



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Laboratorio Mobile
Campagna di Misura della Qualità dell'Aria
COMUNE DI ROGENO

30/09/2009 - 27/10/09
SECONDA PARTE

Campagna di Misura della Qualità dell'Aria

COMUNE DI ROGENO

Gestione e Manutenzione Tecnica della Strumentazione

P.I. Luca Vergani

Relazione

redatta Dr.ssa Laura Carroccio
Dr.ssa Anna De Martini

approvata Responsabile U.O. Territorio e Sistemi Ambientali
Dr. Maurizio Maierna

Premessa

Nella presente relazione, si discutono i risultati relativi alla seconda parte della campagna 2009 per il monitoraggio della qualità dell'aria nel Comune di Rogeno.

La prima parte era stata svolta nei mesi di febbraio e marzo 2009, secondo i criteri previsti dal DM 60/2002.

Campagna di Misura della Qualità dell' Aria COMUNE DI ROGENO

Introduzione

Laboratorio Mobile.....	pag. 3
I principali inquinanti atmosferici.....	pag. 4
Normativa.....	pag. 7

Campagna di Misura

Sito di Misura.....	pag. 9
Emissioni sul territorio.....	pag. 11
Situazione meteorologica nel periodo di misura.....	pag. 16
Andamento inquinanti nel periodo di misura e confronto con i dati rilevati da postazioni fisse.....	pag. 20
Conclusioni.....	pag. 33

Allegato Dati

Introduzione

La campagna di misura nel comune di Rogeno è stata condotta dal Dipartimento Provinciale di Lecco dell'ARPA Lombardia. Lo scopo della campagna è il monitoraggio della qualità dell'aria nel territorio comunale.

A tale fine, in accordo con il Comune, è stata scelta una postazione in una zona rurale vicino al serbatoio dell'acquedotto comunale. Il laboratorio mobile è attrezzato con strumentazione per il rilevamento di:

- Monossido di Carbonio (CO);
- Ossidi di Azoto (NO_x);
- Ozono (O₃);
- PM₁₀ e PM_{2.5};
- Benzene (C₆H₆).

Laboratorio Mobile

La strumentazione utilizzata nel laboratorio mobile è del tutto simile a quella presente nelle stazioni fisse della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria (RRQA). Gli analizzatori automatici installati rispondono alle caratteristiche previste dalla legislazione (D.M. 60/02 e D.Lvo 183/04).

Anche per le altezze dei prelievi i criteri utilizzati sono quelli indicati dalle suddette norme, in particolare:

- il Monossido di Carbonio deve essere prelevato a 1.6 metri dal suolo (altezza uomo) e a non più di 5 metri dal ciglio della strada;
- la sonda per il prelievo di NO_x, Benzene, O₃, PM₁₀ e Pm_{2.5} è posta tra 1.5 e 4 m sopra il livello del suolo;
- i sensori meteorologici sono posizionati all'altezza di circa 8 metri. (direzione e velocità del vento) e 4,5 metri di quota (temperatura, radiazione solare, pioggia, umidità relativa e pressione).

Il sito di misura prescelto rispetta i criteri di rappresentatività indicati per il posizionamento delle cabine fisse di rilevamento nell'Allegato VIII del D.M. 60 del 2 aprile 2002 e nell'Allegato IV del D.Lgs 183/04.

I principali inquinanti atmosferici

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.

Si descrivono di seguito le caratteristiche degli inquinanti atmosferici misurati con il laboratorio mobile.

Il **monossido di carbonio (CO)** ha origine da processi di combustione incompleta di composti contenenti carbonio. È un gas la cui origine, soprattutto nelle aree urbane, è da ricondursi prevalentemente al traffico autoveicolare, soprattutto ai veicoli a benzina. Le emissioni di CO dai veicoli sono maggiori in fase di decelerazione e di traffico congestionato. Le sue concentrazioni 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).

Gli **ossidi di azoto (NO e NO₂)** 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.

All'emissione, gran parte degli ossidi di azoto è in forma di NO, con un rapporto NO/NO₂ decisamente a favore del primo. Si stima che il contenuto di NO₂ nelle emissioni sia tra il 5 e il 10% del totale degli ossidi di azoto.

Il monossido di azoto non è soggetto a normativa, in quanto, alle concentrazioni tipiche misurate in aria ambiente, non provoca effetti dannosi sulla salute e sull'ambiente. Se ne misurano comunque i livelli in quanto, attraverso la sua ossidazione in NO₂ e la sua partecipazione ad altri processi fotochimici, contribuisce alla produzione di O₃ troposferico. Per il biossido di azoto sono invece previsti valori limite, riassunti in tabella 2.

L'**ozono (O₃)** 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), che avvengono in presenza di alte temperature e forte irraggiamento solare e che causano la formazione di un insieme di diversi composti, tra i quali, oltre all'ozono, si trovano nitrati e solfati (costituenti del particolato fine), perossiacetilnitrato (PAN), acido nitrico e altro ancora. L'insieme di questi composti 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 è 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 per 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 NO_2 :



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 NO_2 senza consumare ozono, di fatto spostando l'equilibrio del ciclo visto sopra e consentendo l'accumulo dell' O_3 .

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 sottovento 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.

Il **particolato atmosferico** aerodisperso è costituito da una miscela di particelle solide e liquide, di diverse caratteristiche chimico-fisiche e diverse dimensioni. Esse possono essere di origine primaria, cioè emesse direttamente in atmosfera da processi naturali o antropici, o secondaria, cioè formate in atmosfera a seguito di reazioni chimiche e di origine prevalentemente umana. Le principali sorgenti naturali sono erosione e risollevarimento del suolo, incendi, pollini, spray marino, eruzioni vulcaniche; le sorgenti antropiche si riconducono principalmente a processi di combustione (traffico autoveicolare, uso di combustibili, emissioni industriali).

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 $2.5 \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2.5}$).

Attualmente la legislazione nazionale ha definito valori limite sulle concentrazioni giornaliere e sulle medie annuali per il solo PM_{10} . Per quanto concerne il $\text{PM}_{2.5}$, la comunità europea con la Direttiva 2008/50/CE, ha stabilito il valore-obiettivo e il valore limite sulla media annuale (pari quest'ultimo a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da raggiungere entro il 1/01/2015). Nonostante tale direttiva non sia ancora stata recepita a livello nazionale, il DM 60/02 prevede che venga comunque effettuata la misura di questo parametro.

Il **benzene** è un costituente in tracce della frazione aromatica della benzina impiegata come antidetonante nella benzina verde in sostituzione dei composti del piombo. E' inoltre un composto chimico di largo impiego per la produzione di composti chimici di base, utilizzati a loro volta per la produzione di policarbonati, resine epossidiche e nylon. Il benzene è soggetto a normativa sul lungo periodo: il DM 60/02 fornisce un valore obiettivo sull'anno civile pari a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nella Tabella 1 sono riassunte, per ciascuno dei principali inquinanti atmosferici, le principali sorgenti di emissione.

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 risollimento
Idrocarburi non Metanici*IPA, Benzene	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta, in particolare di combustibili derivati dal petrolio), evaporazione dei carburanti, alcuni processi industriali

Tabella 1: Sorgenti emissive dei principali inquinanti (* = Inquinante Primario, ** = Inquinante Secondario).

Normativa

Per i principali inquinanti atmosferici, al fine di salvaguardare la salute e l'ambiente, la normativa stabilisce limiti di concentrazione, a lungo e a breve termine, a cui attenersi. Per quanto riguarda i limiti a lungo termine viene fatto riferimento agli standard di qualità e ai valori limite di protezione della salute umana, della vegetazione e degli ecosistemi (D.P.C.M. 28/3/83 – D.P.R. 203/88 – D.M. 25/11/94 – D.M. 60/02 - D. L.vo 183/04) allo scopo di prevenire esposizioni croniche. Per gestire episodi d'inquinamento acuto vengono invece utilizzate le soglie di allarme (– D.M. 60/02 ; D.Lgs 183/04).

La tabella 2 riassume i limiti previsti dalla normativa per i diversi inquinanti considerati. Sono inclusi sia i limiti a lungo termine che i livelli di allarme. Si fa notare che il DM n. 60/02 ha introdotto, oltre ad una serie di valori limite per biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, PM₁₀, piombo, benzene e monossido di carbonio, anche il termine temporale entro il quale tali valori limite devono essere raggiunti. Prevede inoltre un percorso nel tempo che porta ad un graduale raggiungimento dei limiti, stabilendo un margine di tolleranza che si riduce negli anni. Nella tabella i margini di tolleranza validi per l'anno 2009 sono indicati tra parentesi.

Tabella 2: Limiti di legge

Biossido di Azoto	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Legislazione
Standard di qualità (98° percentile rilevato durante l'anno civile)	200	1 ora	D.P.R. 203/88
Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 18 volte per anno civile)	200 ₍₊₁₀₎	1 ora	D.M. n.60 del 2/4/02
Valore limite protezione salute umana	40 ₍₊₂₎	Anno civile	D.M. n.60 del 2/4/02
Soglia di allarme	400	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)	D.M. n.60 del 2/4/02

Ossidi di Azoto	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Legislazione
Valore limite protezione vegetazione	30	Anno civile	D.M. n.60 del 2/4/02

Monossido di Carbonio	Valore Limite (mg/m^3)	Periodo di mediazione	Legislazione
Valore limite protezione salute umana	10	8 ore	D.M. n.60 del 2/4/02

Ozono	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Legislazione
Valore bersaglio per la protezione della salute umana	120	8 ore	D.L.vo n. 183 21/5/04
Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	18000	AOT40 (mag-lug) su 5 anni	D.L.vo n. 183 21/5/04
Soglia di informazione	180	1 ora	D.L.vo n. 183 21/5/04
Soglia di allarme	240	1 ora	D.L.vo n.183 21/5/04

Particolato Fine PM₁₀	Valore Obiettivo (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.M. n.60 del 2/4/02
	Valore limite protezione salute umana 40	Anno civile	D.M. n.60 del 2/4/02

Idrocarburi non Metanici	Valore Obiettivo (µg/m³)	Periodo di mediazione	Legislazione
Benzene	Valore obiettivo 5 (+1.25)	Anno civile	D.M. n.60 del 2/4/02
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo 0,001	Anno civile	DM. 25/11/94_e Dir107/04/CE

Nota: Gli obiettivi di qualità su base annua delle concentrazioni di IPA fanno riferimento alle concentrazioni di benzo(a)pirene. (D.M. 25/11/94).

Campagna di Misura

Sito di Misura

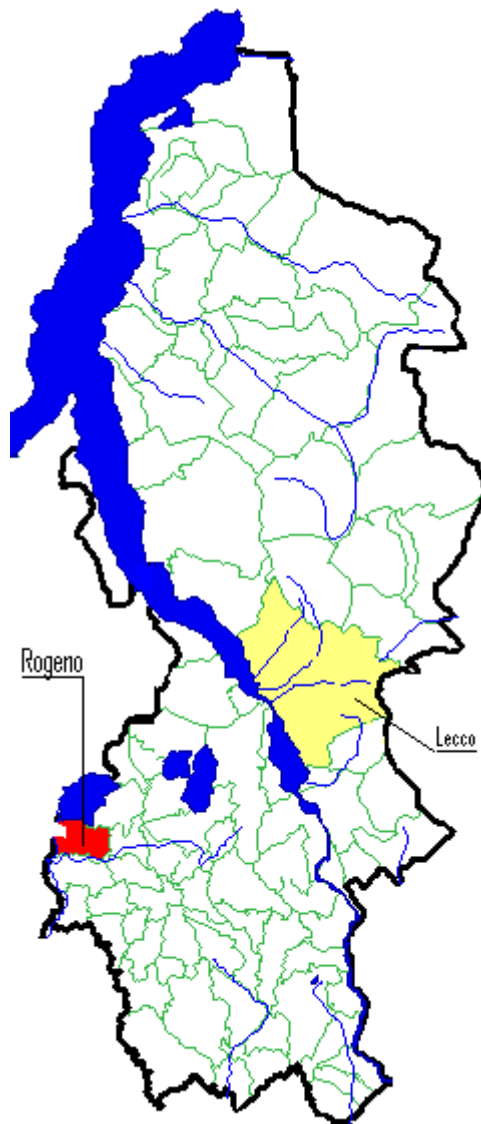


Figura 1: Comuni della provincia di Lecco.

Periodo di Misura:

Sito di misura: **Comune di Rogeno**

Assi Stradali: strade urbana: via Don Minzoni

Industrie: tessili, falegnamerie, siderurgiche, lavorazioni meccaniche, plastiche, chimiche, ect.;

Il mezzo mobile è stato posizionato all'interno di un'area verde situata presso la via Don Minzoni, vicino all'acquedotto comunale.



Figura 2: Posizionamento del mezzo mobile nel comune Rogeno

● Mezzo Mobile

Emissioni sul territorio

Per la stima delle principali sorgenti emissive sul territorio comunale di Rogeno è stato utilizzato l'inventario regionale delle emissioni, INEMAR (Inventario Emissioni Aria), nella sua versione più recente, riferita all'anno 2005.

Nell'ambito di tale inventario la suddivisione delle sorgenti avviene per attività emissive: la classificazione utilizzata fa riferimento ai macrosettori relativi all'inventario delle emissioni in atmosfera dell'Agenzia Europea per l'Ambiente CORINAIR (Cordination Information Air).

- Combustione per produzione di energia e trasformazione dei combustibili
- Combustione non industriale
- Combustione nell'industria
- Processi produttivi
- Estrazione e distribuzione combustibili
- Uso di solventi
- Trasporto su strada
- Altre sorgenti mobili e macchinari
- Agricoltura
- Altre sorgenti e assorbimenti

Per ciascun macrosettore vengono presi in considerazione diversi inquinanti: sia quelli che fanno riferimento alla salute, sia quelli per i quali è posta particolare attenzione in quanto considerati gas ad effetto serra:

- Biossido di Zolfo (SO₂)
- Ossidi di Azoto (NO_x)
- Composti Organici Volatili non Metanici (NMCOV)
- Metano (CH₄)
- Monossido di Carbonio (CO)
- Biossido di Carbonio (CO₂)
- Ammoniaca (NH₃)
- Protossido di Azoto (N₂O)
- Polveri Totali Sospese (PTS) o polveri con diametro inferiore ai 10 µm (PM₁₀)

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

I dati di INEMAR sono stati elaborati al fine di definire i contributi dei singoli macrosettori alle emissioni in atmosfera dei principali inquinanti nel Comune.

