



Regione Calabria
A.R.P.A.Cal.

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Calabria



DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI COSENZA

RAPPORTO ANNUALE SULLA QUALITA' DELL'ARIA NELLA CITTA' DI CASTROVILLARI - ANNO 2008 -



Realizzato a cura di ARPACal Dipartimento Provinciale di Cosenza Servizio Tematico Aria. Redatto dalla dr.ssa Claudia Tuoto con la collaborazione della Dr.ssa Maria Anna Caravita.

Sommario

1. INTRODUZIONE	3
2. METODI UTILIZZATI PER L'ANALISI DEGLI INQUINANTI MONITORATI.....	4
2.1 Metodi di riferimento.....	4
2.1.1 Misura degli ossidi di azoto.....	5
2.1.2 Misura del monossido di carbonio.....	5
2.1.3 Misura dell'ozono.....	5
2.1.4 Misura del PM ₁₀	6
2.1.6 Misura del SO ₂	6
3. SISTEMA DI ACQUISIZIONE E VALIDAZIONE DEI DATI.....	6
3.1. Generalità sul funzionamento del sistema.....	6
4. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	7
4.1 Descrizione dei principali inquinanti.....	8
4.1.1. Ossidi di Azoto.....	8
4.1.2. Monossido di carbonio.....	10
4.1.4. Ozono.....	10
4.1.5. Materiale Particellare	12
4.1.6. Biossido di zolfo.....	13
5. EFFICIENZA DELLA RETE DI RILEVAMENTO	14
7. DATI RILEVATI NELL'ANNO 2008.....	15
7.1. Trend delle concentrazioni e confronto con i limiti normativi.....	15
7.1.1. <i>Biossido di azoto</i>	15
7.1.2. <i>Monossido di Carbonio</i>	18
7.1.3. <i>Particolato PM₁₀</i>	20
7.1.5. <i>Ozono</i>	22
7.2 <i>Superamenti delle soglie di allarme ai sensi del D.M. 60/02 e del D.Lgs 183/04. -Episodi acuti-</i>	27
Conclusione.....	27

1. INTRODUZIONE

Con il termine “inquinamento atmosferico” si intende la modificazione della normale composizione dell’atmosfera dovuta alla presenza di una o più sostanze indesiderabili o estranee (inquinanti) che possono costituire un pericolo per la salute. La concentrazione degli inquinanti nell’aria ambiente dipende sia dalla quantità di sostanze emesse sia dalle condizioni meteo - climatiche che possono favorirne o meno la dispersione. Infatti mentre nel periodo estivo, per via del forte irraggiamento solare, la massa d’aria a contatto con il suolo subisce un rimescolamento che determina la risalita dell’aria più calda che trascina con sé gli inquinanti, nel periodo invernale, in assenza di vento e di pioggia, le basse temperature provocano un ristagno della massa d’ari a contatto con il suolo con un conseguente accumulo delle sostanze inquinanti.

Le fonti primarie dell’inquinamento sono costituite dal traffico veicolare, particolarmente preoccupante in ambiente urbano, e da alcune aree industriali con grandi concentrazioni di aziende con elevate emissioni di inquinanti.

In via generale tutti i processi di combustione causano un aumento dell’inquinamento dell’aria, qualunque sia il combustibile impiegato; tuttavia gli effetti dipendono dalla qualità del combustibile, dalle modalità di combustione e dall’efficienza dei sistemi di abbattimento degli inquinanti.

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 loro concentrazione, 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.

Il monitoraggio dell’aria si attua mediante l’uso di analizzatori che permettono la determinazione della concentrazione in atmosfera degli inquinanti ricercati al fine di verificarne il rispetto dei valori di concentrazione per la qualità dell’aria stabiliti dalla vigente normativa (DM 60/02 e DLgs 183/04).

La presente relazione riporta, per l’anno 2008, i dati relativi al monitoraggio della qualità dell’aria nella città di Castrovillari. Tale rapporto è stato condotto a partire dai rilevamenti effettuati durante l’anno solare presso la stazione fissa di monitoraggio di tipo urbano posizionata in via Polisportivo 1° Maggio antistante il Parco Giochi Comunale.

Nella stazione sono installati degli strumenti che monitorano in continuo i principali inquinanti presenti nell’aria; la dotazione strumentale della stazione comprende anche un computer industriale che provvede principalmente, all’acquisizione e alla memorizzazione dei dati rilevati per renderli quindi disponibili al centro di acquisizione dati, installato presso il Dipartimento Provinciale di Cosenza dell’ARPACal, che li acquisisce tramite collegamento telefonico via modem.

