l'emissione di questo inquinante del contributo rilevante non solo del traffico ma anche delle altre sorgenti, tra cui in particolare, gli apparecchi di riscaldamento a biomassa (stufe e caminetti), presenta i valori più elevati oltre che in prossimità di arterie stradali anche in corrispondenza alle aree più densamente abitate. L'ozono presenta valori più elevati nella fascia prealpina per la minor presenza di emissioni di ossidi di azoto in grado di distruggere l'ozono formatosi localmente o trasportato dalle aree urbane sottovento.

Di seguito sono rappresentate le mappe di distribuzione spaziale sulle province di Milano e di Monza e Brianza delle concentrazioni medie annuali di PM10, PM2.5, NO₂ e di AOT40 per l'ozono calcolate per il 2010 (Fig. 3.7.3-3.7.4).

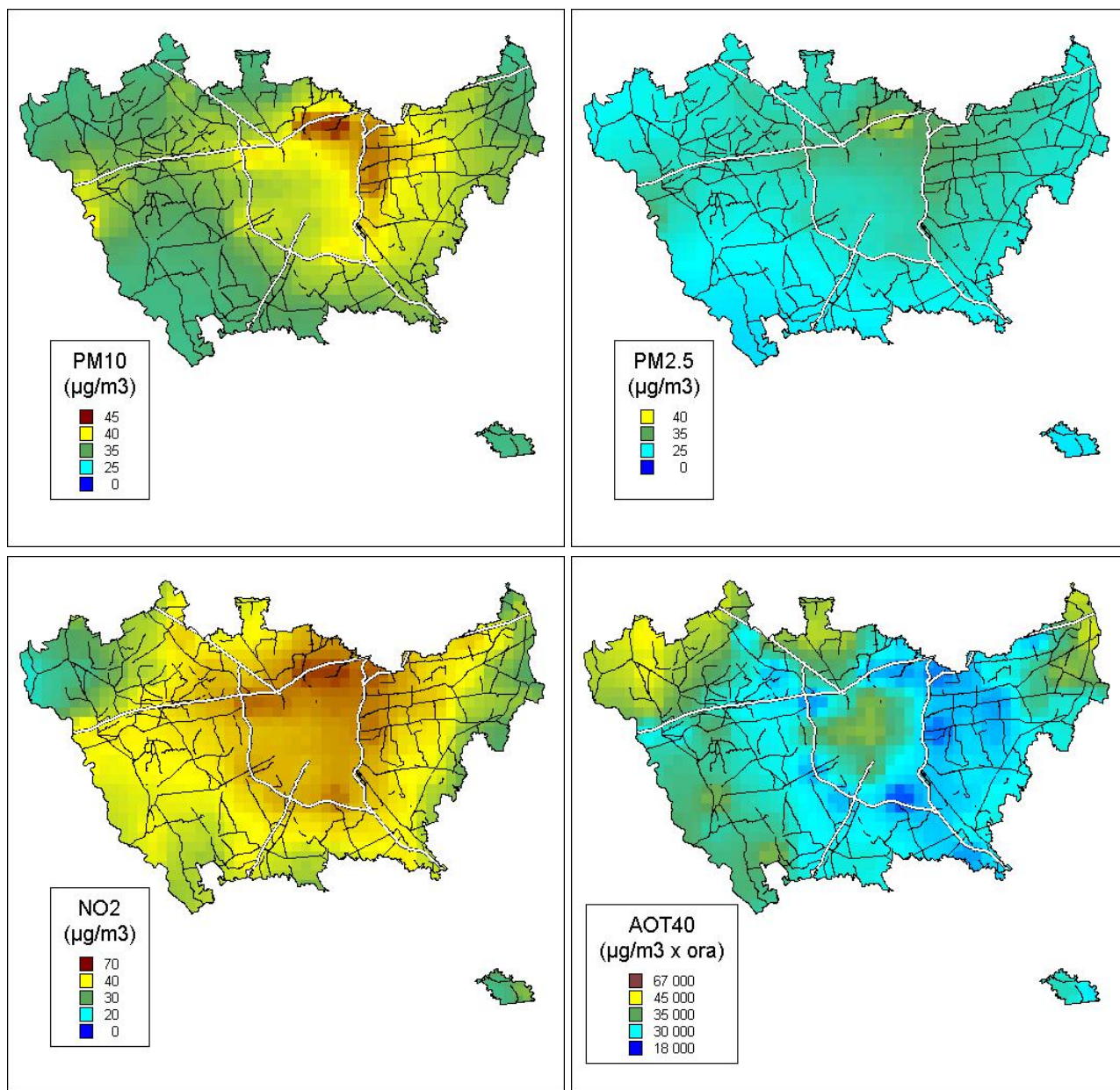


Figura 3.7.3 Distribuzione spaziale sulla provincia di Milano delle concentrazioni medie annuali di PM10, PM2.5, NO₂ e di AOT40 per l'ozono calcolate per il 2010.

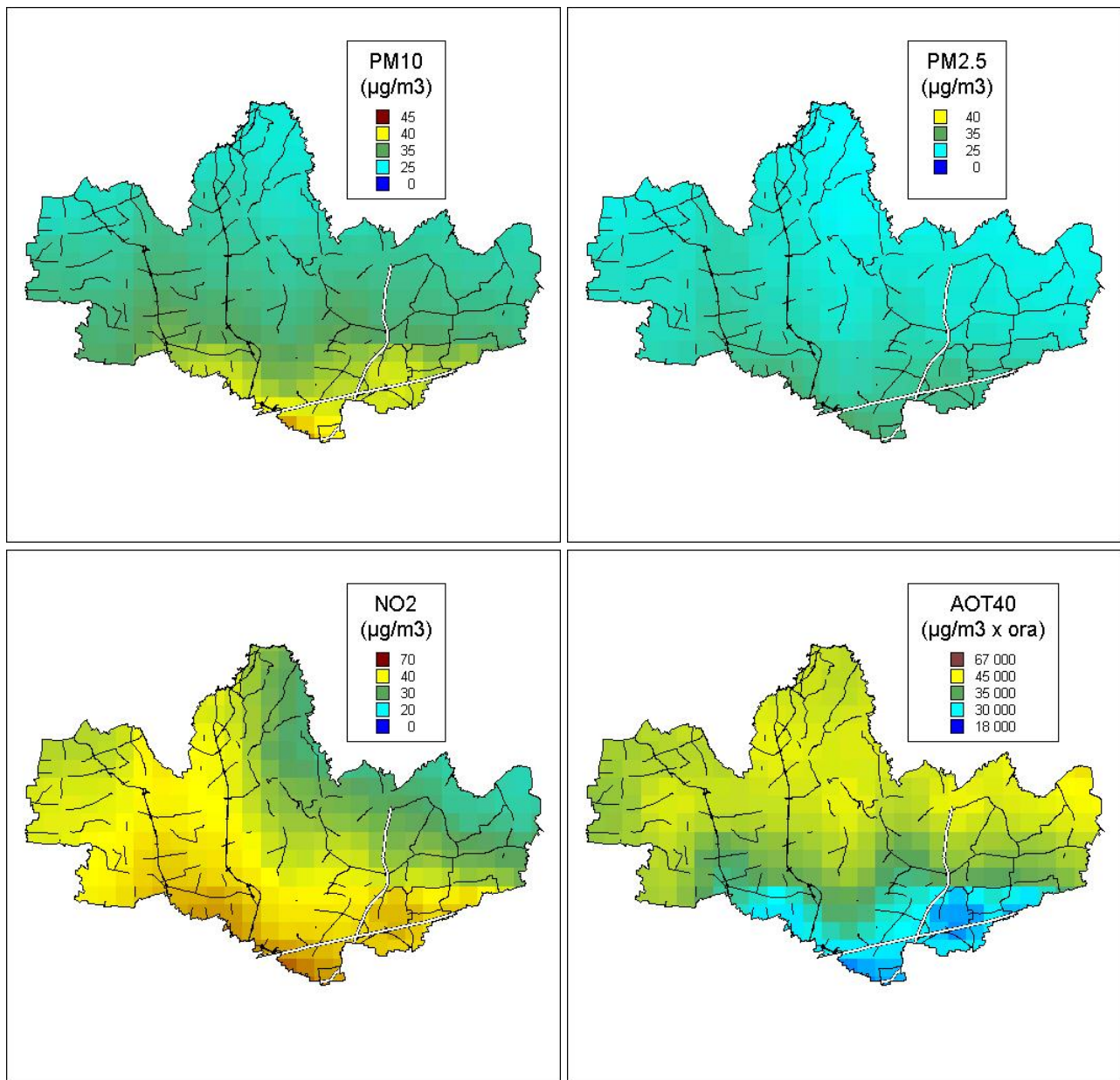


Figura 3.7.3 Distribuzione spaziale sulla provincia di Monza e Brianza delle concentrazioni medie annuali di PM10, PM2.5, NO₂ e di AOT40 per l'ozono calcolate per il 2010.

4 - CONCLUSIONI

L'analisi dei dati raccolti nell'anno 2010 conferma, come già avvenuto negli anni passati, che i parametri critici per l'inquinamento atmosferico sono l'ozono e il PM10, per i quali numerosi e ripetuti sono i superamenti dei limiti. Il biossido d'azoto mostra superamenti dei limiti in maniera meno diffusa sul territorio, ma resta comunque un inquinante importante, anche in relazione al suo carattere secondario e al suo coinvolgimento nella dinamica di produzione dell'ozono.

Per quanto riguarda SO₂, CO e benzene, si osserva invece che le concentrazioni sono inferiori a quanto previsto come limite dal D.Lgs. 155/2010; nel caso di SO₂ e CO le concentrazioni misurate sono addirittura attorno ai livelli minimi di rilevabilità strumentale.