Le emissioni di **Biossido di Zolfo (SO₂)** derivano, principalmente, dai processi legati alla combustione non industriale, cioè al riscaldamento domestico (0.7 t/anno circa il 65.5% del totale). Anche la combustione industriale (0.2 t/anno), il trasporto su strada (0.1 t/anno) ed altre sorgenti mobili e macchinari (0.1 t/anno) contribuiscono con percentuali inferiori sulle emissioni totali di questo inquinante (15.2%, 11.6%, 7.8% rispettivamente).

Gli stessi macrosettori sono le sorgenti emissive principali di **Monossido di Carbonio (CO)**. Infatti, combustione non industriale contribuisce con 113.5 t/anno su di un totale di 203

t/anno, pari a circa il 56%. Il trasporto su strada contribuisce con 51.3 t/anno e concorre pertanto per il 25.3%.

Le emissioni di **Ossidi di Azoto (NO_x)** sono in gran parte dovute al trasporto su strada. La quantità procurata da questo macrosettore nel comune di Rogeno è pari a 16.1 t/anno, ovvero il 46.6% del totale. Gli altri macrosettori che concorrono alle emissioni degli NO_x sono: la combustione nell'industria con 6.9 t/anno (19.9%), la combustione non industriale con 6.3 t/anno (18.1%), e altre sorgenti mobili e macchinari con 5.3 t/anno (15.4%).

Le principali sorgenti emissive dei **Composti Organici Volatili (COV)** nel comune di Mandello sono: l'uso di solventi (357.1 t/anno, 66%), il trasporto su strada (60.7 t/anno, 11%) ed altre sorgenti ed assorbimenti, che con 43.9 t/anno, contribuiscono con l' 8% alla produzione di questo inquinante. Ulteriori rilevanti contributi sono dovuti alla combustione non industriale (38 t/anno, 7%), ai processi produttivi (20.9 t/anno, 4%) ed all'estrazione e distribuzione di combustibili (13.2 t/anno, 2%).

La principale sorgente di **Particolato Fine (PM₁₀)** nel comune di Rogeno è la combustione non industriale, che con 5.4 t/anno contribuisce per il 58.5% alle emissioni di questo inquinante. Un contributo influente, ma inferiore, deriva dal trasporto su strada con 1.5 t/anno (14.8%).

Si riportano in tabella 3 (valori assoluti e percentuali) e in Figura 3 (valori percentuali) le stime relative ai principali inquinanti emessi dai diversi tipi di sorgente all'interno del comune di Rogeno. Per un confronto si riportano anche le stime riferite all'intera Provincia di Lecco.

Comune di Rogeno

Fonti emissive - macrosettore	SO ₂	NO _x	N ₂ O	COV	CO ₂	PM _{2.5}	PM ₁₀	CH ₄	CO	NH ₃
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Produzione energia e trasform. combustibili	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Combustione non industriale	0.7	6.3	0.7	28.5	5.2	5.2	5.4	7.6	113.5	0.2
Combustione nell'industria	0.2	6.9	0.2	2.9	3.2	0.5	0.6	0.3	35.2	-
Processi produttivi	-	-	-	5.9	0.1	-	-	-	-	-
Estrazione e distribuzione combustibili	-	-	-	3.7	-	-	-	32.2	-	-
Uso di solventi	-	-	-	70.1	-	-	-	-	-	-
Trasporto su strada	0.1	16.1	0.2	16.4	3.7	1.2	1.5	0.8	51.3	0.7
Altre sorgenti mobili e macchinari	0.1	5.3	0.2	1.0	0.4	0.6	0.7	-	2.7	-
Agricoltura	-	-	6.3	-	-	0.9	1.7	58.0	-	41.2
Altre sorgenti e assorbimenti	-	-	-	2.2	-	0.2	0.2	4.6	0.2	-
Totale	1.0	34.6	7.6	130.9	12.7	8.5	10.0	103.5	203.0	42.1

Percentuale di influenza di ogni inquinante

Fonti emissive - macrosettore	SO ₂	NO _x	N ₂ O	COV	CO ₂	PM _{2.5}	PM ₁₀	CH ₄	CO	NH ₃
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Combustione non industriale	65.5	18.1	8.7	21.8	41.0	61.0	53.5	7.4	55.9	0.5
Combustione nell'industria	15.2	19.9	3.2	2.2	25.3	5.6	5.8	0.3	17.4	-
Processi produttivi	-	-	-	4.5	1.0	-	-	-	-	-
Estrazione e distrib.di combustibili fossili	-	-	-	2.9	-	-	-	31.1	-	-
Uso di solventi	-	-	-	53.6	-	-	-	-	-	-
Trasporto su strada	11.6	46.6	2.2	12.5	29.5	14.1	14.8	0.7	25.3	1.6
Altre sorgenti mobili e macchinari	7.8	15.4	2.4	0.8	3.2	7.4	6.9	-	1.3	-
Agricoltura	-	-	83.5	-	-	10.1	17.5	56.0	-	97.9
Altre sorgenti e assorbimenti	-	-	-	1.7	-	1.8	1.5	4.5	0.1	-
totale	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

ARPA Lombardia - Regione Lombardia. Emissioni in provincia di Lecco nel 2005 - public review

	SO ₂	NO _x	COV	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	PM _{2.5}	PM ₁₀	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														
Combustione non industriale	112	700	2,270	619	9,110	644	72	18	414	428	446	679	4,135	20
Combustione nell'industria	17	783	66	20	872	417	21	0.7	23	27	40	424	1,118	18
Processi produttivi	1.6	72	732	1.2	63	197			4.2	15	16	197	827	1.6
Estrazione e distribuzione combustibili			348	3,692								78	400	
Uso di solventi		0.0	6,161				0.0	1.1	5.7	14	18	31	6,161	0.1
Trasporto su strada	21	3,038	1,963	96	6,731	669	26	110	202	247	300	679	6,412	73
Altre sorgenti mobili e macchinari	7.1	490	100	2.3	257	37	15	0.0	60	62	68	42	726	11
Trattamento e smaltimento rifiuti	84	250	3.8		3.7	22	8		7.5	7.5	7.5	24	310	8.1
Agricoltura		0.5	0.9	1,079	0.2		69	484	2.1	4.7	8.2	44	17	29
Altre sorgenti e assorbimenti	0.9	3.9	1,091	517	137		0.1	0.9	25	26	26	11	1,119	0.2
Totale	243	5,338	12,738	6,026	17,175	1,986	211	615	743	831	929	2,209	21,223	160

Tabella 3: Quantitativi delle emissioni annuali di inquinanti nel territorio di Rogeno e nell'intera Provincia di Lecco.

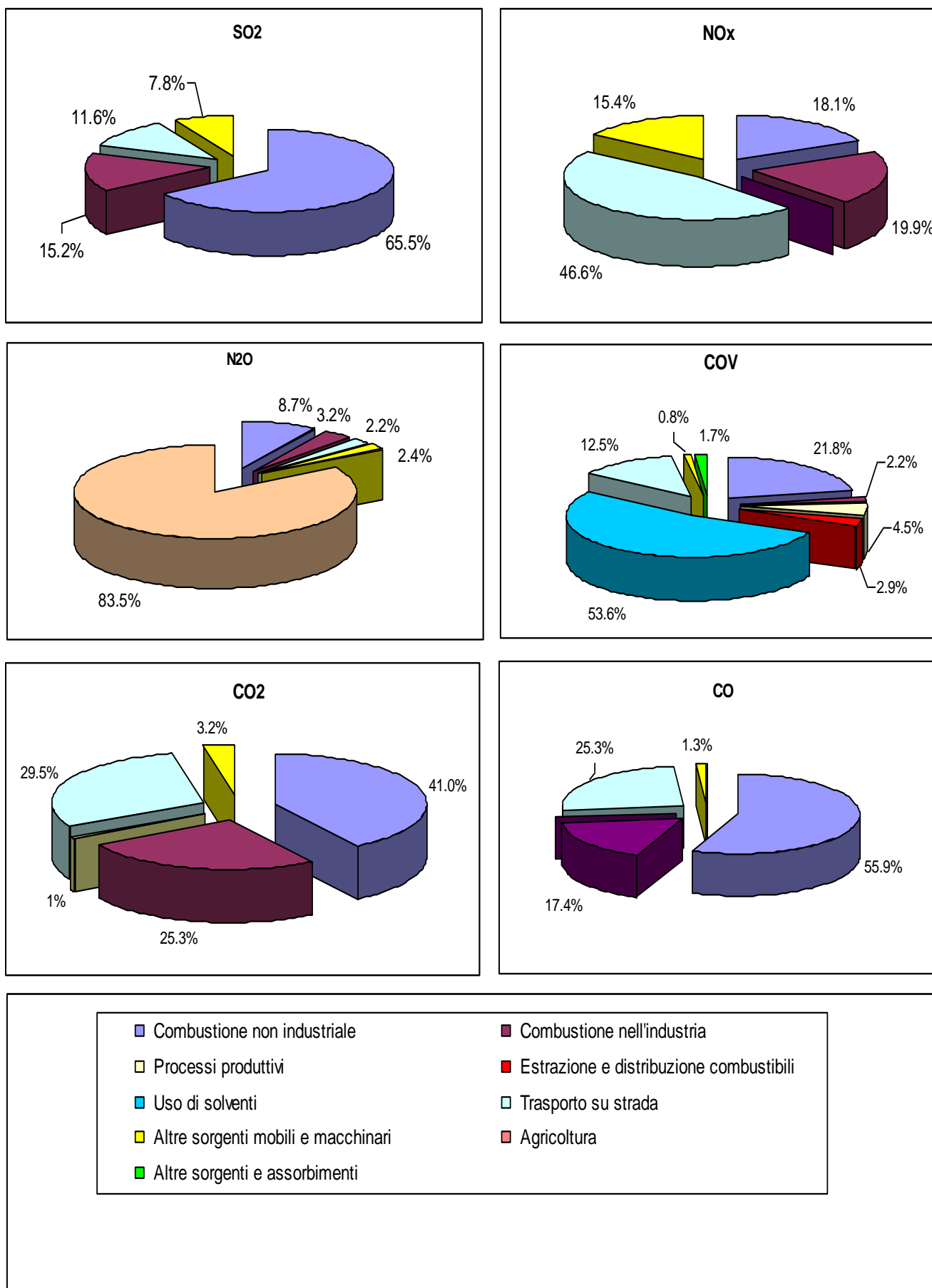


Figura 3: Ripartizione delle emissioni nel territorio di Rogeno

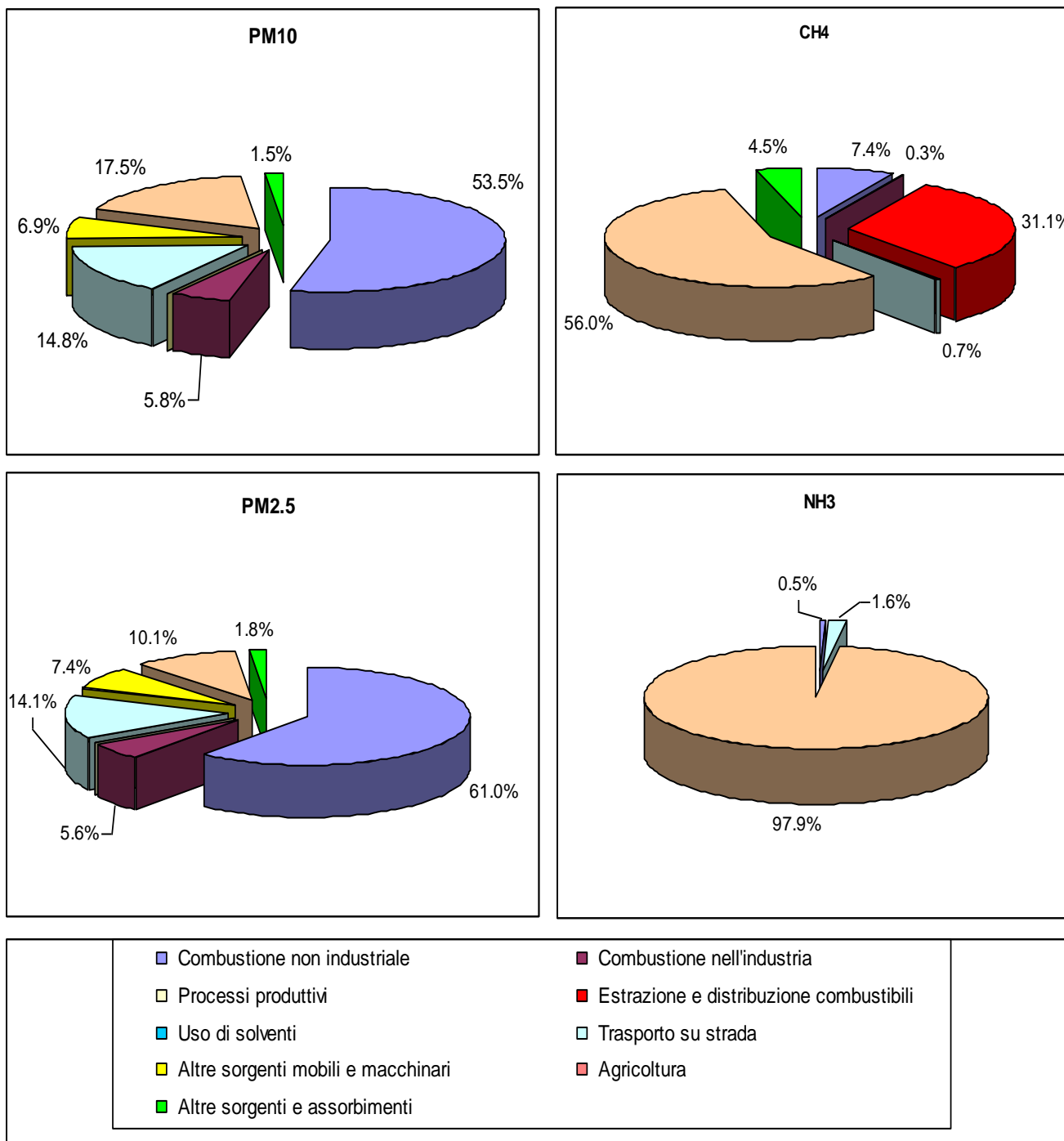















Figura 3: Ripartizione delle emissioni nel territorio di Rogeno

Situazione meteorologica nel periodo di misura

I livelli di concentrazione degli inquinanti atmosferici in un sito dipendono dalla quantità e dalle modalità di emissione degli inquinanti stessi nell'area, ma le condizioni meteorologiche influiscono sia sulle condizioni di dispersione e di accumulo degli inquinanti, sia sulla formazione di alcune sostanze nell'atmosfera stessa. È pertanto importante che i livelli di concentrazione osservati, soprattutto durante una campagna di breve durata, siano valutati alla luce delle condizioni meteorologiche verificatesi nel periodo del monitoraggio.