Nella seguente tabella è riportata la dotazione strumentale presente all’interno della stazione.

Tabella 1. Inquinanti monitorati

	<i>Inquinanti monitorati</i>				
<i>Stazione di Castrovillari</i>	NO, NO ₂ , NO _x ,	CO	O ₃	PM ₁₀	SO ₂

2. METODI UTILIZZATI PER L'ANALISI DEGLI INQUINANTI MONITORATI.

2.1 Metodi di riferimento

Il monitoraggio del biossido di zolfo (SO₂), degli ossidi di azoto (NO, NO_x e NO₂), dell'ozono (O₃) e del monossido di carbonio (CO) viene realizzato mediante l'impiego di strumentazione automatica (analizzatori) contenuta nelle centraline. Il campionamento dell'aria avviene con frequenza oraria e ciascuno strumento determina la concentrazione dell'inquinante specifico mediante un principio analitico caratteristico. I metodi di riferimento per la valutazione di biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio sono descritti nel DM 60/02 (Allegato XI), il metodo di riferimento per l'analisi dell'ozono è indicato nel D.Lgs. 183/2004 (Allegato VIII).

Un analizzatore è tipicamente costituito da un sistema di aspirazione dell'aria (una pompa) che ne preleva una parte immettendola in una piccola camera, detta "cella di misura", dove sono installati i dispositivi per la misurazione.

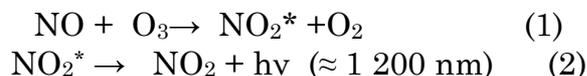
Nella tabella seguente, per ogni analita monitorato, vengono riportati il metodo ufficiale impiegato per la determinazione, il principio di misura su cui tale metodo si basa e il riferimento normativo che lo contiene.

Tabella 2. Metodi di riferimento.

<i>Analita</i>	<i>Metodo</i>	<i>Riferimento Normativo</i>	<i>Principio del metodo</i>
Ossidi di azoto e Biossido di Azoto	ISO 7996:1985	Allegato XI D.M. 60/02	Chemiluminescenza
Monossido di Carbonio		Allegato II, appendice 6 DPCM 28/03/1983	Spettrofotometria IR non dispersivo
Ozono	ISO 13964	Allegato VIII D.Lgs 183/04	Spettrofotometria UV
Biossido di Zolfo	ISO/DIS 10498.2.IS0,1999	Allegato VIII del DM 60/02	Fluorescenza
PM ₁₀	EN 12341	Allegato XI D.M. 60/02	Gravimetria

2.1.1 Misura degli ossidi di azoto.

Per la misurazione della concentrazione del diossido di azoto e del monossido di azoto la Norma tecnica di riferimento è la ISO 7996:1985 basata sul metodo della chemiluminescenza. La chemiluminescenza è l'emissione di radiazioni elettromagnetiche, in particolare nel campo del visibile e del vicino infrarosso, che può accompagnare una reazione chimica. In questo specifico caso si sfrutta la reazione chimica tra ozono e monossido di azoto che produce chemiluminescenza secondo lo schema sotto riportato:



Nella camera di misura entrano contemporaneamente l'aria ambiente ed un flusso di ozono generato a parte dall'analizzatore. Ozono e monossido di azoto reagiscono istantaneamente per produrre NO_2^* eccitato, che successivamente torna nel suo stato fondamentale emettendo una radiazione elettromagnetica nel campo del vicino infrarosso.

La radiazione emessa per chemiluminescenza, correlata alla concentrazione di NO presente nell'aria campionata, viene filtrata da un filtro ottico selettivo e convertita in segnale elettrico attraverso l'uso di un tubo fotomoltiplicatore. Per la determinazione della concentrazione di NO_2 , l'aria campionata viene fatta passare attraverso un convertitore catalitico che riduce l' NO_2 in NO che viene quindi determinato come descritto sopra. Il segnale elettrico ottenuto è pertanto proporzionale alla somma delle concentrazioni di NO ed NO_2 , generalmente indicata come NO_x . La quantità di NO_2 è calcolata per differenza.

2.1.2 Misura del monossido di carbonio.

La determinazione della concentrazione del monossido di carbonio viene effettuata utilizzando come metodo di riferimento un sistema automatico di misura (spettrofotometro IR non dispersivo) fondato sull'assorbimento da parte del CO di radiazioni IR intorno a 4600 nm.

La variazione di intensità della radiazione è proporzionale alla concentrazione del monossido di carbonio presente nell'aria campionata.