In generale si può rilevare una tendenza al miglioramento della qualità dell'aria, più significativa se riferita agli inquinanti primari.

In particolare si conferma la diminuzione delle concentrazioni dei tipici inquinanti da traffico, come il CO, per il quale la diffusione di motorizzazioni a emissione inferiore ha permesso di ottenere importanti riduzioni delle concentrazioni in atmosfera. La recente grande diffusione di veicoli diesel, per i quali i fattori di emissione di PM risultano più elevati rispetto ai veicoli a benzina di pari classificazione Euro, è stata contrastata con l'introduzione del filtro antiparticolato che ha permesso di ottenere riduzioni significative di emissioni di PM in aria. Tale tipologia di motorizzazione, peraltro, è in questo momento particolarmente critica per l'NO₂, poiché le classi Euro più recenti non mantengono su strada le emissioni teoriche calcolate in fase di omologazione. Non si riscontrano infine miglioramenti significativi dell'O₃, inquinante secondario che durante la stagione calda si forma in atmosfera a partire proprio dalla presenza degli ossidi di azoto e dei composti organici volatili.

La maggior parte degli inquinanti (SO₂, NO₂, CO, Benzene, PM) fa registrare un andamento stagionale con concentrazioni più elevate durante i mesi autunnali ed invernali, quando il ristagno atmosferico causa un progressivo accumulo degli inquinanti emessi dal traffico autoveicolare e dagli impianti di riscaldamento.

L'O₃, invece, tipico inquinante fotochimico, presenta un andamento stagionale con un picco centrato sui mesi estivi, quando si verificano le condizioni di maggiore insolazione e di più elevata temperatura, che favorisce la formazione di questo inquinante; le condizioni peggiori si hanno comunque quando nelle grandi città diminuiscono solo parzialmente le emissioni di NO e l'anticiclone provoca condizioni di subsidenza e di assenza di venti sinottici, con sviluppo di brezze, che trasportano ed accumulano sottovento ai grandi centri urbani le concentrazioni di O₃ prodotte per effetto fotochimico.

I contenuti di questo rapporto pur partendo dalle informazioni fornite puntualmente dalle stazioni della Rete, dislocate in alcune città della provincia, consentono di inquadrare la situazione della qualità dell'aria a livello provinciale, poiché la scelta dei punti fissi di campionamento individua situazioni rappresentative delle diverse realtà provinciali. Inoltre accanto alle informazioni fornite continuativamente dalle stazioni della Rete di Rilevamento, la valutazione si estende ad altre zone del territorio mediante campagne brevi di misura, condotte con l'ausilio di mezzi mobili e di campionatori sequenziali.

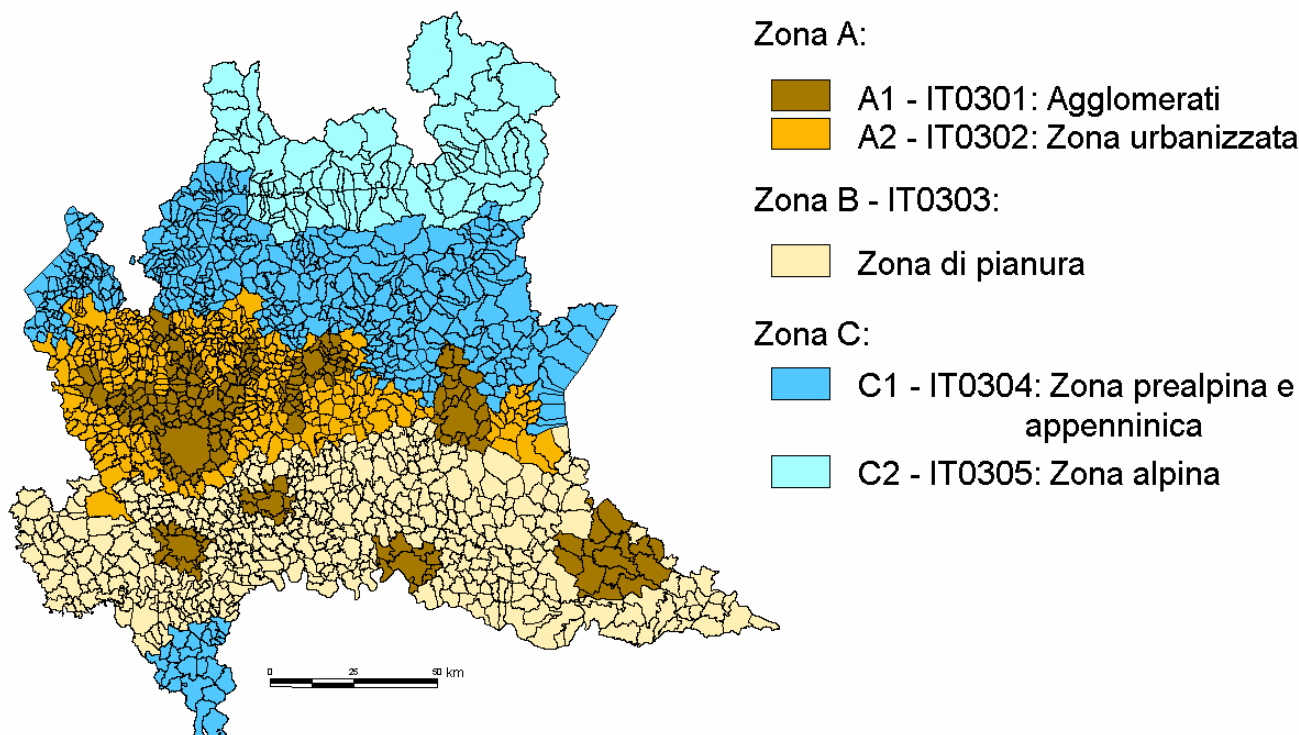
5- APPROFONDIMENTI

5.1. – La Zona A1 (D.G.R. VIII/5290/2007)

Tabella 5.1.1 - Stazioni Zona A1 delle province di Milano, Monza e Brianza, Como, Lecco e Varese								
Zone Critiche	Stazioni	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO _x	CO	O ₃	C ₆ H ₆
Milano	Arese	-	X	-	X	X	X	-
	Cinisello Balsamo	-	-	-	X	X	-	-
	Cormano	X	-	-	X	X	X	-
	Corsico	-	-	-	X	X	X	-
	Garbagnate	-	-	-	X	X	-	-
	Lainate	-	-	-	X	X	-	-
	Legnano	X	-	-	X	X	X	-
	Limite di Pioltello	X	X	-	X	X	X	-
	MI – Abbiategrasso	-	-	-	X	-	-	-
	MI – Liguria	-	-	-	X	X	-	-
	MI – Marche	-	-	-	X	X	-	-
	MI – Parco Lambro	-	-	-	X	-	X	-
	MI – Pascal Città Studi	X	X	X	X	-	X	-
	MI – Senato	-	-	-	X	X	-	X
	MI – Verziere	-	X	-	X	X	X	-
	MI – Zavattari	-	-	-	X	X	-	X
	Pero	-	-	-	X	X	-	-
	Rho	-	-	-	X	X	-	-
	Sesto S. Giovanni	-	-	-	X	X	-	-
Settimo Milanese	-	-	-	X	X	-	-	
Monza e Brianza	Agrate	-	-	-	X	-	X	-
	Carate Brianza	-	-	-	X	X	X	-
	Limbiate	-	-	-	X	X	X	-
	Meda	-	X	-	X	X	X	-
	Monza Machiavelli	-	X	X	X	X	X	-
	Vimercate	-	X	-	X	X	X	-
Como	Cantù	-	X	-	X	X	X	-
	Como – Centro	X	X	-	X	X	X	X
	Fino Mornasco	-	-	-	X	X	-	-
	Mariano Comense	-	-	-	X	X	-	-
Lecco	Merate	-	X	X	X	X	X	-
Varese	Busto Arsizio – Accam	X	X	-	X	X	-	-
	Busto Arsizio – Magenta	X	-	-	X	X	X	-
	Gallarate – S. Lorenzo	-	X	-	X	X	X	-
	Saronno – Marconi	-	-	-	-	X	-	-
	Saronno – Santuario	-	X	X	X	-	X	-

La d.G.R. n° VIII/5290 del 02/08/2007, per l'attuazione delle misure finalizzate al conseguimento degli obiettivi di qualità dell'aria ambiente, sia sulla base dei risultati del monitoraggio della qualità dell'aria mediante la RRQA, integrata dal monitoraggio dei grandi impianti, sia sulle simulazioni modellistiche e i dati elaborati nell'ambito di INEMAR, ha rivisto la zonizzazione della Lombardia (Figura 5.1.1) individuando quale "zona critica" la Zona A1, definita come area a maggiore densità abitativa, con maggiore disponibilità al trasporto pubblico locale e identificata con gli agglomerati urbani. Di seguito si parlerà della Zona A1 delle province di Milano, Monza e Brianza, Como, Lecco e Varese in ragione della contiguità, della omogeneità di uso del territorio e dell'appartenenza ad uno stesso bacino aerologico.

Figura 5.1.1 – Zonizzazione della regione Lombardia (d.G.R. n° VIII/5290)



Le stazioni di rilevamento situate nella Zona A1 delle province di Milano, Monza e Brianza, Como, Lecco e Varese sono indicate nella Tabella 5.1.1.

Dall'analisi delle Tabelle e delle Figure del capitolo 3.3, si osserva che, nella Zona A1 considerata, con l'eccezione dell'O₃ e del PM₁₀, nell'ultimo decennio la qualità dell'aria è andata gradualmente migliorando in seguito alla diminuzione delle concentrazioni di SO₂, NO_x e CO.