Si riporta di seguito una tabella con le principali indicazioni delle condizioni meteorologiche caratteristiche nel periodo di campionamento.

Settimana o periodo	Situazione generale	Precipitazioni Cumulate [mm]		Temperatura [°C]		Venti Condizioni prevalenti
30 – 4 ottobre	 Stabilità atmosferica	Assenti	0.0	↓ Max sopra la media stagionale	Media = 18.0°C Max= 23.9°C Min= 12.1 °C	 deboli
5-7 ottobre	 Copertura nuvolosa	Assenti	0.0	↔	Media =17.2 °C Max= 23.2°C Min= 13.1 °C	 deboli
8-11 ottobre	 Perturbato Episodi temporaleschi	Molto Deboli o Deboli	25.0	↔	Media =17°C Max= 22.9°C Min= 12.3 °C	 deboli
12-19 ottobre	 Stabilità atmosferica	Assenti	0.0	↓ Sensibile Calo termico	Media = 10.3°C Max= 17.4°C Min= 5.0 °C	  Deboli. Moderati g.12-13-14
20-23 ottobre	 Perturbato	Molto Deboli o Deboli	46.6	↔	Media =8.8 °C Max=13.1 °C Min=5.8 °C	 deboli
24-27 ottobre	 Stabilità atmosferica	Assenti	0.0	↑ Nella norma decadale	Media =12.3 °C Max=19.5 °C Min= 8.0 °C	 deboli

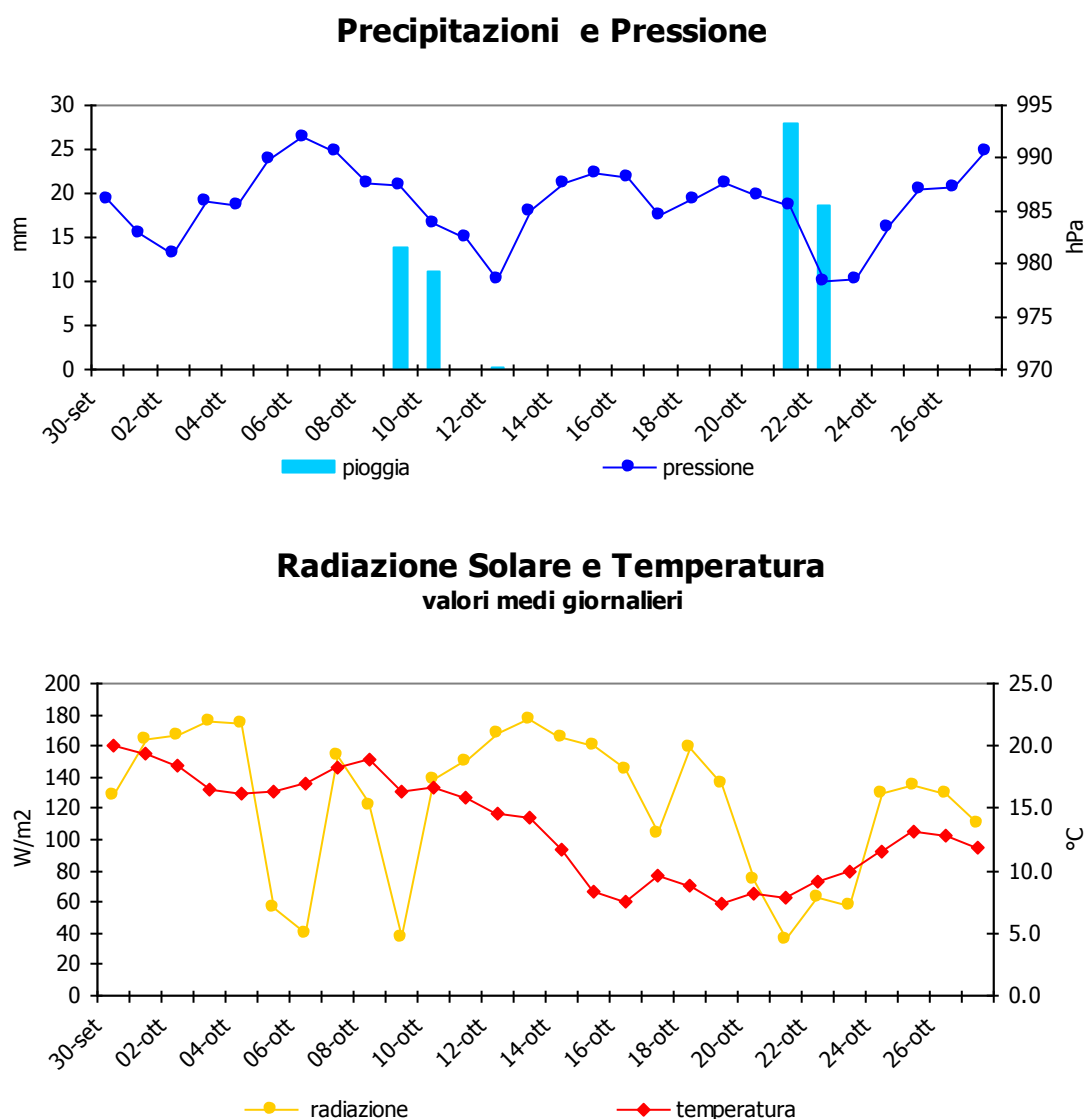
Complessivamente, durante la campagna di monitoraggio, la temperatura media del periodo, rilevata con la strumentazione meteo del mezzo mobile, è stata di 13.4 °C. La radiazione solare massima sul periodo è stata di 683 W/m², mentre l'umidità relativa media è stata del 69%. La pressione media sul periodo è stata di 993 hPa. In totale, nel periodo della campagna, sono caduti 71.8 mm di pioggia.

Le condizioni meteorologiche del periodo di monitoraggio sono state piuttosto variabili. Nelle fasi di instabilità atmosferica la situazione è stata favorevole alla dispersione degli inquinanti; al contrario, nei periodi in cui hanno prevalso circolazioni anticicloniche, si sono avuti fenomeni di ristagno atmosferico, che hanno favorito temporanei accumuli degli inquinanti negli strati atmosferici più bassi.

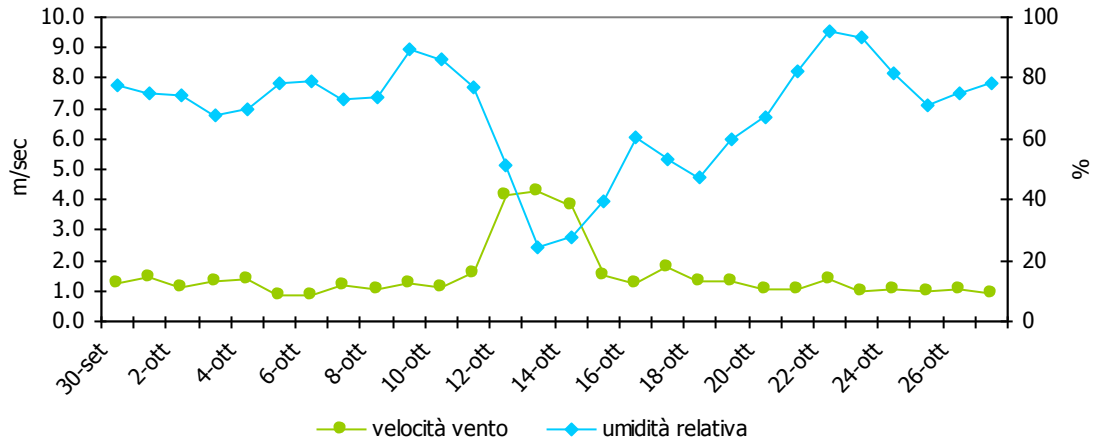
Si riportano gli andamenti relativi ai principali parametri meteorologici rilevati con il Mezzo Mobile durante la campagna presso Rogeno. Solo iu valori di pressione sono quelli rilevati a Valmadrera.

- Precipitazione (cumulata giornaliera in mm) e Pressione (media giornaliera in hPa)
- Radiazione solare media (W/m^2) e Temperatura (media giornaliera in C°)
- Radiazione solare massima (W/m^2) e Temperatura massima giornaliera (in C°)
- Umidità Relativa media giornaliera (%) e velocità del vento media giornaliera (m/s).
- Rosa dei venti e direzioni prevalenti

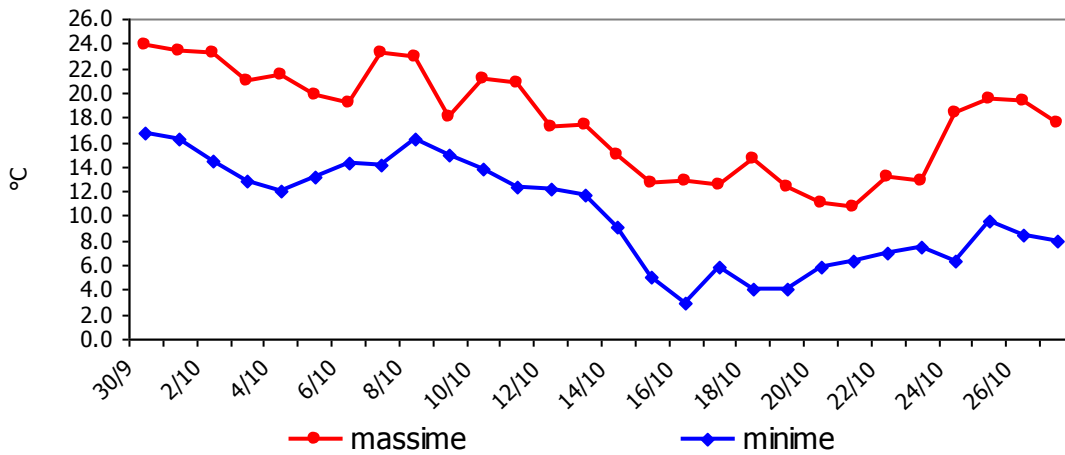
Figura 4. Andamenti dei principali parametri meteorologici durante la campagna di monitoraggio



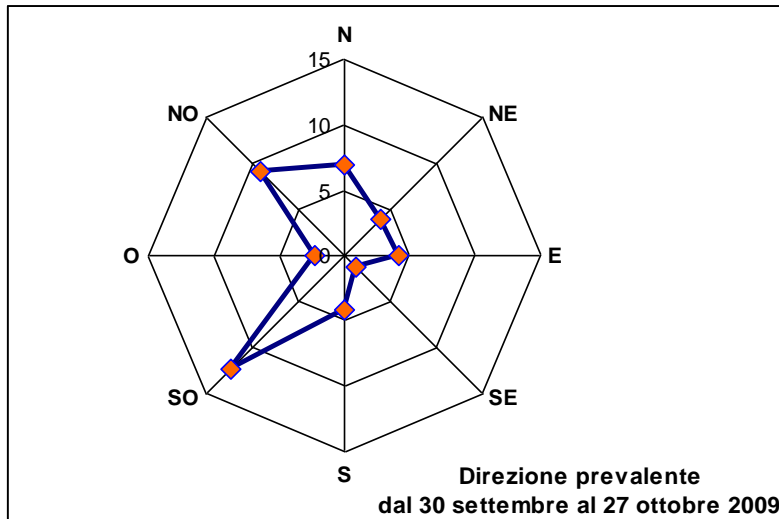
Velocità del Vento e Umidità relativa



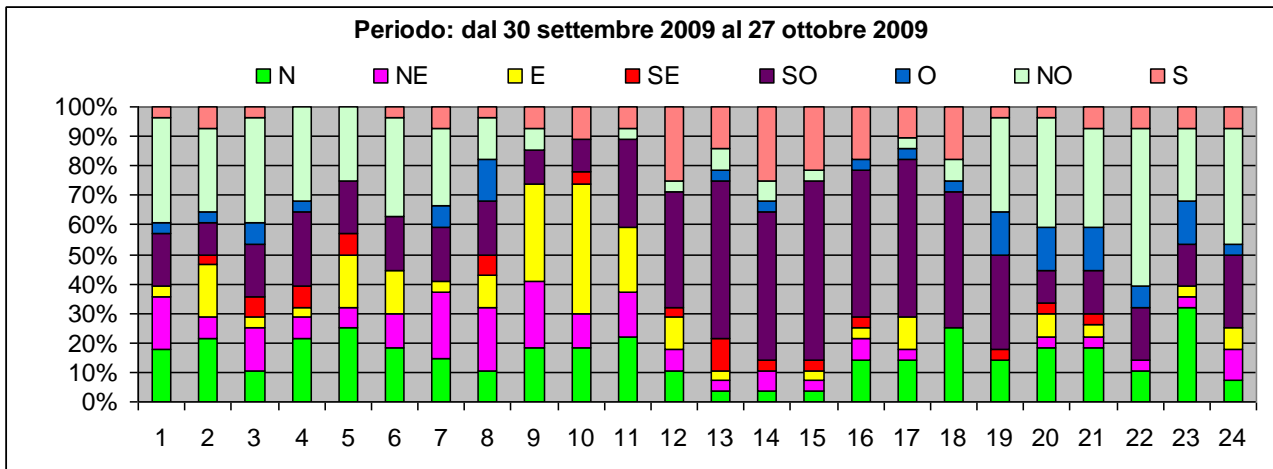
Temperatura



Il grafico seguente mostra come durante la campagna, le direzioni prevalenti dei venti siano state NO e SO.



In particolare, durante le ore centrali della giornata, i venti provengono essenzialmente da Sud_Ovest e da Sud, mentre durante la notte, da Nord_Ovest.



Andamento inquinanti nel periodo di misura e confronto con i dati rilevati da postazioni fisse

La strumentazione presente sul laboratorio mobile ha permesso il monitoraggio a cadenza oraria degli inquinanti gassosi, quali ossidi di azoto (NO ed NO₂), ozono (O₃), monossido di carbonio (CO), benzene, oltre alla misura giornaliera del particolato fine ed ultrafine (PM₁₀ e PM_{2,5}).

Come descritto nel capitolo **Normativa**, il D.M. 60 del 02.04.02 stabilisce, per NO₂, CO e PM₁₀, i valori limite per la protezione della salute umana e i margini di tolleranza che si riducono progressivamente negli anni, fino ad annullarsi. I livelli di concentrazione degli inquinanti elencati saranno però di seguito confrontati con i rispettivi limiti "a regime", cioè con margini di tolleranza zero.

Poiché i livelli di concentrazione degli inquinanti aerodispersi dipendono fortemente dalle condizioni meteorologiche osservate durante il periodo di misura e dalle differenti sorgenti emmissive, è importante confrontare i dati rilevati nel corso di una campagna limitata nel tempo con quelli misurati, nello stesso periodo, in alcune stazioni fisse della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria (RRQA). I livelli di concentrazione misurati a Rogeno sono stati pertanto confrontati con quelli registrati nel medesimo periodo dalla strumentazione presente in alcune centraline appartenenti alla rete fissa della qualità dell'aria della Provincia di Lecco.

	rete	Tipo zona Dec. 2001/752/CE	Tipo stazione Decisione 2001/752/CE	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
Rogeno	PUB	SUBURBANA	FONDO	292	30/09/09-27/10/09
Lecco Sora	PUB	SUBURBANA	FONDO	214	Stazione Fissa
Lecco Amendola	PUB	URBANA	TRAFFICO	214	Stazione Fissa
Valmadrera	PRIV	SUBURBANA	MEDIA URBANA	237	Stazione Fissa

Tabella 4: Caratteristiche del sito di campionamento e delle centraline fisse di confronto.

rete: PUB = pubblica, PRIV = privata

tipo zona Decisione 2001/752/CE:

- **URBANA:** centro urbano di consistenza rilevante per le emissioni atmosferiche, con più di 5000 abitanti
- **SUBURBANA:** periferia di una città o area urbanizzata residenziale posta fuori dall'area urbana principale
- **RURALE:** all'esterno di una città, ad una distanza di almeno 3 km; un piccolo centro urbano con meno di 3000-5000 abitanti è da ritenersi tale

tipo stazione Decisione 2001/752/CE:

- **TRAFFICO:** se la fonte principale di inquinamento è costituita dal traffico (se si trova all'interno di Zone a Traffico Limitato, è indicato tra parentesi ZTL)
- **INDUSTRIALE:** se la fonte principale di inquinamento è costituita dall'industria
- **FONDO:** misura il livello di inquinamento determinato dall'insieme delle sorgenti di emissione non localizzate nelle immediate vicinanze della stazione; può essere localizzata indifferentemente in area urbana, suburbana o rurale

L'evoluzione temporale dell'inquinante monitorato è rappresentata nelle figure con l'utilizzo di grafici relativi a:

- concentrazioni medie orarie: evoluzione oraria dell'inquinante nel periodo di misura;
- concentrazioni medie 8 h: ogni valore è ottenuto come media tra l'ora h e le 7 ore precedenti l'ora h .
- concentrazioni medie giornaliere: evoluzione giornaliera dell'inquinante ottenuta mediando i valori delle concentrazioni dalle ore 0.00 alle ore 23.00 dello stesso giorno;
- giorno tipo: evoluzione media delle concentrazioni medie orarie nell'arco delle 24 ore.

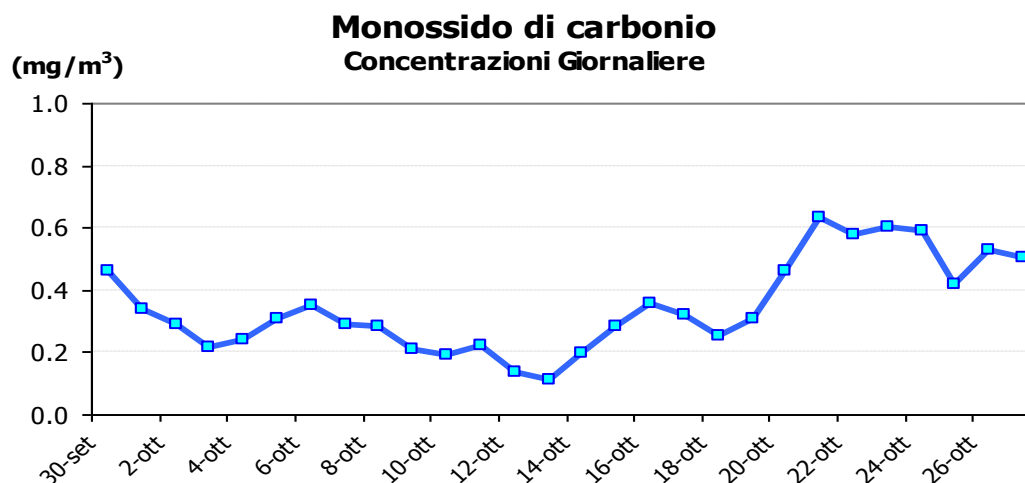
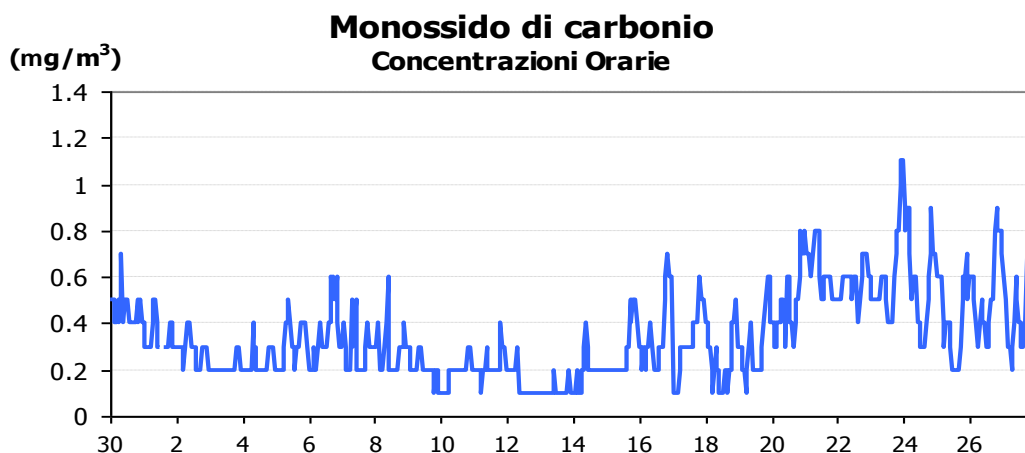
Per "giorno tipo" o "giorno medio" si intende l'andamento delle concentrazioni medie orarie mediato su tutti i giorni feriali (o su tutti i giorni pre-festivi ovvero festivi) del periodo in questione. I giorni feriali, pre-festivi e festivi sono stati considerati separatamente nel calcolo del giorno tipo per mettere in evidenza le eventuali diverse caratteristiche emissive, legate al traffico o alle attività produttive.

Per rendere più leggibile il confronto tra i dati rilevati nelle diverse centraline, nelle tabelle si riportano alcuni dati relativi alle caratteristiche del sito di campionamento e altri dati statistici riferiti all'inquinante monitorato:

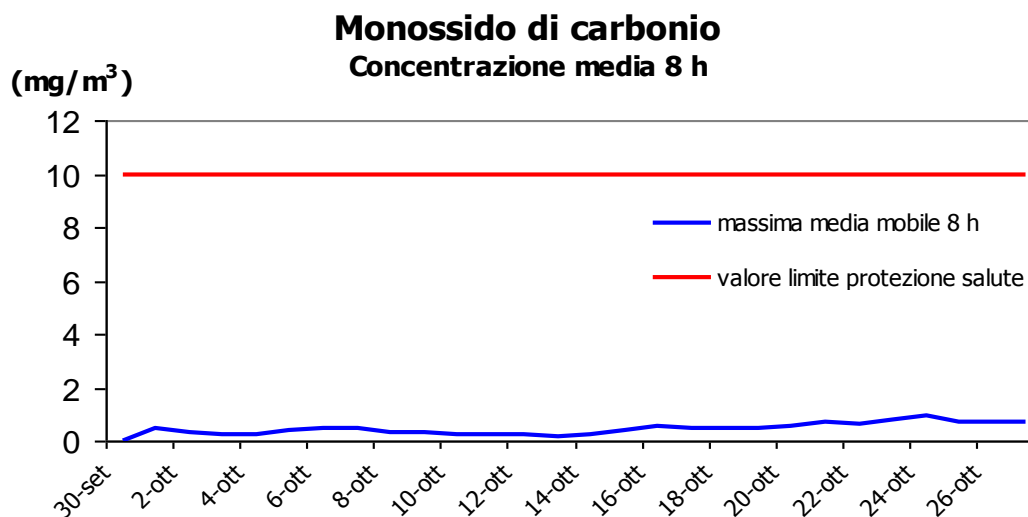
- % rendimento
- media delle concentrazioni medie orarie;
- valore massimo orario;
- numero giorni in cui sono stati superati i livelli di attenzione

CO

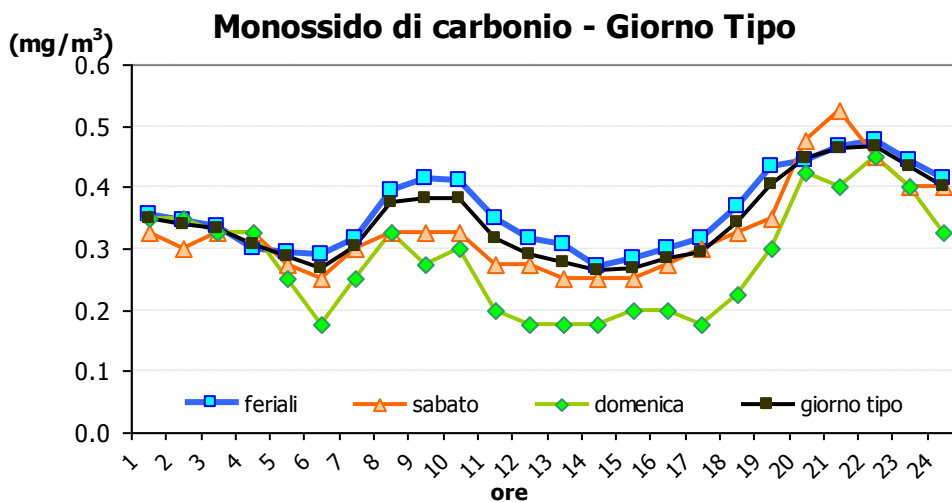
Durante tutta la campagna di monitoraggio, i livelli di monossido di carbonio misurati a Rogeno si sono mantenuti bassi e ben al di sotto dei limiti normativi; la massima media oraria è stata, infatti, di 1.3 mg/m³. Nelle figure sottostanti è mostrato l'andamento di questo inquinante.



Date le bassissime concentrazioni, il limite di 10 mg/m³ come media mobile su 8 ore non è stato mai raggiunto.

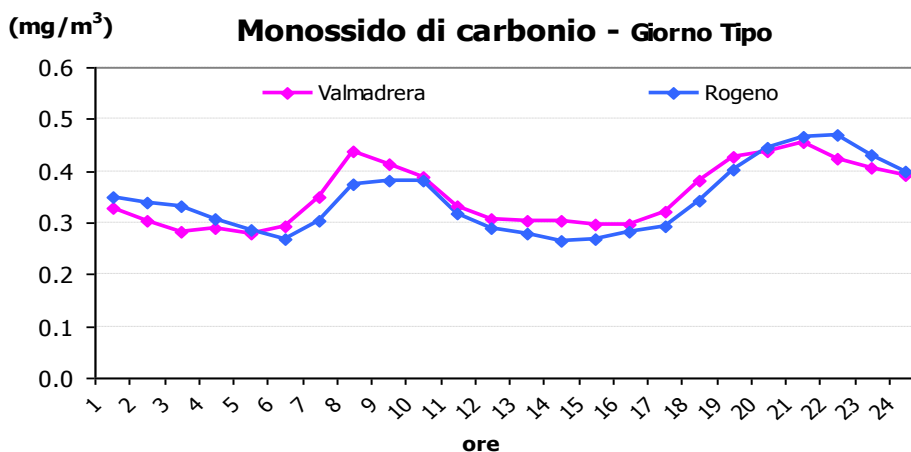
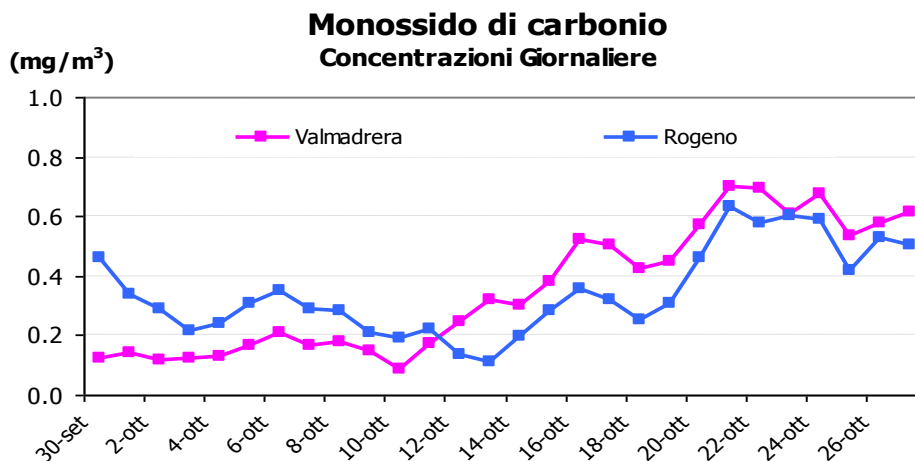


Nel grafico del giorno tipo si osserva un andamento bimodale, con valori lievemente più bassi nei week-end.



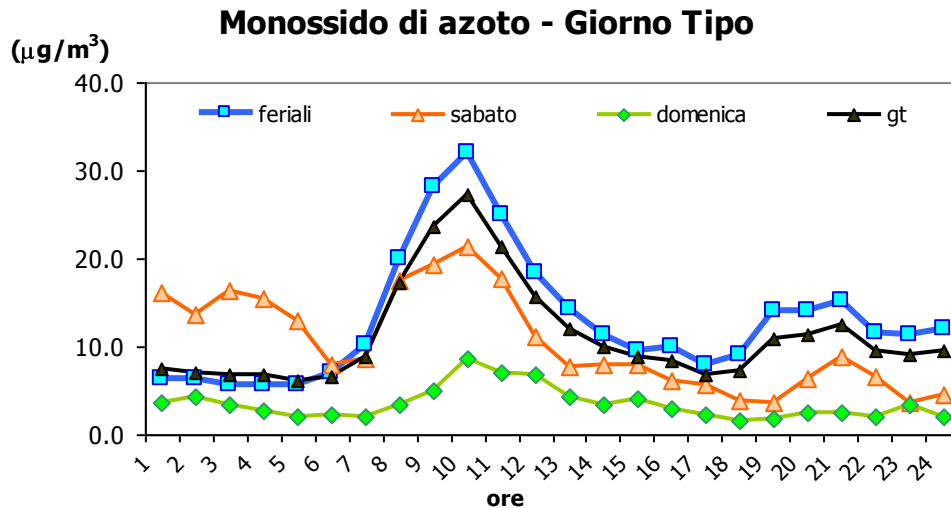
Dalla tabella e dai grafici seguenti si nota che i valori di concentrazione di CO registrati a Rogeno sono confrontabili con quelli della vicina stazione di Valmadrera di tipologia diversa.