Nella Tab. 5.1.2 si riportano le situazioni di inquinamento acuto riscontrate nella Zona A1 dal 2003 al 2010.

Tabella 5.1.2 - Situazioni di episodi acuti nella Zona A1 delle province di Milano, Monza, Como, Lecco e Varese								
Inquinante	N° giorni con superamento del limite							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
PM₁₀ (n. giorni con media giornaliera > 50 µg/m ³)	142	111	137	128	128	90	98	73

NOTA: Considerata l'estensione del territorio, sono stati considerati come giorni di superamento quelli in cui il PM₁₀ ha superato il limite in almeno il 50% delle stazioni.

Nella Tab. 5.1.3 si riporta una sintesi delle situazioni di inquinamento medio annuo e di superamento dei limiti di legge riscontrate nella Zona A1.

Riferimenti più dettagliati per le province di Como, Lecco e Varese sono riportati nelle relazioni dei Dipartimenti ARPA corrispondenti.

Tabella 5.1.3 - Zona A1							
Protezione salute umana: medie annuali e superamenti anno 2010							
	Parametri	NO₂		PM₁₀		O₃	
Zona A1	Stazioni	Media annuale (µg/m ³)	N° superamenti orari (200 µg/m ³)	Media annuale (µg/m ³)	N° superamenti giornalieri (50 µg/m ³)	Media annuale (µg/m ³)	N° superamenti media 8 h (120 µg/m ³)
Milano	Arese	40	0	37	68	37	37
	Cinisello Balsamo	75	26				
	Cormano	61	36			44	51
	Corsico	52	1			41	30
	Garbagnate	38	0				
	Lainate	54	3				
	Legnano	47	1			39	51
	Limite di Pioltello	33	0	38	83	43	51
	MI – Abbiategrasso	41	0				
	MI – Liguria	59	3				
	MI – Marche	73	25				
	MI – Parco Lambro	54	0			42	54
	MI – Pascal	59	4	37	77	45	56
	MI – Senato	66	0	41	85		
	MI – Verziere	50	0	41	85	36	25
	MI – Zavattari	64	2				
	Pero	58	6				
	Rho	53	0				
	Sesto S. Giovanni	64	0				
Settimo Milanese	50	0					
Monza e Brianza	Agrate	44	0			36	43
	Carate Brianza	52	0			43	39
	Limbiate	48	1			38	39
	Meda	55	1	37	75	47	54
	Monza Machiavelli	41	0	40	92	39	43
	Vimercate	39	0	36	65	51	64
Como	Cantù	49	6	25	39	44	48
	Como – Centro	55	0	31	42	43	39
	Fino Mornasco	57	9				
	Mariano Comense	47	0				
Lecco	Merate	49	0	40	89	39	37
Varese	Busto Arsizio – Accam	32	0	32	66		
	Busto Arsizio – Magenta	34	0			44	60
	Gallarate – S. Lorenzo	43	0	31	56	41	52
	Saronno – Marconi						
	Saronno – Santuario	25	0	39	89	43	62

5.2 Il PM10 nei capoluoghi lombardi

Osservando i valori medi annuali dal 2002 al 2010 rilevati da stazioni di “background urbano” (sono le stazioni che meglio rappresentano il valor medio cittadino) dei capoluoghi di provincia si osserva una tendenza alla diminuzione in particolare a partire dal 2008. Peraltro la variabilità tra anni è particolarmente influenzata dalle condizioni meteorologiche dell’anno. Il limite annuale del PM10 (pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nel 2010 è stato rispettato in tutti i capoluoghi lombardi, mentre il limite giornaliero (pari a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 giorni all’anno) è stato rispettato solo a Sondrio.

Figura 5.2.1 – Valori medi annuali di PM₁₀ misurati nell’anno 2010 nei capoluoghi lombardi.
La linea azzurra rappresenta il valore limite stabilito dalla normativa.

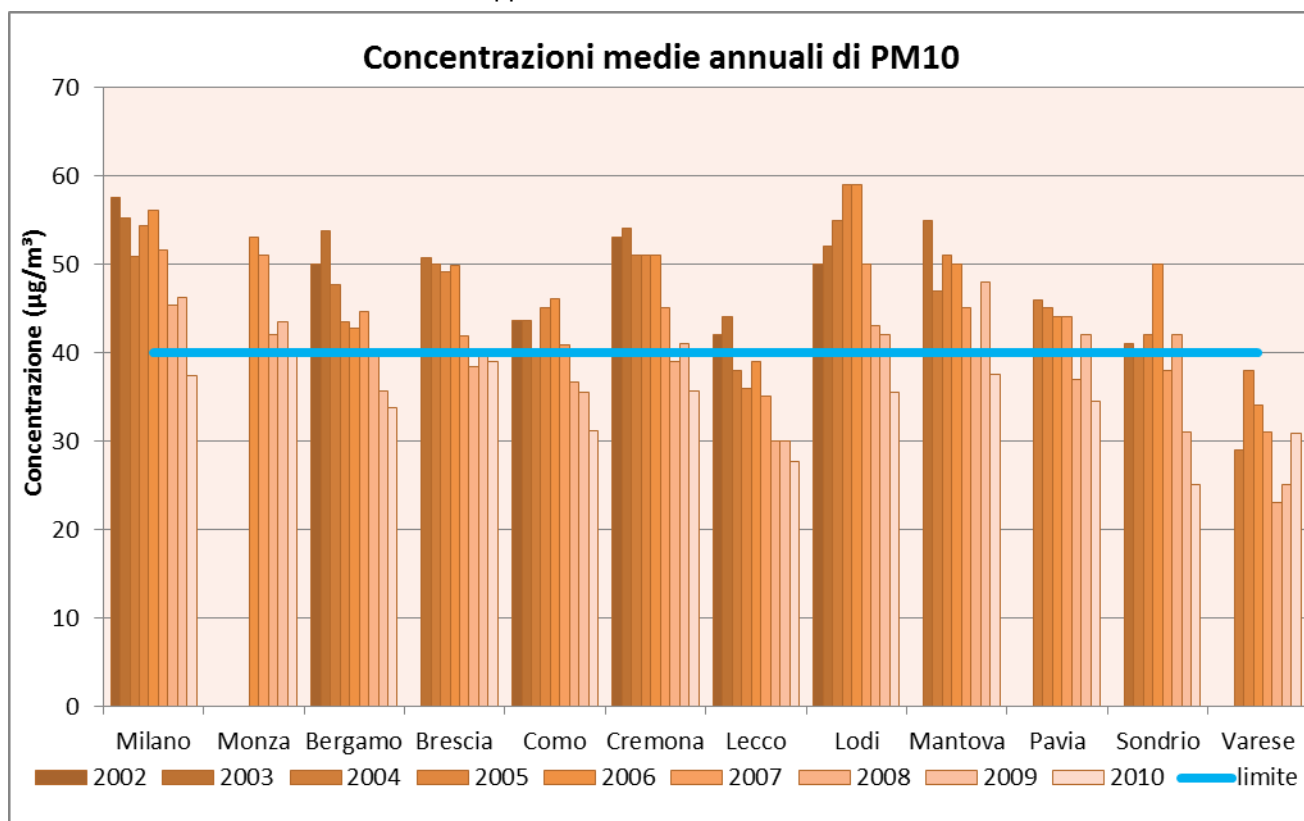
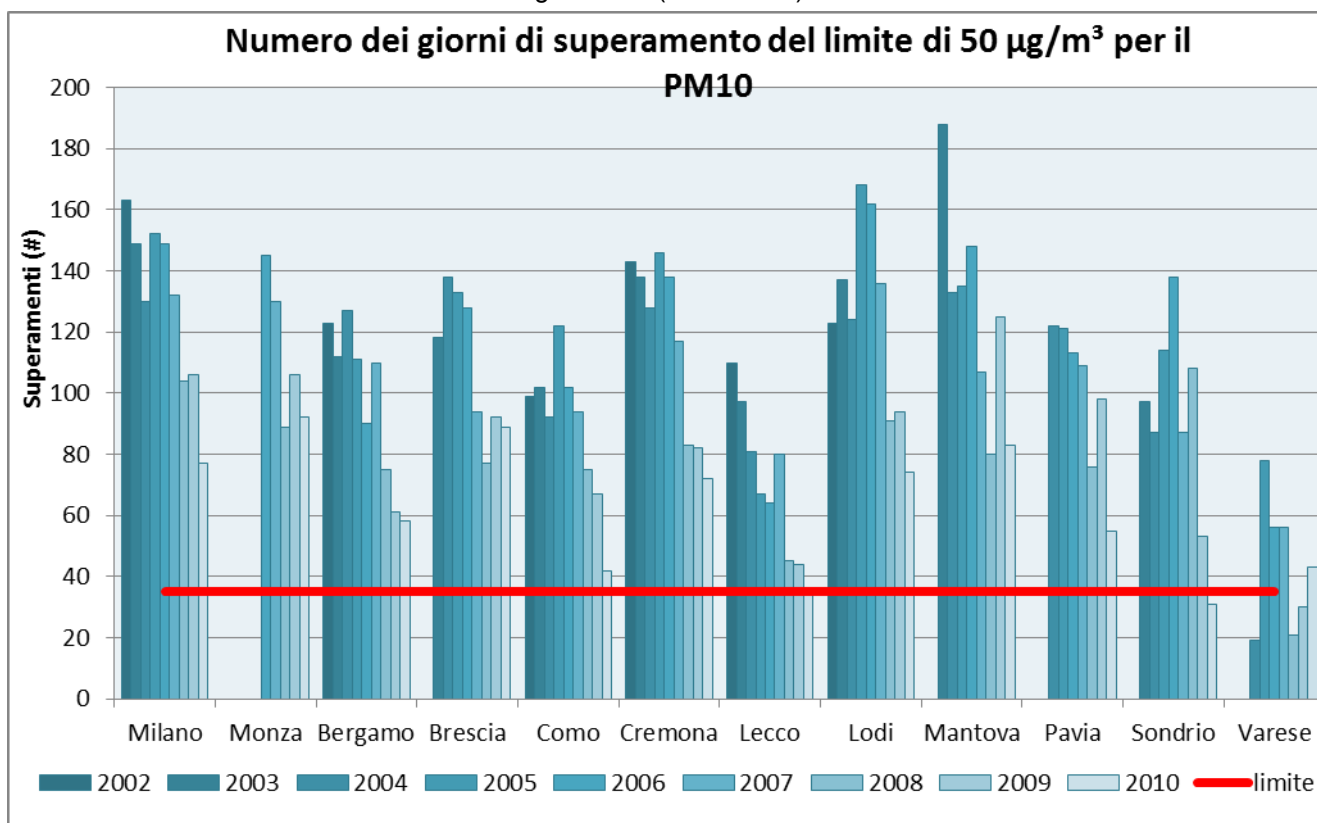


Figura 5.2.2 – Numero di giorni in cui è stato superato il limite giornaliero stabilito per il PM10 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nei capoluoghi lombardi nell'anno 2010. La linea rossa rappresenta il numero massimo consentito di superamenti giornalieri (35 all'anno).



5.3 – La situazione meteorologica mensile in provincia di Milano

Le figure 5.3.1, 5.3.2 e 5.3.3 presentano l'andamento nel corso dell'anno 2010 dei principali parametri meteorologici misurati nella stazione meteo di Milano – Juvara:

- Pressione media e precipitazioni totali giornaliere (fig. 5.3.1.a-d);
- Temperatura ed umidità media giornaliera (fig. 5.3.2);
- Velocità del vento e radiazione solare giornaliera (fig. 5.3.3).

Figura 5.3.1.a

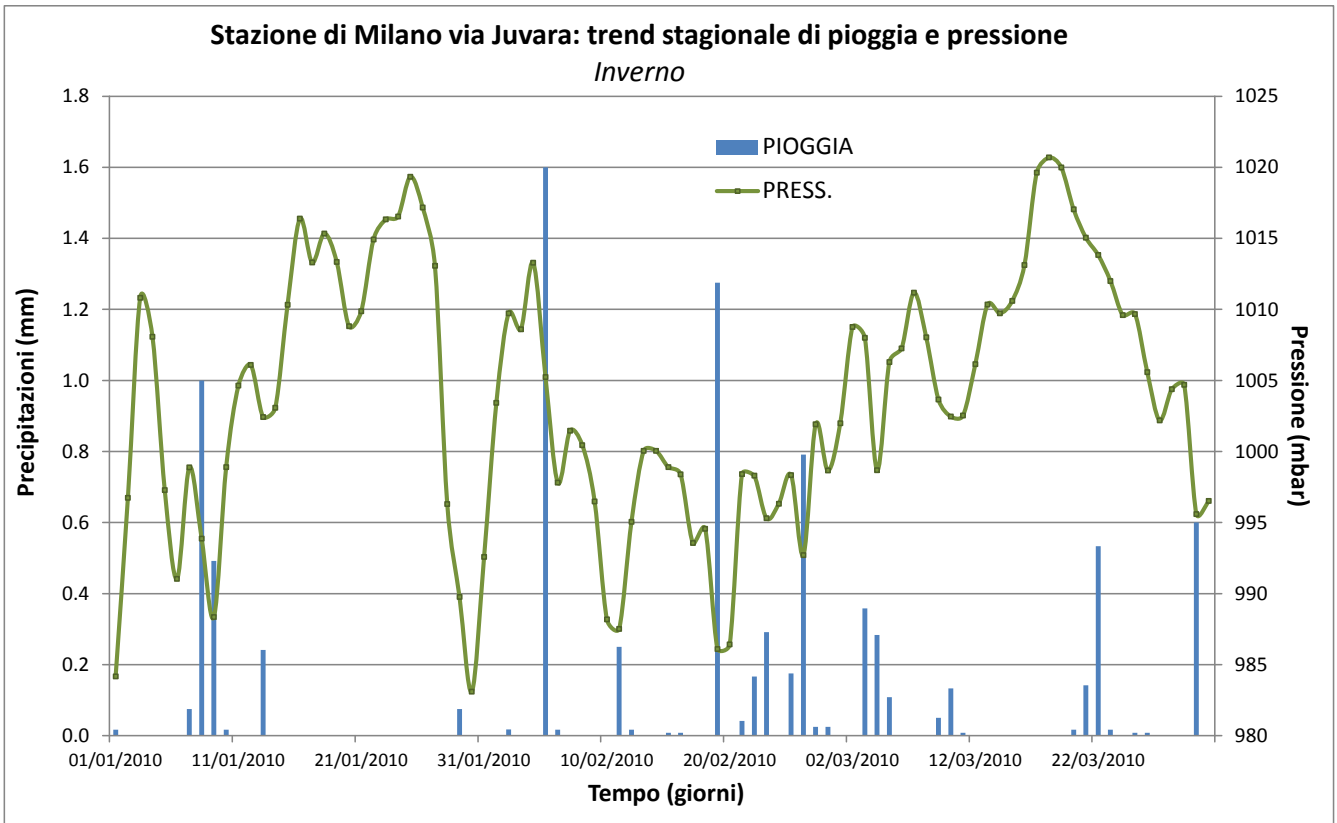


Figura 5.3.1.b

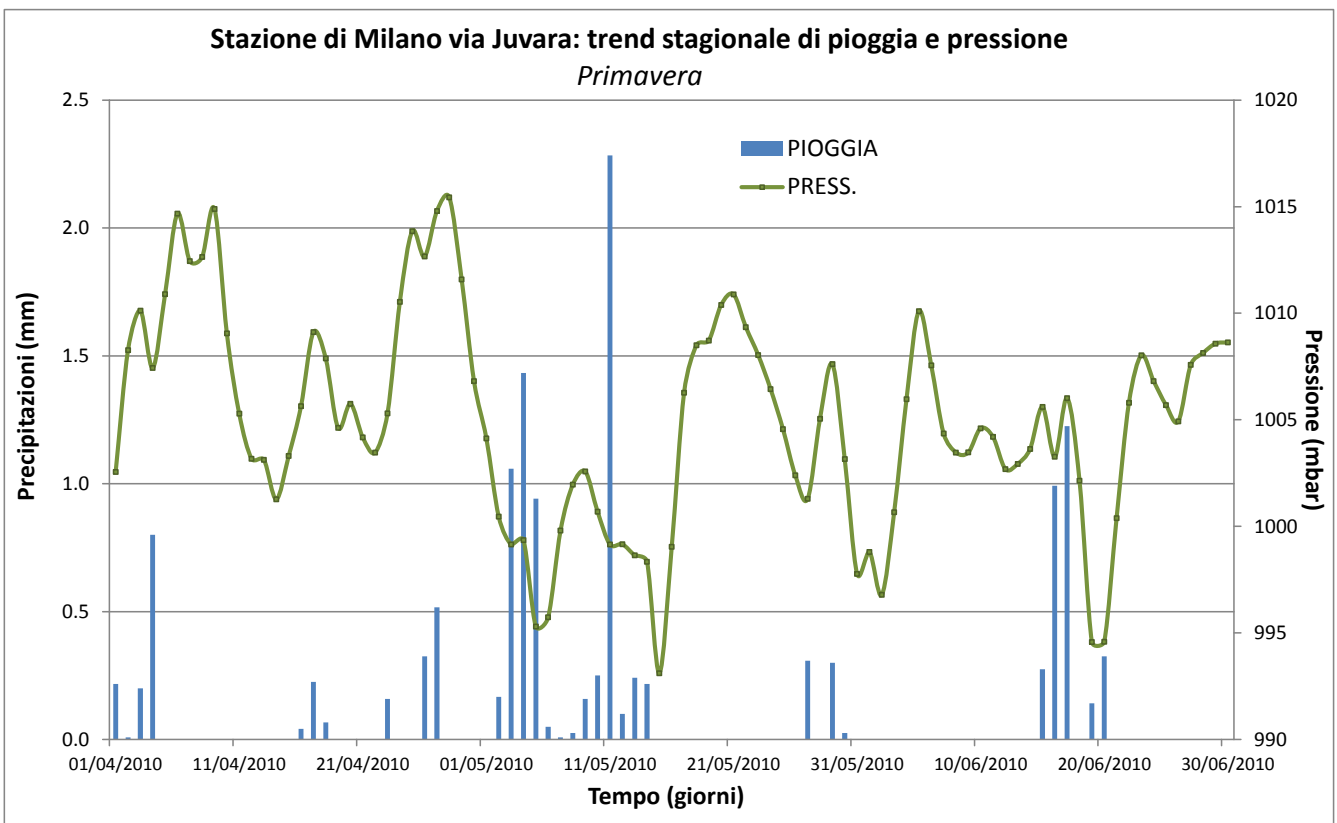


Figura 5.3.1.c

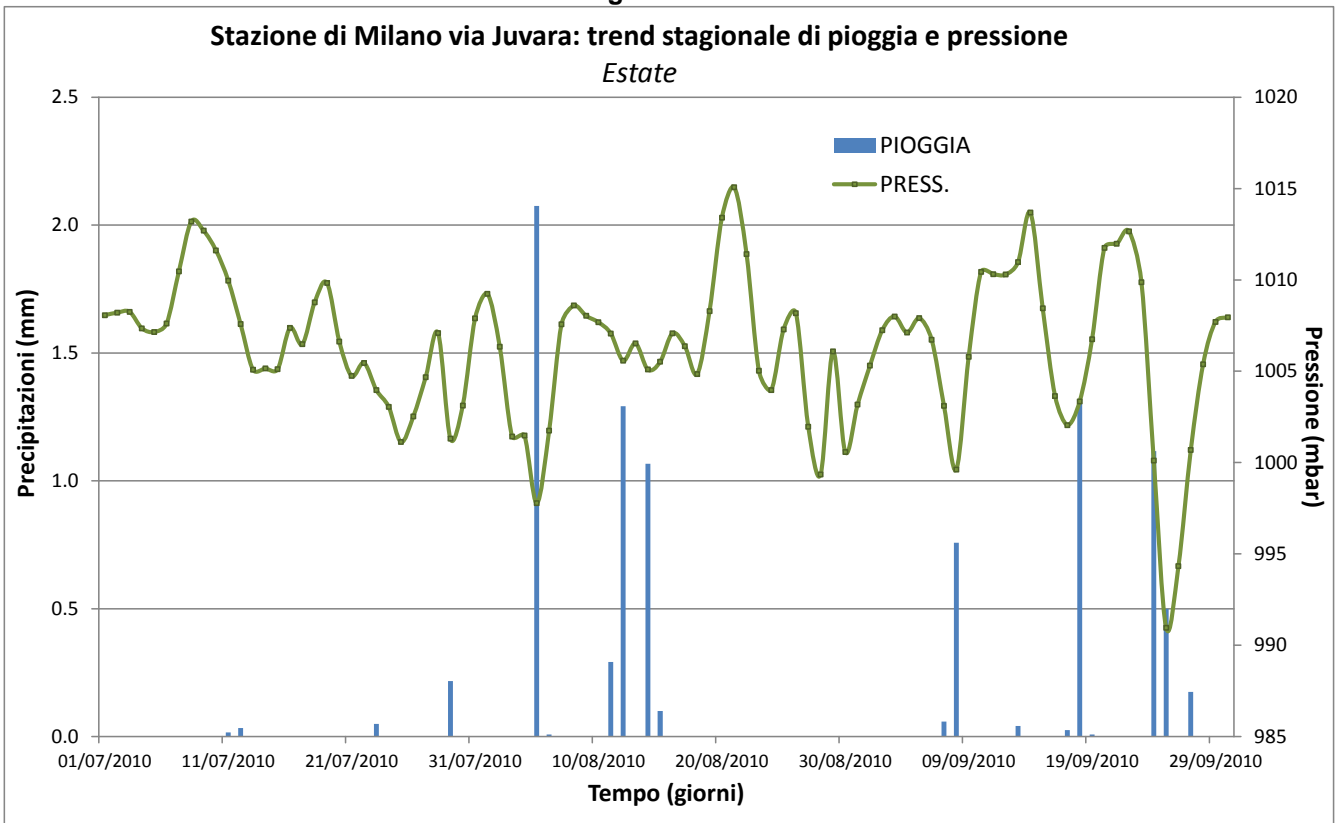


Figura 5.3.1.d

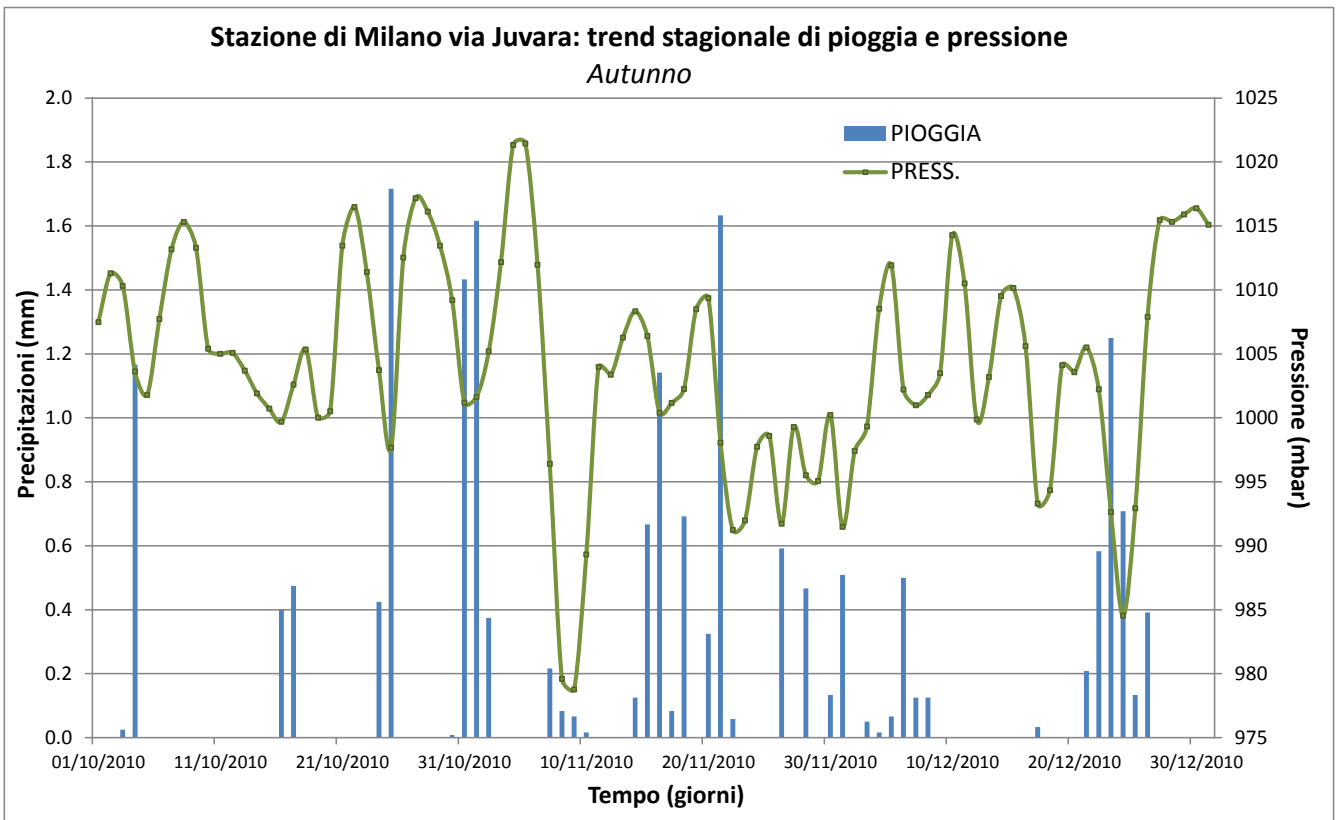


Figura 5.6.2

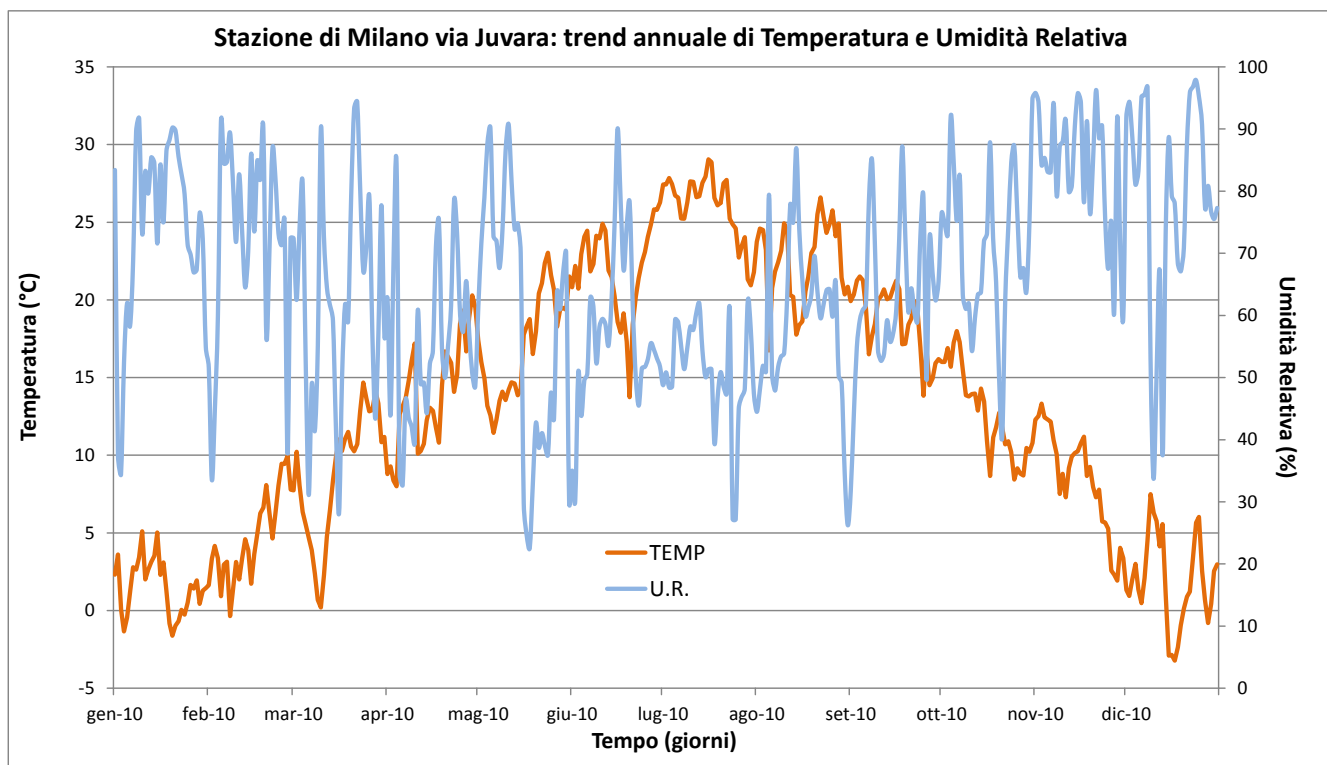
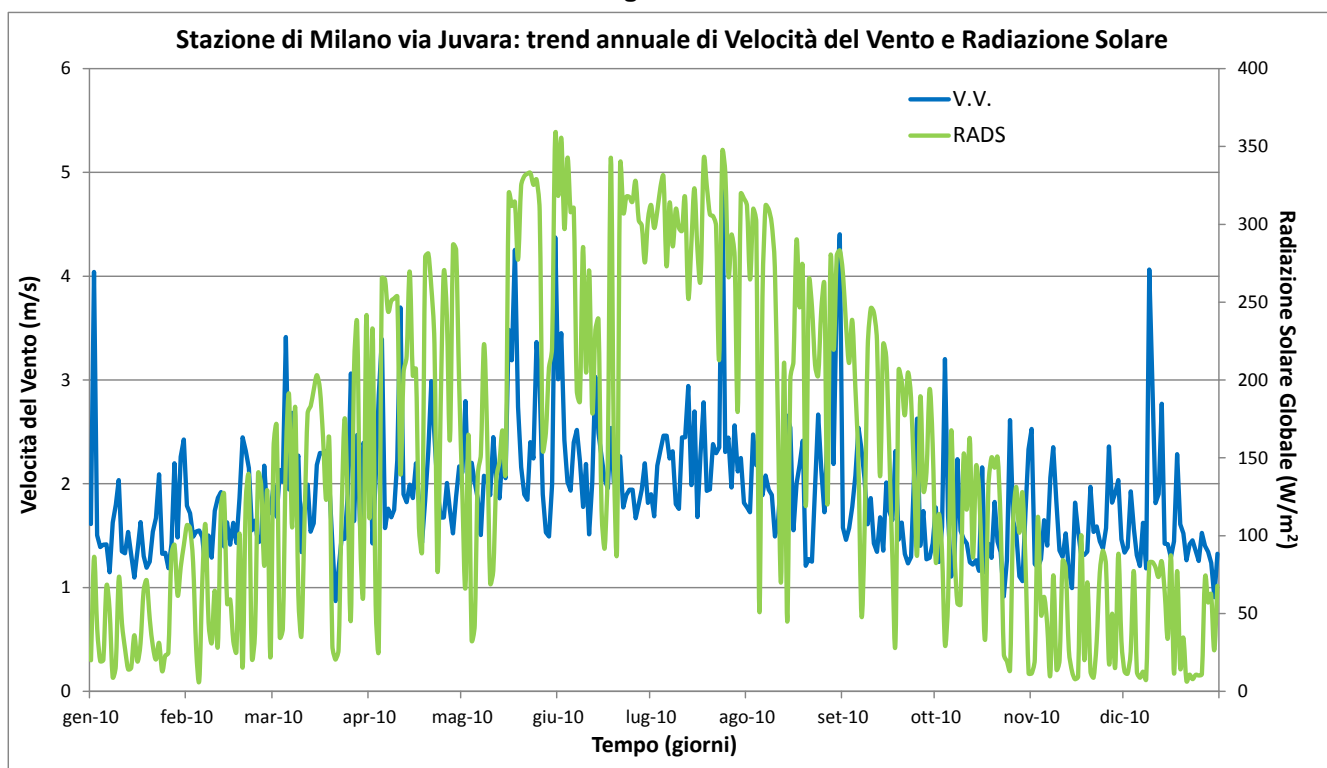


Figura 5.6.3



Nella Tabella 5.3.1 sono riportati, per la stazione di Milano-Juvara, i valori medi mensili di pressione, velocità del vento, precipitazioni, temperatura, umidità relativa e radiazione solare globale, messi a confronto con le medie storiche.

Tabella 5.3.1 - Valori medi mensili dei parametri meteorologici presso la stazione di Milano- Juvara

Mesi	Pressione [hPa]			Velocità del vento [m/s]			Precipitazioni [mm]		
	anno 2010	Media 21 anni	Differenza	anno 2010	Media 21 anni	Differenza	anno 2010	Media 21 anni	Differenza
GEN	1004.2	1008.8	-4.6	1.6	1.3	-0.4	46	58	-12
FEB	998.0	1006.4	-8.3	1.7	1.4	-0.6	114	46	67
MAR	1008.2	1004.1	4.1	2.0	1.7	-0.4	54	48	6
APR	1008.4	1001.5	6.9	2.1	1.7	-0.4	61	93	-32
MAG	1002.5	1003.4	-0.9	2.4	1.8	-0.6	182	92	89
GIU	1004.0	1003.4	0.6	2.2	1.8	-0.7	71	71	0
LUG	1006.8	1003.1	3.7	2.3	1.8	-0.4	8	69	-62
AGO	1005.9	1003.6	2.3	2.2	1.6	-0.5	116	78	38