CO	% Rend.	Media (mg/m ³)	Max Media 1 h (mg/m ³)	Max Media 8 h (mg/m ³)	Nr. giorni sup. Liv. Attenzione	Periodo
Rogeno	100	0.3	1.1	0.9	0	30/9/09-27/10/09
Valmadrera	100	0.4	1.1	0.9	0	



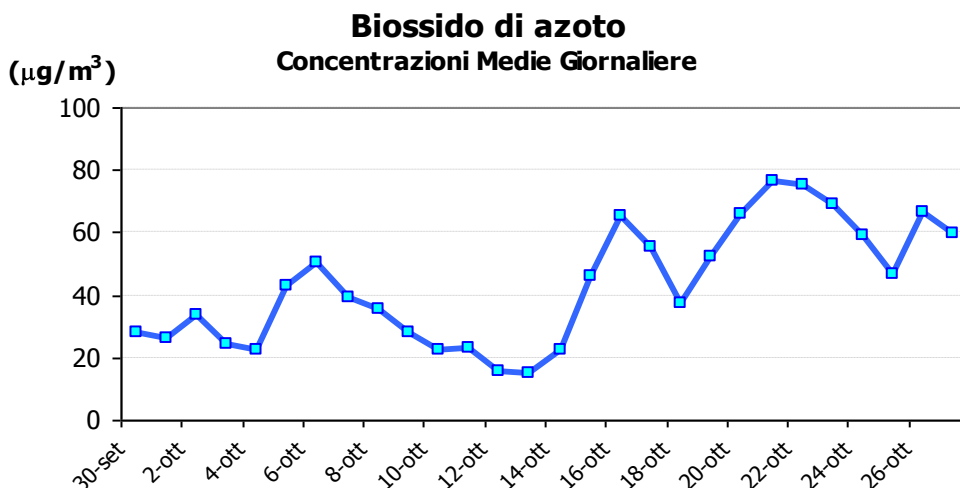
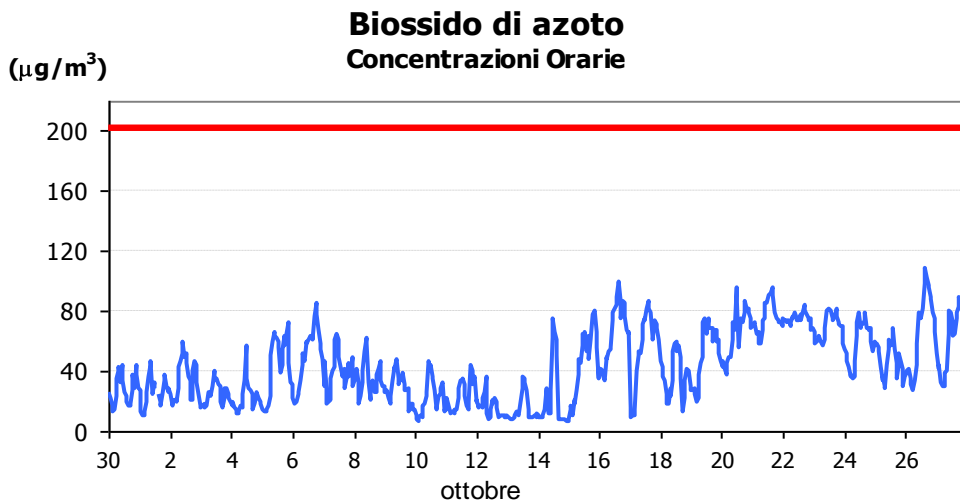
NO

Per quanto riguarda il monossido di azoto, durante la campagna si è osservato un valore massimo di concentrazione oraria di $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e una concentrazione media sul periodo di $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Analogamente a quanto riscontrato nella prima parte della campagna, esistono delle differenze significative tra gli andamenti dei vari giorni tipo. Le concentrazioni risultano più basse ed abbastanza uniformi durante la domenica; più elevate e con un picco tra le 10 e le 11, nei feriali e durante il sabato.

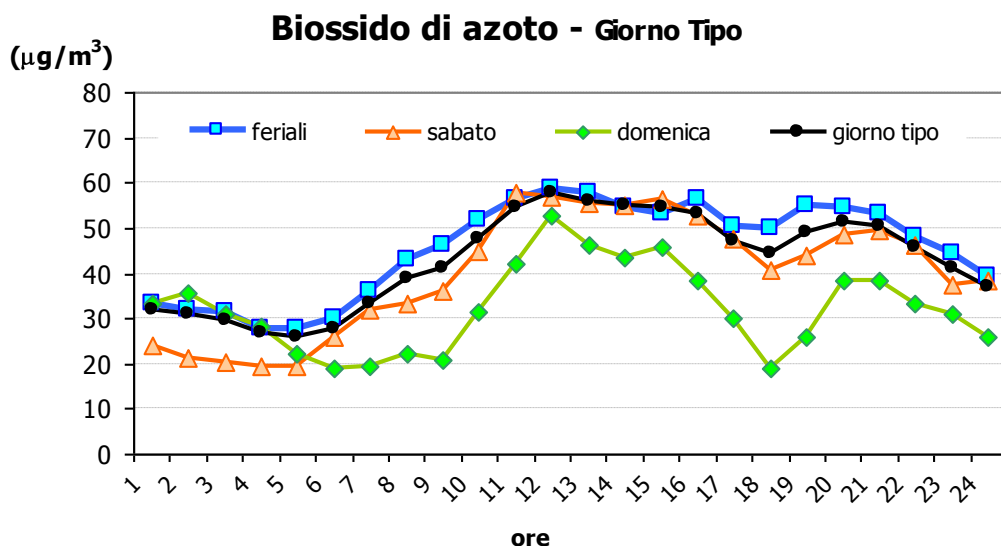


NO₂

La concentrazione media sul periodo di biossido di azoto si è attestata su $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre la concentrazione massima oraria è stata di $109 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Durante il periodo del monitoraggio pertanto non è mai stato superato il valore limite normativo di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

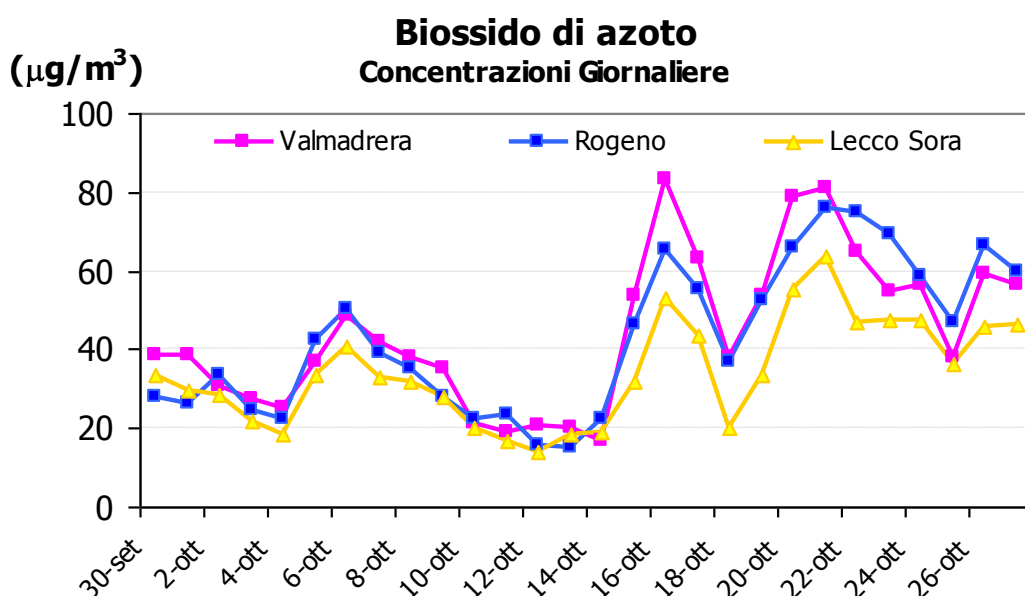


Dall'analisi del Giorno tipo, si osserva come le concentrazioni di NO₂ si mantengano pressoché costanti durante l'arco della giornata, e come esse si abbassino solamente durante le ore notturne. In ogni caso è possibile individuare delle fasce orarie in cui si registrano dei picchi. Le concentrazioni si abbassano in modo sensibile durante le domeniche.

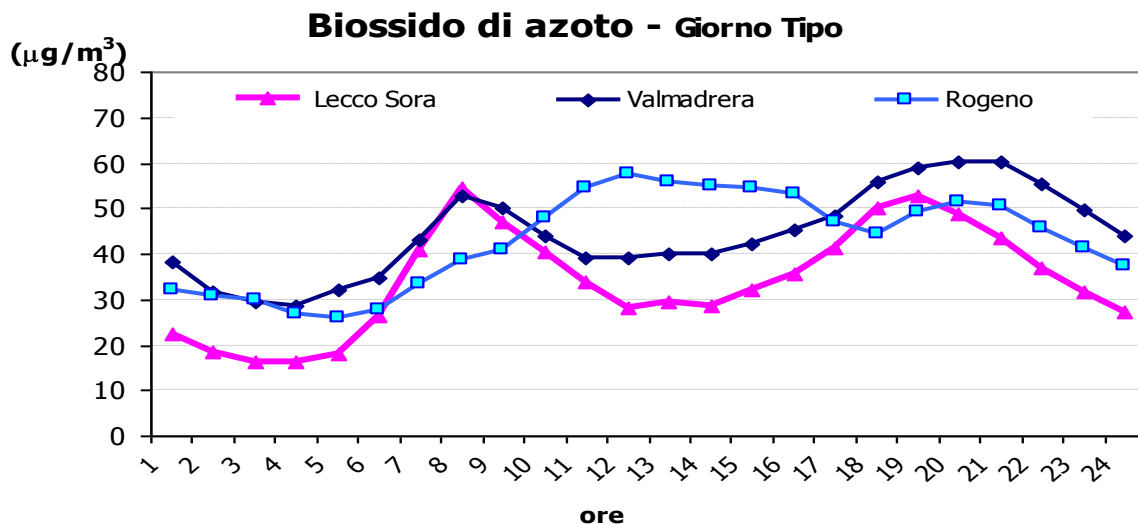


Dalla tabella ed il grafico evidenziano come i valori medi giornalieri di NO₂, siano confrontabili con quelli delle altre stazioni fisse prese come riferimento.

NO ₂	% Rend.	Media (µg/m³)	Max Media 1 h (µg/m³)	Nr. giorni superamento Liv. Attenzione	Periodo
Rogeno	100	43	109	0	30/09/09-27/10/09
Valmadrera	100	44	127	0	
Lecco Sora	100	34	96	0	

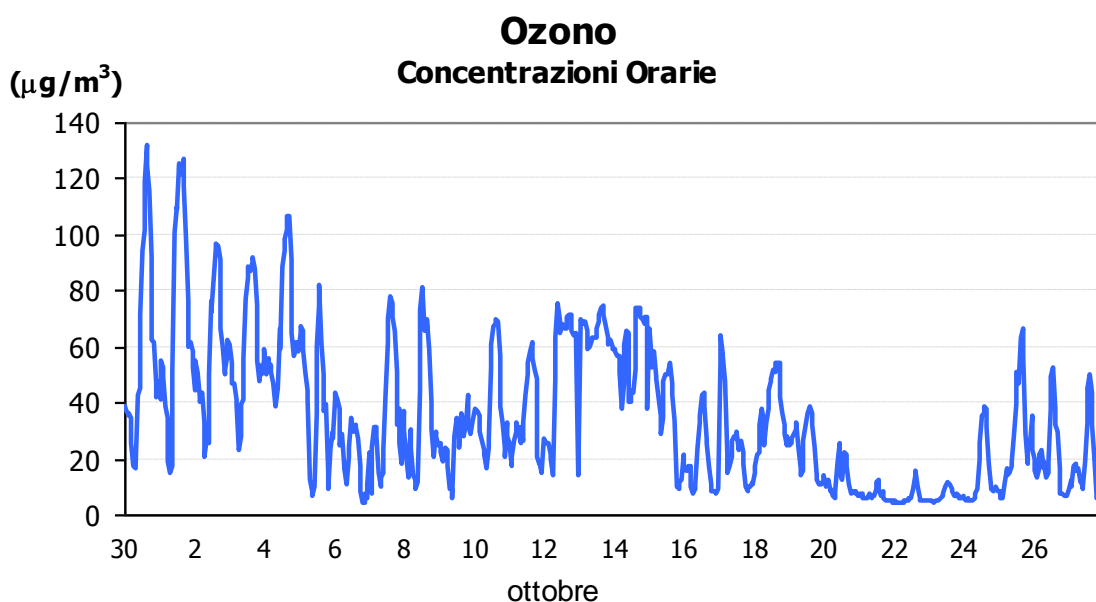


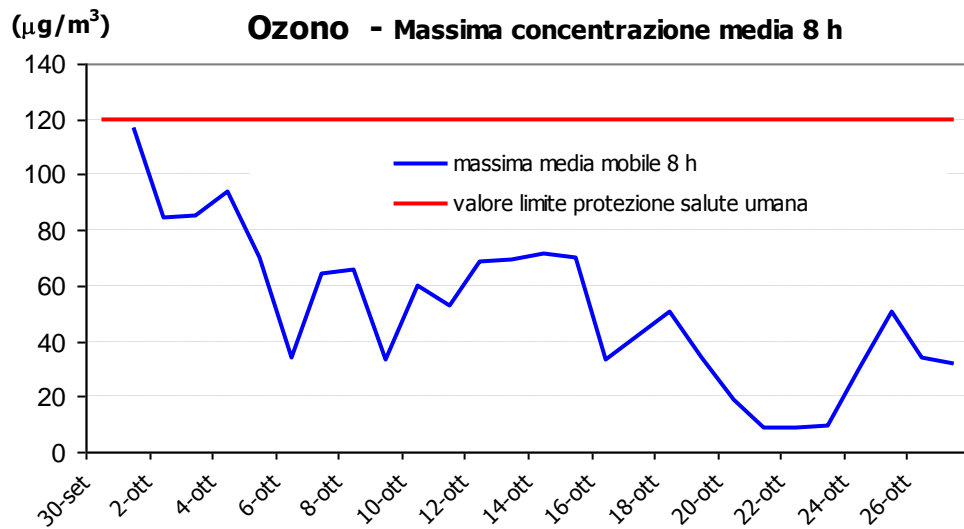
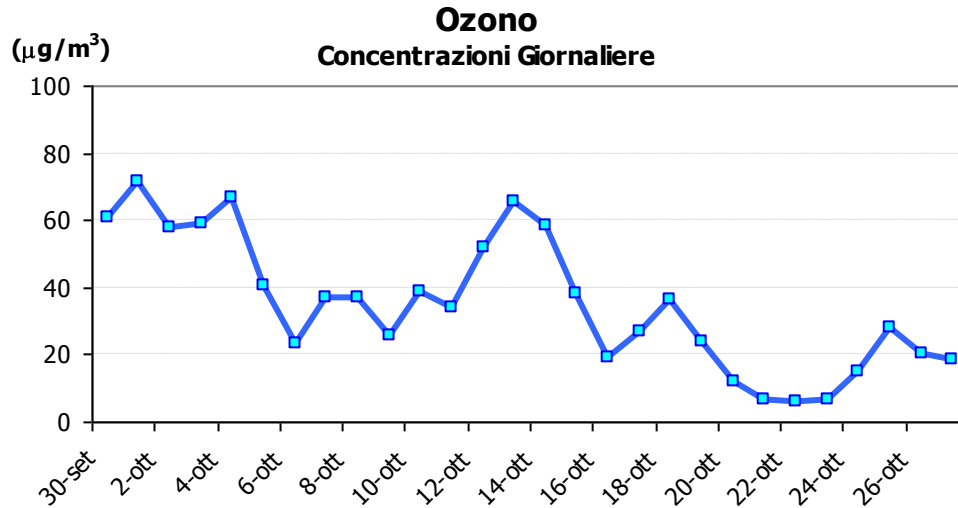
Tuttavia delle differenze significative si evidenziano del grafico del Giorno Tipo. Mentre nelle altre stazioni l'andamento giornaliero delle concentrazioni è chiaramente bimodale, ciò non è evidente a Rogeno in cui la prima fascia pomeridiana è quella marcatamente interessata da concentrazioni più elevate.