SET	1006.1	1004.8	1.3	1.7	1.4	-0.3	96	110	-14
OTT	1007.3	1006.3	1.0	1.6	1.1	-0.3	136	106	30
NOV	1000.9	1005.9	-5.0	1.6	1.2	0.1	199	113	86
DIC	1004.2	1007.1	-3.0	1.6	1.2	0.6	113	72	41
ANNO	1004.7	1004.9	-0.1	1.9	1.5	-0.3	1195.0	957.1	237.9
Mesi	Temperatura [°C]			Umidità Relativa [%]			Radiazione Solare [W/m2]		
	anno 2010	Media 23 anni	Differenza	anno 2010	Media 21 anni	Differenza	anno 2010	Media 30 anni	Differenza
GEN	1.5	4.2	-2.7	74	78	-4.1	43	52	-9.5
FEB	4.7	6.5	-1.8	72	68	4.8	73	85	-12.4
MAR	8.8	10.8	-2.0	63	61	2.0	130	142	-12.1
APR	14.0	13.7	0.3	56	62	-6.8	204	181	23.9
MAG	17.0	18.8	-1.8	60	60	-0.2	209	224	-15.5
GIU	22.0	22.4	-0.4	57	57	0.1	259	258	0.8
LUG	26.0	24.8	1.1	51	54	-3.6	297	269	28.1
AGO	22.5	24.5	-2.0	59	60	-0.6	230	230	0.0
SET	18.7	19.9	-1.2	63	66	-2.6	175	162	12.8
OTT	12.7	14.6	-1.9	71	76	-5.5	95	93	2.5
NOV	8.4	8.7	-0.3	84	79	5.2	44	55	-10.6
DIC	1.9	4.4	-2.5	79	79	0.4	40	44	-3.6
ANNO	13.2	14.4	-1.3	66	67	-1	150	149	0

5.4 – Andamento degli inquinanti

Di seguito si allegano le tabelle con i trend annuali degli inquinanti esaminati in questo rapporto.

Tab. 5.4.1 Concentrazioni di SO₂

Tab. 5.4.2 Concentrazioni di NO₂

Tab. 5.4.3 Concentrazioni di CO

Tab. 5.4.4 Concentrazioni di O₃

Tab. 5.4.5 Concentrazioni di BTX

Tab. 5.4.6 Concentrazioni di PM₁₀

Tabella 5.4.1 - Concentrazioni di SO₂: media annuale (µg/m³)

Zone A1/Province	Stazioni	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Milano	Arese	18	15	16	16	6	7	7	6	6	4								
	Cinisello Balsamo	37	25	21	15	12	14												
	Cormano	15		16	12	11	10	8	9	8	7	7	6	4	4	4	3	3	3
	Corsico	21	15	13	11	8	9	6	5	4	4								
	Lainate	21	19																
	Legnano	18	15	14	10	8	6	5	6	5	5	4	4	3	3	7	7	3	3
	Limite di Pioltello	16	11	8	6	7	7	5	6	6	5	5	4	3	3	3		2	2
	MI - Abbiategrasso			11	11	8	8	6	5	5	5								
	MI - Juvara/Pascal	38	29	21	19	16	16	14	15	16	15	12	11	8	7	5	4	4	3
	MI - Liguria	27	21	21	18	13	12												
	MI - Marche	30	24	20	16	13	14												
	MI - Verziere	47	38	28	21	16	20	20	17	15	15								
	MI - Zavattari	32	25	22	19	14	13	14	11	10	10								
	Pero	41	30	20	15	15	14	10	8	7	7								
	Rho	14	12	12	13	10	11												
Sesto S. Giovanni	28	18	15	12	8	15													
Settimo Milanese	20	14	13	9	8	6	7	6	6	6									
Monza e Brianza	Agrate	18	13	10	8	6	7	7	5	6	5								
	Carate Brianza			12	12	11	9	6	6	6	5	5							
	Limbate			14	11	8	11												
	Monza Machiavelli	33	25	20	17	12	13												
	Villasanta	15	12	10	7	6	11												
	Vimercate			12	8	6	8	5	5	5	4								
Como	Cantù	15	15	14	12	9													
	Como - Centro	17	22	16	17	14	18	13	14	13	8	8	7	5	6	7	2	3	3
	Fino Mornasco	20	13	11	10	7	7	6	7	7									
	Mariano Comense	14	13	12	11	7	8	9	8	6	10								
Lecco	Merate	15	13	15	10	5	8	4	4	5	7								
								8	6	9	5	5	6	4	5	6	6	5	4
Varese	Busto Arsizio - Accam							8	6	9	5	5	6	4	5	6	6	5	4
	Busto Arsizio - Magenta	24	19	16	12	10	17	16	8		5	7	7	7	6	6	5	6	4
	Gallarate - S. Lorenzo	21	18	20	13	9	14	14	7										
	Saronno - Marconi	13	11	18	12	10	11		6										
	Saronno - Santuario	12	11	10	9	10	11	8	7	9									
Milano - Zona A1	Media	26	21	17	14	11	11	9	9	8	8	7	6	5	4	5	4	3	3
Monza - Zona A1	Media	22	17	13	10	8	10	6	5	6	5	5							
Como - Zona A1	Media	17	16	13	13	9	11	9	10	9	9	8	7	5	6	7	2	3	3
Lecco - Zona A1	Media	15	13	15	10	5	8	4	4	5	7								
Varese - Zona A1	Media	18	15	16	12	10	13	12	7	9	5	6	7	6	6	6	6	5	4