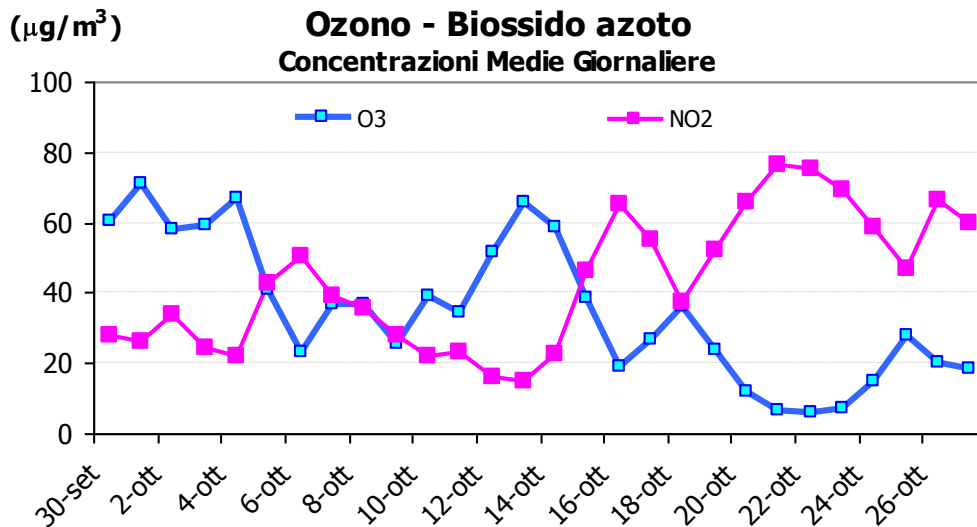
O₃

Il periodo critico per l'ozono è la stagione estiva, in quanto la radiazione solare e l'alta temperatura favoriscono la formazione di questo inquinante secondario che viene prodotto attraverso reazioni fotochimiche che coinvolgono gli ossidi di azoto (NO_x) e i composti organici volatili (COV). Generalmente le concentrazioni dell'ozono sono più elevate nelle aree rurali rispetto a quelle urbanizzate, valori maggiori si registrano sottovento alle grandi città, anche a decine di Km di distanza. Pertanto nel periodo in cui è stata effettuata la campagna non si sono registrati valori elevati di O₃: il valore medio è risultato uguale a 35 µg/m³, mentre il valore massimo orario e il valore massimo mediato sulle 8 ore sono risultati rispettivamente uguali a 132 µg/m³ e 117 µg/m³.

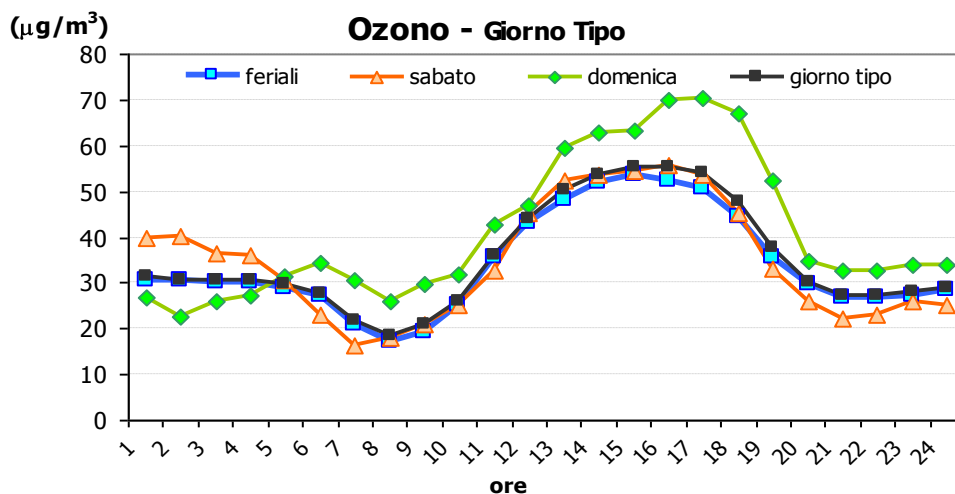




Come da letteratura, le concentrazioni di O_3 sono risultate "complementari" rispetto a quelle di NO_2 .

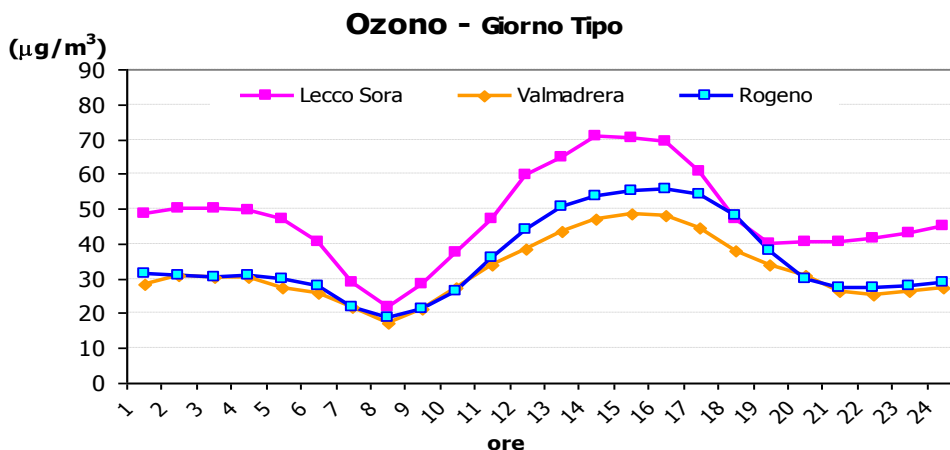
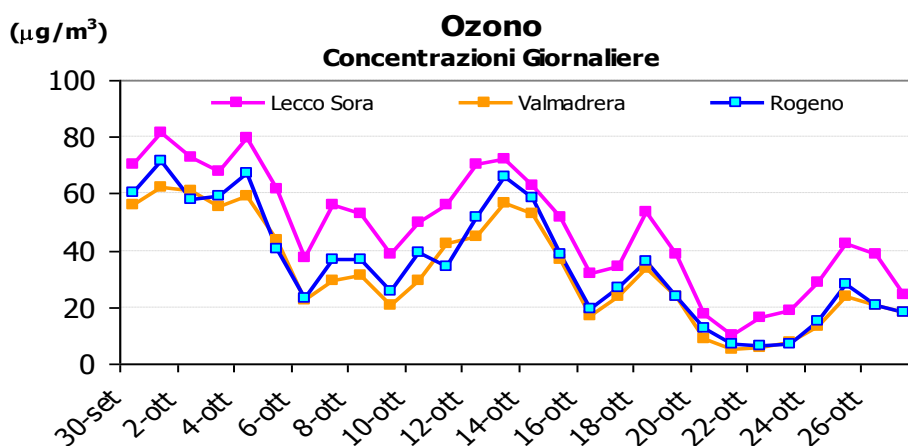


Il grafico del giorno tipo mostra il tipico andamento a campana, con concentrazioni nettamente più elevate durante la domenica, in cui si registrano i valori più bassi di NO₂.



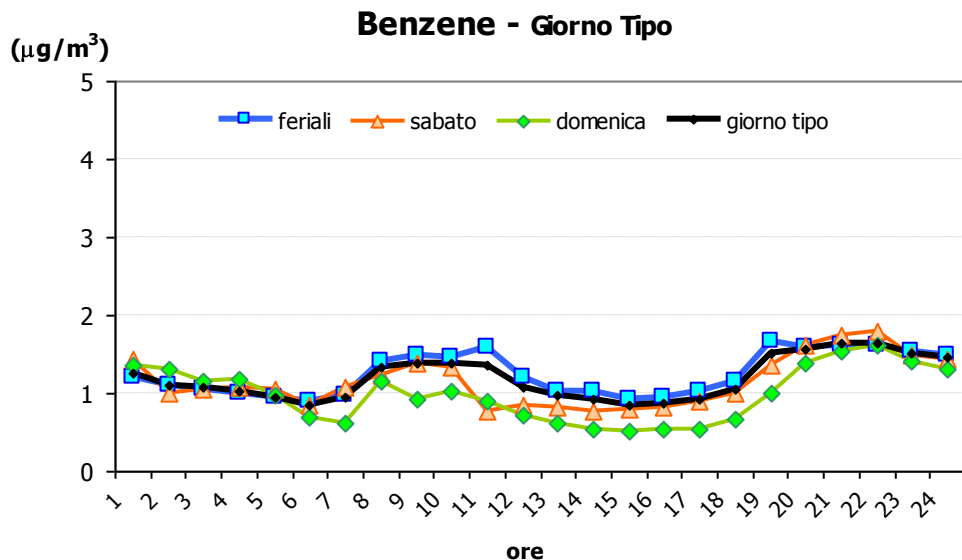
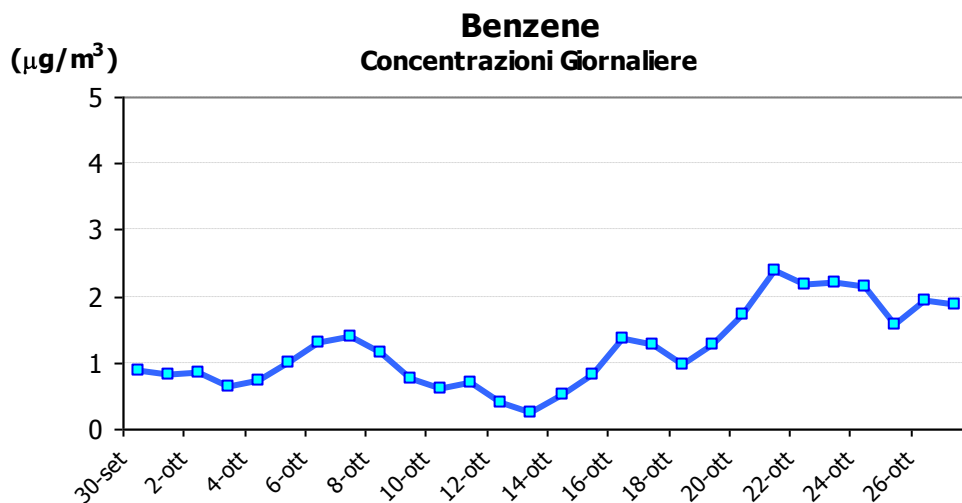
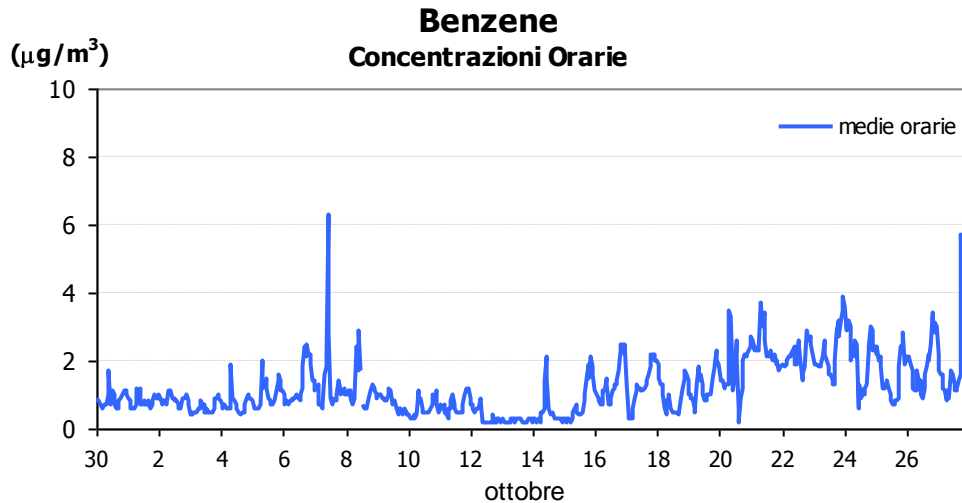
Non sono stati registrati superamenti del valore della soglia di informazione e del valore bersaglio per la protezione della salute umana. Le concentrazioni delle stazioni considerate presentano lo stesso andamento, e valori e confrontabili, più simili a quelli della vicina stazione di Valmadrera.