Tabella 5.4.2 - Concentrazioni di NO₂: media annuale (µg/m³)

Zone A1/Province	Stazioni	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Milano	Arese	80	77	70	64	69	74	71	58	57	57	54	49	59	64	62	58	52	40
	Cinisello Balsamo	95	93	87	77	80	82	75	74	79	67	74	71	69	68	65	63	71	75
	Cormano			67	84	72	69	66	67	70	61	57	53	60	54	51	64	62	61
	Corsico	88	84	71	67	59	62	67	67	63	66	60	53	69	60	63	59	57	52
	Garbagnate						65	56	62	58	47	44	39	39	60	41	37	43	38
	Lainate	97	83	73	81	73	75	70	62	65	61	64	65	74	69	58	56	57	54
	Legnano	86	71	76	73	67	78	69	68	55	55	55	55	54	48	38	40	43	47
	Limite di Pioltello	75	66	64	64	62	63	60	57	55	51	49	45	49	49	43	38	38	34
	MI - Abbiategrasso			62	60	59	54	57	51	56	58	50	41	48	56	53	55	44	41
	MI - Liguria	97	84	78	82	78	73	69	63	63	57	63	58	71	77	74	77	63	59
	MI - Marche	107	100	96	96	85	88	85	85	81	70	74	82	76	77	75	73	79	73
	MI - Parco Lambro			59	66	66	57	59	56	54	54	52	52	50	50	44	46	48	54
	MI - Juvara/Pascal	102	89	84	87	84	90	73	72	75	65	66	65	58	68	63	49	60	59
	MI - Senato	118		82	80	84	80	74	68	65	67	67	60	56	69	65	60	73	65
	MI - Verziere		86	86	88	82	84	69	75	71	65	57	57	59	57	56	49	56	50
	MI - Zavattari	99	97	90	94	88	83	83	74	74	68	78	68	64	74	72	79	68	64
	Pero	93	86	77	82	74	77	71	62	67	67	59	64	68	71	64	59	61	58
Rho	82	81	69	73	73	67	63	68	66	65	58	54	49	50	53	52	55	52	
Sesto S. Giovanni	97	83	80	84	80	72	61	65	71	63	60	62	61	71	64	55	56	64	
Settimo Milanese	79	76	66	66	62	64	55	60	63	63	57	63	57	57	62	58	54	50	
Monza e Brianza	Agrate	78	72	69	61	65	67	69	58	68	50	58	58	54	59	52	46	41	44
	Carate Brianza			67	63	63	67	64	57	67	55	49	49	49	52	52	49	55	53
	Limbiate			61	69	65	61	56	58	58	50	55	55	54	56	49	46	45	48
	Meda				69	69	55	56	63	60	58	52	49	58	49	50	47	52	55
	Monza Machiavelli	106	90	88	88	82	75	73	87	72	83	70	78	70	44	45	44	48	41
	Villasanta	79	76	66	66	62	64	55	60	63	63	57	63	57	53	47	49	48	
	Vimercate			69	77	69	56	59	64	56	45	54	53	56	53	50	43	36	39
Como	Cantù		66	73	67	70	65	59	70	50	48	47	36	36	43	52	63	62	49
	Como - Centro	88	78	86	85	75	69	66	67	72	70	71	67	64	67	71	68	59	55
	Fino Mornasco	68	76	83	72	69	72	70	65	64	51	50	47	41	43	42	55	63	57
	Mariano Comense	72	81	77	70	66	60	53	50	44	52	56	54	57		47	47	49	47
Lecco	Merate	82	78	85	76	73	77	74	71	51	52	56	56	55	60	57	57	53	49
Varese	Busto Arsizio - Accam							34	41	33	41	39	41	40	37	35	41	36	32
	Busto Arsizio - Magenta	73	76	67	58	62	63	69	70		46	48	53	48	46	44	43	39	34
	Gallarate - S. Lorenzo	76	84	85	68	58	59	49	49		52	48	51	52	47	51	60	51	43
	Saronno - Marconi	72	70	71	78	77	68	71	62		54	51							
	Saronno - Santuario					53	57	65	57	64			42	43	47	46	32	30	25
Milano - Zona A1	Media	93	84	76	77	74	73	68	66	65	61	60	58	60	62	58	56	57	55
Monza - Zona A1	Media	88	79	70	70	68	64	62	64	63	58	56	58	57	52	49	46	46	47
Como - Zona A1	Media	76	75	80	74	70	67	62	63	58	55	56	51	50	51	53	58	58	52
Lecco - Zona A1	Media	82	78	85	76	73	77	74	71	51	52	56	56	55	60	57	57	53	49
Varese - Zona A1	Media	74	77	74	68	63	62	58	56	49	48	47	47	46	44	44	44	39	33

Tabella 5.4.3 - Concentrazioni di CO: media annuale (mg/m³)

Zone A1/Province	Stazioni	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Milano	Arese	3.0	3.0	3.1	2.2	2.4	2.6	1.9	1.8	1.9	1.7	1.3	1.4	1.2	1.3	1.1	1.0	1.0	0.9
	Cinisello Balsamo	4.4	4.1	4.0	3.5	3.4	3.5	3.1	2.8	2.4	2.4	1.7	1.7	1.7	1.7	1.4	1.8	1.3	1.1
	Cormano			3.2	2.4	2.4	2.2	2.0	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.6	1.3	1.0	0.9	1.0	0.9
	Corsico	2.9	2.4	2.2	2.0	1.9	1.6	1.8	1.3	1.3	1.3	1.1	1.1	1.3	1.0	1.4	1.3	1.0	1.0
	Garbagnate	2.0					2.8	2.0	1.7	1.5	1.3	1.4	1.4	1.3	1.3	0.9	0.9	1.2	1.1
	Lainate	2.7	2.6	2.5	2.1	2.1	2.1	1.9	1.6	1.5	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.3	1.2	1.1	1.1
	Legnano	3.7	3.4	3.1	2.6	2.4	2.3	2.5	2.0	1.5	1.8	1.7	1.6	1.4	1.4	1.5	1.2	1.2	1.1
	Limite di Pioltello	3.2	2.3	1.6	1.5	1.7	1.6	1.4	1.2	1.2	1.3	1.2	1.3	0.8	1.0	1.0	0.9	0.8	0.9
	MI - Liguria	3.8	3.1	3.0	2.7	2.6	2.8	2.2	1.7	1.9	1.6	1.4	1.6	1.4	1.5	1.3	1.2	1.0	1.2
	MI - Marche	5.1	3.9	3.7	3.4	3.1	3.5	3.2	2.6	2.2	2.2	1.6	1.6	1.1	1.3	1.4	1.7	1.4	1.4
	MI - Senato	3.9		3.1	2.2	2.1	2.0	2.0	1.8	1.6	1.4	1.1	1.3	1.0	1.0	0.9	0.7	1.1	1.3
	MI - Verziere	3.7	3.9	3.5	2.5	1.8	1.9	2.0	1.7	1.4	1.4	1.2	1.2	1.1	1.3	1.2	1.4	1.2	1.2
	MI - Zavattari	4.2	4.0	3.4	2.6	2.7	2.6	2.2	2.2	2.1	1.9	1.6	1.8	1.6	1.2	1.2	1.0	1.0	1.2
	Pero	3.0	2.3	2.3	1.9	1.9	1.9	1.7	1.5	1.3	1.5	1.2	1.5	0.9	1.0	1.0	1.2	1.1	0.9
	Rho	2.4	2.4	2.2	2.0	1.8	1.5	1.6	1.7	1.6	1.5	1.5	1.6	1.0	1.1	1.0	1.2	1.2	1.1
	Sesto S. Giovanni	3.0	2.6	2.2	2.3	2.2	2.1	1.8	1.6	1.7	1.9	1.5	1.4	1.3	1.5	1.2	0.9	0.8	0.9
Settimo Milanese	2.8	2.7	2.5	2.2	2.3	2.1	2.2	1.9	1.9	1.6	1.5	1.5	1.7	1.4	1.0	1.3	1.4	1.3	
Monza e Brianza	Carate Brianza			2.2	1.9	2.1	2.1	1.8	1.5	1.8	1.5	1.3	1.5	1.4	1.4	1.3	1.4	1.1	0.9
	Limbate			2.2	1.9	1.9	2.0	1.7	1.8	1.8	1.4	1.3	1.5	1.4	1.4	1.6	1.1	1.3	1.2
	Meda				2.0	2.0	1.9	1.8	1.5	1.5	1.3	1.3	1.5	1.1	1.2	1.3	1.1	1.3	1.3
	Monza Machiavelli	4.2	4.2	3.9	3.5	3.0	3.2	2.6	2.1	2.0	1.8	1.4	1.9	1.7	1.3	1.0	0.8	0.9	0.8
	Villasanta	2.8	2.6	2.7	2.2	2.2	2.0	1.8	1.5	1.5	1.6	1.3	1.2	1.2	1.0	1.0	1.1	1.1	
	Vimercate			3.0	3.2	2.9	2.7	2.5	2.0	2.0	1.8	1.4	1.5	1.6	1.6	1.3	1.3	1.2	1.1
Como	Cantù	2.6	1.5	1.1	1.1	1.5	1.4	1.3	1.4	1.3	1.5	1.2	1.0	1.0	0.9	1.0	0.5	0.6	0.6
	Como - Centro	3.2	3.7	3.0	3.2	3.7	2.8	2.8	2.4	3.1	2.8	2.1	1.8	1.8	1.7	2.3	1.7	2.1	1.4
	Fino Mornasco	2.0	1.6	1.8	1.3	1.8	2.0	1.7	2.2	2.5	1.8	1.6	1.3	1.2	1.0	1.4	1.1	1.4	0.9
	Mariano Comense	2.1	1.8	1.7	1.5	1.9	1.9	1.9	1.9	2.3	1.8	1.7	1.4	1.4	1.3	1.6	1.1	1.2	1.0
Lecco	Merate	3.4	2.0	1.9	1.6	1.7	2.8	2.4	2.8	1.9	1.6	1.3	1.2	1.3	1.0	0.5	0.6	0.5	0.7
Varese	Busto Arsizio - Accam							1.1	1.0	0.9	0.8	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3
	Busto Arsizio - Magenta	2.1	1.4	1.3	2.5	2.2	1.9	1.7	1.2		1.7	1.1	1.1	1.0	1.0	1.2	0.8	0.7	0.7
	Gallarate - S. Lorenzo	1.7	1.3	1.5	1.6	1.3	0.5	1.0	0.8		1.3	1.2	1.0	0.9	0.9	1.2	0.9	0.4	0.4
	Saronno - Marconi		1.8	1.9	2.5	2.8	2.0	1.9	1.5		1.3	1.0	0.9	0.8	0.8	1.1	0.7	0.8	0.8
Milano - Zona A1	Media	3.4	3.1	2.9	2.4	2.3	2.3	2.1	1.8	1.7	1.6	1.4	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1
Monza - Zona A1	Media	3.5	3.4	2.8	2.5	2.4	2.3	2.0	1.7	1.8	1.6	1.3	1.5	1.4	1.3	1.3	1.1	1.1	1.1
Como - Zona A1	Media	2.5	2.2	1.9	1.8	2.2	2.0	1.9	2.0	2.3	2.0	1.7	1.4	1.4	1.2	1.6	1.1	1.3	1.0
Lecco - Zona A1	Media	3.4	2.0	1.9	1.6	1.7	2.8	2.4	2.8	1.9	1.6	1.3	1.2	1.3	1.0	0.5	0.6	0.5	0.7
Varese - Zona A1	Media	1.9	1.5	1.6	2.2	2.1	1.5	1.4	1.1	0.9	1.3	1.0	0.9	0.8	0.8	1.0	0.7	0.6	0.5

Tabella 5.4.4 - Concentrazioni di O₃: media annuale (µg/m³)

Zone A1/Province	Stazioni	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Milano	Arese				42	47	40	39	35	33	34	38	32	32	33	30	34	36	37
	Cinisello Balsamo	25	20	27															
	Cormano			38	41	45	40	37	37	45	40	47	41	44	43	36	41	46	44
	Corsico	15	19	26	32	35	36	32	35	37	35	42	38	36	33	31	40	44	41
	Legnano	19	25	30	37	35	34	36	34	35	32	41	33	34	33	29	30	36	39
	Limite di Pioltello	35	45	36	38	44	45	40	39	43	38	48	38	34	35	42	39	42	42
	MI - Juvara/Pascal	20	22	32	35	39	38	35	40	35	34	39	33	27	29	41	47	44	45
	MI - Parco Lambro				47	50	42	43	43	42	40	48	41	40	41	39	42	48	42
	MI - Verziere	19	28	30	34	37	39	36	38	39	39	39	37	36	40	38	32	42	36
Monza e Brianza	Agrate				33	37	39	38	37	37	34	42	37	37	38	34	36	38	36
	Carate Brianza			42	33	40	42	44	41		37	47	35	42	47	43	50	50	43
	Limbiate			40	46	52	46	42	39	45	37	50	40	43	42	39	40	47	39
	Meda				50	54	47	45	46	49	49	51	42	41	38	42	43	44	47
	Monza Machiavelli	24	25	29	36	36	37	36	31	33	33	39	28	24	36	39	29	38	39
	Vimercate			43	42	47	43	42	43	48	44	53	40	36	43	41	40	49	51
Como	Cantù															42	34	38	44
	Como - Centro	18	36	38	33	44	44	44	47	35	35	47	40	34	38	38	39	49	43
Lecco	Merate	22	41	45	32	43	53	56	49	40	39	41	35	41	32	34	39	40	39
Varese	Busto Arsizio - Magenta	30	30	35	33	39	40	44	43		42	51	38	47	50	39	43	51	44
	Gallarate - S. Lorenzo	44	43	37	35	39	38	35	31		35	46	39	41	43	40	40	43	41
	Saronno - Marconi											46							
	Saronno - Santuario												46	40	43	38	43	48	43
Milano - Zona A1	Media	22	27	31	38	42	39	37	38	39	37	43	37	35	36	36	38	42	41
Monza - Zona A1	Media	24	25	39	40	44	42	41	40	42	39	47	37	37	41	40	40	44	42
Como - Zona A1	Media	18	36	38	33	44	44	44	47	35	35	47	40	34	38	40	37	44	44
Lecco - Zona A1	Media	22	41	45	32	43	53	56	49	40	39	41	35	41	32	34	39	40	39
Varese - Zona A1	Media	37	37	36	34	39	39	40	37		39	48	41	43	45	39	42	47	43

Tabella 5.4.5 - Concentrazioni di benzene: media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Provincia di Milano	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
MI - Senato							7.8	4.8	5.2	6.1	4.5	3.8	2.4	3.0	2.8	2.4	3.0	2.3
MI - Zavattari								6.1	5.0	6.4	5.0	3.9	3.4		4.0	2.4	3.0	2.8
Cassano 2															2.5	3.0		
Media Milano							7.8	5.5	5.1	6.3	4.8	3.9	2.9	3.0	3.1	2.6	3.0	2.5

Tabella 5.4.6 - Concentrazioni di PM10: media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Zone A1/Province	Stazioni	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
Milano	Arese										54	55	51	56	55	51	39	42	37	
	Limite di Pioltello						49	48	48	46	50	53	46	50	56	51	43	47	38	
	MI - Juvara/Pascal						57	57	53	54	58	55	52	55	56	51	45	46	37	
	MI - Senato																46	45	41	
	MI - Verziere										56	54	52	50	52	50	42	44	41	
	MI - Zavattari						60	57	58	57										
Monza e Brianza	Meda						62	56	51	52	52	56	54	57	57	58	44	42	37	
	Monza Machiavelli														53	51	42	43	40	
	Vimercate						55	54	50	52	49	49	48	44	44	46	37	40	36	
Como	Cantù							51	52	60		44	42	48	46	45	33	31	25	
	Como - Centro								48	47	44	44	40	45	46	41	37	35	31	
	Fino Mornasco								56	50										
	Mariano Comense								45	43	45	53								
Lecco	Merate								54	48		42	65	57	57	53	45	40	40	
Varese	Busto Arsizio - Accam							46	44		46	49	43	43	45	44	37	38	32	
	Gallarate - S. Lorenzo								68			64	41	45	48	47	40	42	31	
	Saronno - Santuario												47	44	45	42	39	40	39	
Milano - Zona A1	Media						55	54	53	52	55	54	50	53	55	51	43	45	39	
Monza - Zona A1	Media						59	55	51	52	51	53	51	51	51	52	41	42	38	
Como - Zona A1	Media							51	50	50	45	47	41	47	46	43	35	33	28	
Lecco - Zona A1	Media								54	48		42	65	57	57	53	45	40	40	
Varese - Zona A1	Media							46	56		46	57	44	44	46	44	39	40	34	

6 - BIBLIOGRAFIA

Stato della qualità dell'aria e informazioni generali:

1. <http://www.arpalombardia.it/qaria/Home.asp>
2. Tebaldi G. - La variazione dei parametri climatico ambientali a Milano: evoluzione e previsioni - Studi per la valutazione della qualità dell'aria nella Provincia di Milano, Aggiornamento al 31 Marzo 1988, Provincia di Milano e Comune di Milano - 1988
3. Annuario dei dati ambientali 2005-2006 – Atmosfera: http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Temi/Aria/Qualit%c3%a0_dell'aria/

Emissioni in atmosfera:

4. <http://www.ambiente.regione.lombardia.it/inemar/inemarhome.htm>
5. [http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Servizi_per_l'Ambiente/Inventario_delle_Emissioni_in_Atmosfera_\(CORINAIR-IPCC\)/](http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Servizi_per_l'Ambiente/Inventario_delle_Emissioni_in_Atmosfera_(CORINAIR-IPCC)/)

Approfondimenti:

6. Particolato atmosferico a Milano, relazione finale del progetto PUMI:
http://www.arpalombardia.it/qaria/pdf/ALTRE_CAMPAGNE/Milano/Relazione%20finale%20progetto%20PUMI.PDF
7. Progetto Parfil: http://www.arpalombardia.it/qaria/pdf/Domande_Risposte_Parfil.pdf
8. Position paper sull'ozono: http://ec.europa.eu/environment/air/documents/pos_paper.pdf
9. http://ec.europa.eu/environment/air/documents/pos_paper.pdf
10. Informazioni sugli inquinanti atmosferici e i loro effetti sanitari: WHO Air Quality Guidelines
http://www.euro.who.int/InformationSources/Publications/Catalogue/20070323_1
11. Position paper sul particolato:
http://ec.europa.eu/environment/air/cafe/pdf/working_groups/2nd_position_paper_pm.pdf
12. http://www.arpalombardia.it/qaria/doc_QualitaAriaSalute.asp