O₃	% Rend.	Media (µg/m ³)	Max Media 1 h (µg/m ³)	Max Media 8 h (µg/m ³)	Nr. giorni sup. Liv. Informazione	Periodo
Rogeno	100	35	132	117	0	30/09/09 – 27/10/09
Valmadrera	100	32	111	101	0	
Lecco Sora	84	48	138	119	0	



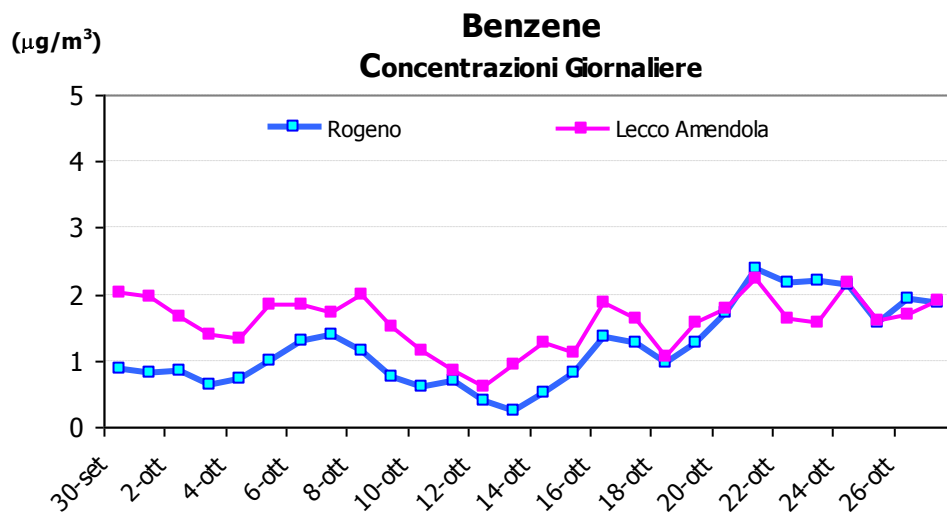
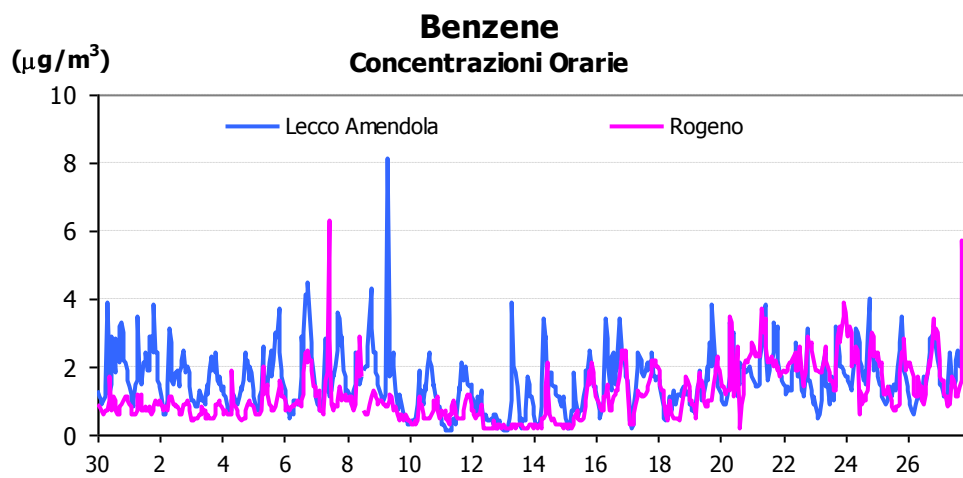
Benzene

Il benzene, è una sostanza usata come antidetonante nella benzina senza piombo in sostituzione dei composti del piombo. Le concentrazioni rilevate si sono mantenute sempre basse. Infatti, il valore medio di benzene rilevato su tutto il periodo della campagna è stato di $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e quello massimo orario di $6.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nei diversi giorni della settimana e nelle diverse ore della giornata, le concentrazioni non subiscono differenze sensibili.



Le concentrazioni di benzene sono risultate quasi sempre inferiori a quelle della stazione da traffico di Lecco.

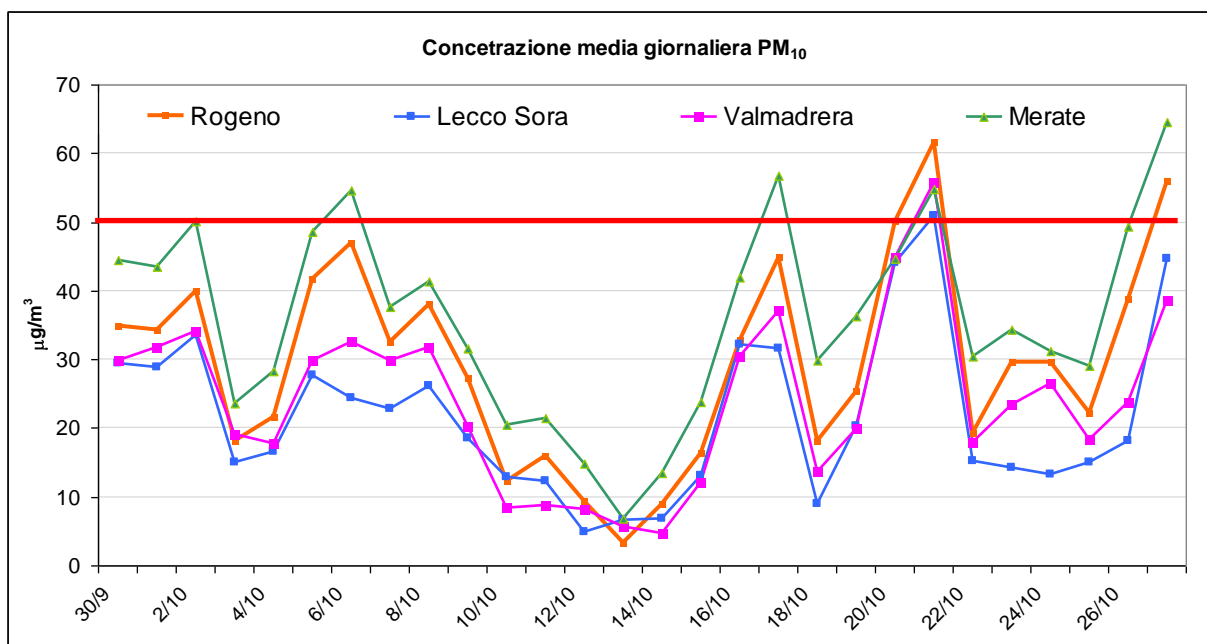
Benzene	% Rend.	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max Media 1 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo
Rogeno	98	1.2	6.3	30/09/09-27/10/09
Lecco Amendola	100	1.6	8.1	



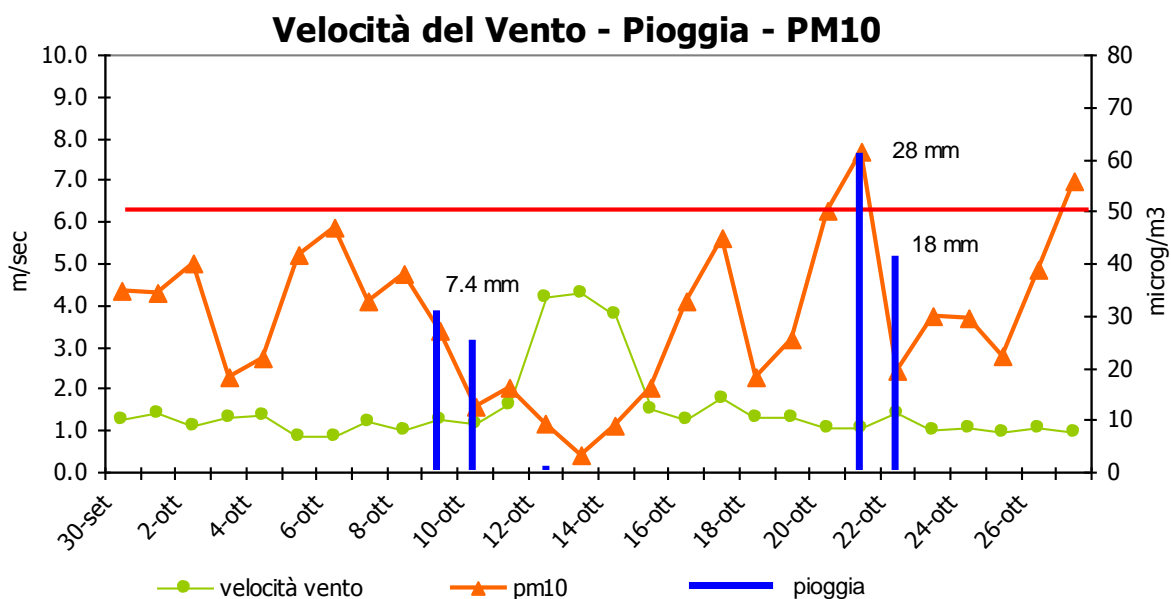
Particolato

La misura del **PM₁₀** è stata effettuata con un campionatore sequenziale e successiva pesata gravimetrica; questo tipo di strumento è programmato per fornire dati giornalieri. In tutte le postazioni di rilevamento prese a confronto, le concentrazioni medie giornaliere di **PM₁₀** sono state a volte elevate, superando per qualche giorno il livello di attenzione ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Questi superamenti sono dipesi dalla situazione meteorologica, contraddistinta da venti deboli che non hanno permesso il rimescolamento delle polveri ed in generale degli inquinanti atmosferici.

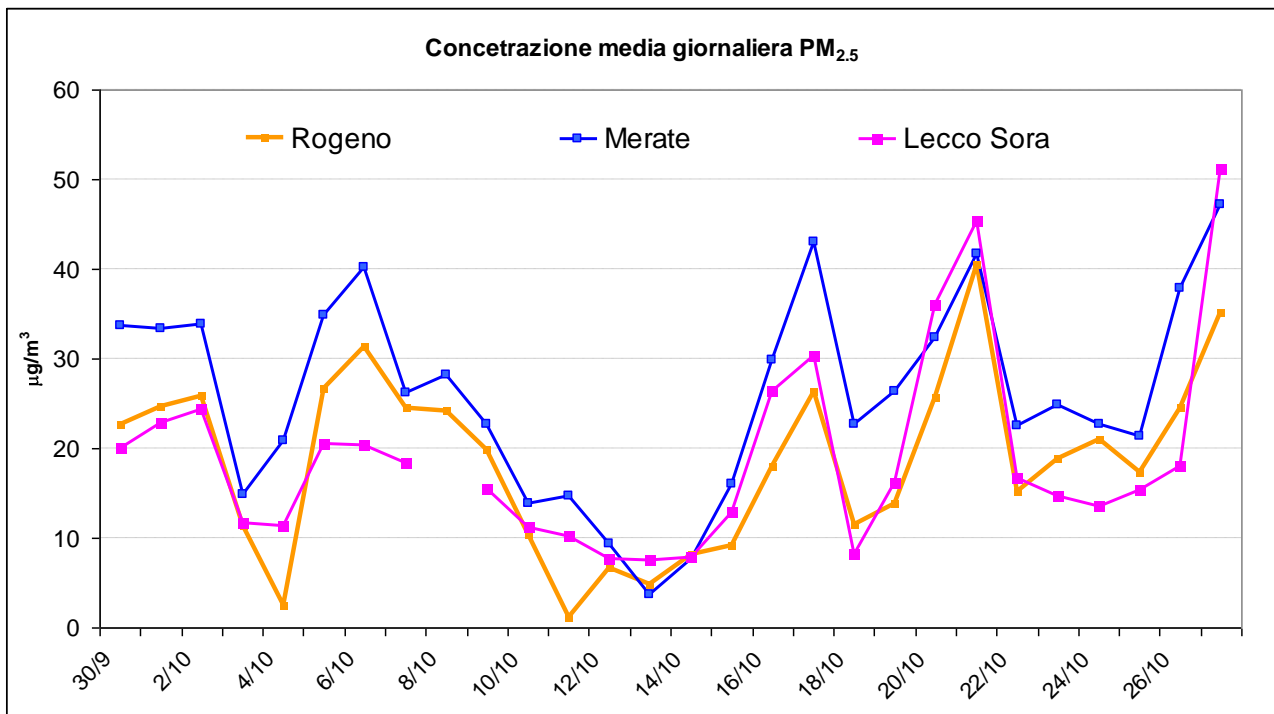
Solo in corrispondenza all'aumento della velocità del vento si è avuto un calo decisivo delle concentrazioni.



PM₁₀	% Rend.	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max Media 24 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento Liv. prot.salute	Periodo
Rogeno	100	30	62	2/28	30/09/09 27/10/09
Lecco Sora	100	22	51	1/28	
Valmadrera	100	24	56	1/28	
Merate	100	36	65	4/28	



Analogamente al PM₁₀ anche l'andamento delle concentrazioni di **PM_{2.5}** sono state determinate dalle condizioni meteo.



PM_{2.5}	% Rend.	Media (µg/m ³)	Max Media 24 h (µg/m ³)	Periodo
Rogeno	100	19	41	30/09/09 27/10/09
Lecco Sora	96	19	51	
Merate	100	26	47	

Conclusioni

Le misure effettuate sul territorio del comune di Rogeno, hanno consentito una caratterizzazione generale della qualità dell'aria del sito.

- I valori medi di **CO** sono estremamente bassi, inferiori ai limiti di legge.
- L' **NO₂** rilevato risulta essere confrontabile con quello misurato nelle stazioni fisse della rete di monitoraggio della qualità dell'aria di Lecco Sora e Valmadrera, avente caratteristiche simili a quelle del sito monitorato. In nessuna delle postazioni considerate è stato superato il limite normativo.
- I valori di **O₃** sono risultati non elevati, come del resto nelle altre postazioni considerate. Non sono stati registrati superamenti dei limiti di legge.
- Il valore medio di **benzene** rilevato durante l'intera campagna, è stato inferiore di 3 µg/m³, molto più basso del limite annuale pari a 5 µg/m³, stabilito nel DM 60/02. I valori sono risultati più bassi rispetto a quelli misurati a Lecco in via Amendola.
- Durante la campagna, l'unico inquinante ad aver superato il limite di protezione della salute umana, fissato a 50 µg/m³, è stato il **PM₁₀**: il numero di giorni di superamento è stato di 2 su 28. I superamenti del limite normativo si sono verificati in concomitanza di superamenti anche nelle altre stazioni prese a confronto e sono dovuti a una situazione meteo sfavorevole alla dispersione degli inquinanti.
- I valori di **PM_{2,5}** risultano essere in linea con quelli misurati nelle altre stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria della provincia di Lecco, in particolare con quelli rilevati a Lecco via Sora.

Gli episodi di criticità per il PM₁₀ non risultano essere propri del sito di monitoraggio, ma interessano una vasta area della Pianura Padana. Infatti l'accumulo delle polveri fini nei bassi strati atmosferici durante la stagione fredda, e il conseguente superamento del valore limite normativo, è modulato principalmente dalle condizioni climatiche che si instaurano sulla pianura lombarda in inverno, oltre alle caratteristiche geografiche della regione. Durante le fasi di stabilità atmosferica le calme di vento e il raffreddamento radiativo del suolo determinano una diminuzione delle capacità dispersive dell'atmosfera, favorendo l'accumulo dei inquinanti al suolo.

Ringraziamenti

Si ringrazia l'Amministrazione Comunale per l'insostituibile collaborazione apportata durante la campagna di monitoraggio.

INQUINANTE : PM₁₀
UNITA' DI MISURA : µg/m³

VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE

	VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE
30-set	35
01-ott	34
02-ott	40
03-ott	18
04-ott	22
05-ott	42
06-ott	47
07-ott	33
08-ott	38
09-ott	27
10-ott	12
11-ott	16
12-ott	9
13-ott	3
14-ott	9
15-ott	16
16-ott	33
17-ott	45
18-ott	18
19-ott	25
20-ott	50
21-ott	62
22-ott	19
23-ott	30
24-ott	30
25-ott	22
26-ott	39
27-ott	56

INQUINANTE : PM_{2.5}
UNITA' DI MISURA : µg/m³

VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE

VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE	
30-set	23
01-ott	25
02-ott	26
03-ott	11
04-ott	2
05-ott	27
06-ott	31
07-ott	24
08-ott	24
09-ott	20
10-ott	10
11-ott	1
12-ott	7
13-ott	5
14-ott	8
15-ott	9
16-ott	18
17-ott	26
18-ott	12
19-ott	14
20-ott	26
21-ott	41
22-ott	15
23-ott	19
24-ott	21
25-ott	17
26-ott	25
27-ott	35

INQUINANTE : CO
UNITA' DI MISURA : mg/m³

VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ORARIE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
30-set	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.7	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4
01-ott	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
02-ott	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
03-ott	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
04-ott	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
05-ott	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3
06-ott	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.4	0.3	0.3
07-ott	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.3	0.4	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
08-ott	0.3	0.3	0.4	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3
09-ott	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1
10-ott	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
11-ott	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2
12-ott	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
13-ott	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1
14-ott	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
15-ott	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3
16-ott	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6
17-ott	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5
18-ott	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.4	0.5	0.5	0.3
19-ott	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.4
20-ott	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.3	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.8	0.7	0.7
21-ott	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
22-ott	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6
23-ott	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8	0.8	1	1.1	1.1
24-ott	0.9	0.8	0.9	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	0.7	0.7	0.7
25-ott	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.6	0.6	0.7	0.5	0.6
26-ott	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7
27-ott	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.7	0.8	0.7	0.8	0.7	0.8	0.8

INQUINANTE : NO₂

UNITA' DI MISURA : µg/m³

VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ORARIE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
30-set	26	23	17	13	14	23	34	40	43	33	44	34	26	24	20	17	17	19	27	38	29	44	37	29
01-ott	27	13	10	10	13	19	26	37	44	47	25	33	29			24	19	17	24	34	38	30	26	29
02-ott	24	17	18	21	20	19	29	43	47	52	59	49	52	45	36	34	21	21	41	46	44	33	25	17
03-ott	16	17	18	16	17	17	26	26	23	30	40	34	35	32	32	29	20	16	23	28	29	25	22	19
04-ott	17	19	15	14	11	12	13	17	15	25	33	57	35	28	27	27	24	14	18	24	26	22	19	18
05-ott	14	13	12	12	14	17	23	51	60	65	63	62	60	56	39	43	54	64	56	65	73	45	32	31
06-ott	22	19	20	20	25	26	34	44	52	47	60	58	61	64	63	64	61	76	86	77	67	59	54	48
07-ott	30	46	28	19	19	20	34	40	42	61	64	61	49	42	37	40	41	29	35	46	37	38	50	30
08-ott	34	36	42	32	18	23	32	40	53	63	58	33	21	33	28	34	26	26	37	42	47	33	30	30
09-ott	26	25	28	22	18	23	33	43	41	48	35	31	36	34	39	32	27	27	28	13	18	18	14	14
10-ott	11	8	7	9	10	10	17	18	24	25	46	40	44	36	35	27	14	16	23	24	29	32	13	14
11-ott	14	22	17	12	11	13	11	14	14	22	28	34	33	34	32	23	16	15	19	44	40	31	37	19
12-ott	21	16	17	17	15	22	26	37	12	8	9	14	21	18	22	19	15	10	10	10	11	11	10	9
13-ott	11	9	8	8	8	9	10	13	11	11	19	29	37	35	33	27	14	9	9	10	10	11	10	11
14-ott	11	9	9	10	10	14	28	20	12	11	27	62	75	67	61	51	8	7	7	7	7	7	7	6
15-ott	7	14	17	10	21	18	27	37	48	45	57	64	62	66	53	64	47	61	78	77	80	66	55	35
16-ott	41	41	41	38	33	49	49	53	54	56	74	79	81	84	89	100	86	75	87	86	76	67	65	66
17-ott	15	9	11	11	15	41	50	53	52	61	71	75	74	82	87	81	78	63	61	74	72	69	61	60
18-ott	46	43	36	34	24	18	18	29	24	34	53	59	60	54	57	49	34	13	22	34	41	40	40	30
19-ott	27	27	28	24	20	22	37	46	50	72	75	72	65	75	69	68	68	59	67	68	60	60	51	46
20-ott	43	46	42	38	46	50	49	49	61	73	67	96	90	55	74	76	73	79	87	82	81	79	75	68
21-ott	70	73	72	65	66	58	59	68	73	75	85	86	90	91	92	96	90	80	76	76	74	73	73	70
22-ott	75	74	73	72	73	70	72	77	76	79	76	74	73	77	74	79	85	81	78	75	74	75	68	68
23-ott	67	59	60	61	63	60	56	57	61	68	80	82	82	80	75	74	76	82	77	72	71	69	69	58
24-ott	55	52	46	43	37	37	35	37	46	64	73	78	68	71	71	74	79	69	68	67	69	60	53	60
25-ott	56	59	56	53	42	34	36	30	29	44	55	61	57	58	68	55	46	35	44	52	46	41	30	37
26-ott	39	41	42	35	31	27	33	34	43	58	78	78	75	82	98	109	103	97	96	90	88	79	75	66
27-ott	52	41	44	33	30	30	30	39	40	65	80	79	73	64	64	75	79	82	90	82	80	65	58	55

INQUINANTE : O₃

UNITA' DI MISURA : µg/m³

VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ORARIE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
30-set	39	37	35	36	34	25	17	17	17	43	45	71	94	102	119	132	124	115	92	63	61	47	42	48
01-ott	41	55	52	49	38	34	19	14	17	51	101	109	109	125	123	121	127	117	98	76	59	62	58	52
02-ott	45	55	51	42	41	44	33	21	27	26	50	76	72	83	95	97	96	91	66	60	50	52	57	62
03-ott	60	54	47	47	41	39	23	28	39	41	56	77	84	88	87	90	92	88	74	55	47	53	50	55
04-ott	59	50	56	54	53	51	46	39	39	45	66	59	89	95	98	102	106	107	91	65	57	59	61	58
05-ott	65	67	66	59	51	45	41	12	8	7	10	36	60	75	82	62	50	37	39	15	9	24	30	27
06-ott	41	44	41	38	25	28	17	16	11	21	24	35	34	29	32	32	27	18	8	4	4	7	6	11
07-ott	23	7	24	31	31	28	15	10	14	15	23	43	62	70	78	75	70	66	50	32	38	25	18	37
08-ott	30	21	13	18	30	24	14	13	9	12	44	73	81	66	66	66	69	59	40	30	21	29	28	25
09-ott	25	23	19	22	24	23	17	9	9	6	28	34	31	27	24	36	33	28	32	42	32	28	34	34
10-ott	38	38	37	35	29	27	23	22	16	24	27	52	60	67	68	70	68	57	39	33	24	21	33	28
11-ott	25	17	21	27	30	33	30	26	31	26	33	42	50	54	58	62	56	51	49	20	18	19	15	27
12-ott	22	27	25	25	25	21	19	14	49	63	75	69	65	68	67	67	67	70	71	71	65	64	64	63
13-ott	59	67	70	68	69	69	65	59	60	63	63	63	63	67	69	71	74	74	72	67	63	61	63	60
14-ott	58	59	58	57	56	51	38	47	61	66	65	40	40	44	43	52	73	74	73	70	70	68	70	70
15-ott	67	56	53	58	49	49	42	35	29	34	48	50	50	50	54	47	42	34	11	10	9	11	13	22
16-ott	18	15	17	16	17	10	8	9	11	24	33	35	43	43	39	27	25	17	11	8	9	8	8	9
17-ott	54	64	58	57	47	22	15	17	21	26	28	27	30	23	24	26	23	18	10	8	10	10	11	10
18-ott	15	17	22	23	32	37	33	25	33	38	44	47	48	51	51	54	54	54	42	36	32	29	24	28
19-ott	25	25	27	29	31	32	24	16	14	16	27	31	36	36	39	36	32	25	14	12	11	11	11	13
20-ott	14	10	11	12	8	9	7	6	8	18	25	15	12	21	22	21	17	11	8	7	8	7	8	7
21-ott	8	6	7	6	6	5	6	7	6	7	7	9	12	12	9	7	8	6	5	5	5	5	5	4
22-ott	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	6	5	6	9	14	16	10	6	5	5	5	5	5	5
23-ott	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	8	10	12	12	10	9	8	7	7	7	6	6	6	7
24-ott	6	5	5	5	5	5	5	5	7	9	20	25	35	36	38	37	31	18	10	9	8	9	10	8
25-ott	8	6	5	6	11	17	14	14	17	19	28	40	51	51	47	63	66	56	29	18	24	25	35	23
26-ott	19	15	13	16	21	23	17	19	14	15	19	38	50	53	38	32	30	17	7	8	7	7	7	6
27-ott	9	12	10	17	18	16	16	12	13	9	10	19	33	45	50	43	32	21	7	6	7	11	12	10

INQUINANTE : Benzene
UNITA' DI MISURA : $\mu\text{g}/\text{m}^3$

VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ORARIE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
30-set	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	1.0	1.7	0.7	0.8	1.1	1.0	0.7	0.6	0.6	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	
01-ott	0.9	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	1.2	1.1	1.2	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.8	0.7	0.6	0.7	0.8	1.0	0.9	0.9	0.9	
02-ott	1.0	0.9	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	1.1	1.1	1.1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.9	0.9	0.9	1.0	0.8	0.7	
03-ott	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.9	0.9	1.0	0.9	0.8	
04-ott	0.7	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	1.9	0.9	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.7	0.9	1.0	0.9	0.9	0.8	
05-ott	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	2.0	1.2	1.3	1.5	1.2	0.9	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	1.1	1.4	1.6	1.4	1.1	1.1	
06-ott	1.0	0.7	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9	0.8	1.0	1.2	1.8	2.4	2.1	2.5	2.2	2.2	1.9	1.4	1.4	
07-ott	1.1	1.2	1.3	0.7	0.7	0.6	0.7	1.6	1.8	2.2	6.3	2.8	0.9	0.7	0.9	0.8	0.8	1.0	1.4	1.1	1.0	1.1	1.2	1.0	
08-ott	1.0	1.0	1.1	1.1	0.9	0.7	0.9	1.0	2.4	1.7	2.9	1.7		0.7	0.6	0.6	0.6	0.9	1.1	1.1	1.3	1.2	1.1	1.0	
09-ott	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	1.0	1.2	1.1	0.7	0.7	0.8	0.6	0.6	0.4	0.6	0.6	0.4	0.5	0.6	0.5	0.4	
10-ott	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	1.1	0.8	0.9	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	1.0	0.9	1.1	0.7	0.5	
11-ott	0.6	0.7	0.6	0.7	0.5	0.4	0.3	0.6	0.6	0.8	1.0	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	1.0	1.2	1.1	1.2	0.9	
12-ott	0.7	0.7	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.9	0.8	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	
13-ott	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	
14-ott	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.5	0.5	0.6	1.4	2.1	1.5	0.6	0.4	0.4	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3
15-ott	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.8	1.0	1.5	1.9	1.5	2.1	1.8	1.6	1.1	
16-ott	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7	1.1	1.1	1.5	1.3	0.7	0.7	0.9	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.7	2.3	2.5	2.5	2.2	2.5	
17-ott	1.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.6	0.9	1.1	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.6	1.8	2.2	2.2	2.2	2.0	2.0	
18-ott	1.9	1.5	1.3	1.3	1.0	0.6	0.4	0.8	0.9	1.0	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.8	0.8	1.2	1.5	1.7	1.6	1.4	
19-ott	1.0	1.0	0.9	0.9	0.6	0.5	1.3	1.8	1.4	1.6	1.3	1.0	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.8	1.9	2.3	2.0	1.9	
20-ott	1.5	1.4	1.4	1.2	1.3	1.3	1.3	3.5	3.3	1.5	1.1	1.5	2.6	2.0	0.6	0.2	0.9	1.2	2.0	2.2	2.1	2.2	2.3	2.4	
21-ott	2.7	2.6	2.3	2.4	2.3	2.3	2.4	3.7	3.0	3.1	3.4	2.6	2.1	2.2	2.1	2.3	2.0	2.1	2.2	1.9	2.0	1.7	1.8	1.8	
22-ott	1.9	1.8	1.8	1.9	2.0	2.1	2.1	2.2	2.3	2.4	1.9	1.9	2.6	2.5	1.9	1.4	1.6	1.8	2.9	2.9	2.6	2.7	2.5	2.2	
23-ott	2.2	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.9	2.1	2.6	2.2	2.0	1.8	1.6	1.6	1.4	1.3	1.3	2.0	2.9	3.2	2.7	3.1	3.5	3.9	
24-ott	3.6	2.9	3.1	3.2	3.0	2.0	2.4	2.1	2.6	2.5	0.6	1.3	1.2	0.9	1.0	1.0	1.2	1.3	2.3	2.4	3.0	2.9	2.3	2.4	
25-ott	2.2	2.4	2.0	2.1	1.8	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.2	1.0	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	1.8	2.4	2.5	2.8	1.9	2.1	
26-ott	2.1	2.0	2.1	1.9	1.7	1.2	1.1	1.1	1.7	1.4	1.4	1.0	0.9	1.2	1.6	1.8	2.2	2.0	2.5	3.4	3.2	2.8	3.1	3.0	
27-ott	2.2	1.7	1.6	1.6	1.2	1.1	0.8	1.1	0.9	1.6	1.7	1.6	1.3	1.1	1.1	1.2	1.4	1.6	5.7	2.8	3.0	2.9	2.7	2.8	