2.1.3 Misura dell'ozono.

Il metodo di riferimento per l'analisi dell'ozono è la Norma ISO 13964 basata sull'impiego della fotometria ultravioletta.

L'aria campionata viene inviata in continuo in una cella di assorbimento ottico dove è irradiata da una radiazione monocromatica a 253,7 nm ottenuta da una lampada a vapori di mercurio a bassa pressione, stabilizzata.

La radiazione UV che passa attraverso la cella di assorbimento è misurata da un detector costituito da un fotodiodo sensibile o da fotomoltiplicatore che viene quindi convertita in un segnale elettrico.

L'assorbimento della radiazione da parte del campione di aria è una misura della concentrazione di ozono nell'aria ambiente.

2.1.4 Misura del PM₁₀.

Il metodo di misura di riferimento è la norma UNI EN 12341 che prevede l'impiego di un orifizio di ingresso PM₁₀ direttamente accoppiato a un filtro e a un regolatore di flusso, seguito da una determinazione gravimetrica della massa di PM₁₀ raccolta sul filtro. Oltre al metodo di riferimento, per la misura del PM₁₀, ci sono anche i metodi equivalenti come ad esempio la strumentazione automatica che sfrutta il principio dell'assorbimento della radiazione β da parte della polvere campionata. Il metodo si basa sull'attenuazione dei raggi beta, emessi da una piccola sorgente radioattiva di Carbonio 14 e rilevate da un contatore geiger, ossia sull'attenuazione dell'energia associata ad un fascio di elettroni che si verifica quando questo attraversa uno strato sottile di materiale.

2.1.6 Misura del SO₂.

La Norma tecnica di riferimento per la determinazione della concentrazione del biossido di zolfo nell'aria ambiente è la ISO 10498 basata sulla fluorescenza ultravioletta. Il metodo è basato sull'emissione fluorescente delle molecole di SO₂ precedentemente eccitate.

In un primo step le molecole di SO₂ vengono eccitate mediante una radiazione UV avente lunghezza d'onda compresa nel range tra 200 e 220 nm:



In un secondo step le molecole di SO₂ eccitate ritornano nel loro stato fondamentale emettendo una radiazione fluorescente avente una lunghezza d'onda compresa nel range tra 240 e 420 nm.



La luce UV emessa per fluorescenza è filtrata e convertita in segnale elettrico da un tubo fotomoltiplicatore.

3. SISTEMA DI ACQUISIZIONE E VALIDAZIONE DEI DATI.

3.1. Generalità sul funzionamento del sistema.

Un dato chimico di qualità dell'aria, rilevato da una stazione fissa per il monitoraggio della qualità dell'aria, si ottiene tramite un processo di formazione ben definito e di notevole complessità.

Il campione di aria prelevato ed analizzato, da uno strumento automatico o manuale, genera alla fine di una complessa serie di atti professionali il dato di qualità dell'aria utilizzato per effettuare le opportune valutazioni.

Gli analizzatori installati nella stazione di rilevamento, generalmente, sono collegati ad un PC locale presente al suo interno, detto unità periferica, che a sua volta è collegato ad un PC collocato presso il Centro Elaborazione Dati (CED), che nel caso specifico è il Servizio Tematico Aria del Dipartimento Provinciale di Cosenza dell'ARPACal.

La comunicazione tra centro operativo e l'unità periferica avviene via modem mediante sistema GSM. L'acquisizione dei dati rilevati dagli analizzatori e/o sensori installati nella cabina avviene in due momenti distinti: in periferia, i dati vengono dapprima bufferizzati momentaneamente sul Datalogger e successivamente, vengono trasferiti al centro operativo, ove si trova il software di gestione che periodicamente scarica la memoria del Datalogger e archivia i dati in un database strutturato.

I dati elementari forniti dal Datalogger, che contribuiscono alla creazione di un database, subiscono un processo di validazione di 1° livello in seguito al quale vengono ritenuti validi quei dati elementari che superano determinati controlli. I dati invalidi non vengono eliminati ma solo "marcati" opportunamente e, pertanto, esclusi dal calcolo delle medie orarie, i dati elementari validi invece andranno a creare un nuovo database.

Dai valori elementari validi vengono quindi calcolate le medie orarie che, a loro volta, subiranno un ulteriore processo di validazione automatica di 2° livello.

Le medie orarie così calcolate costituiranno un nuovo database e saranno la base delle ulteriori elaborazioni.

I dati provenienti dalla validazione automatica sono sottoposti ad un ulteriore controllo da parte di un operatore che esegue la procedura di validazione non automatica.

Sulla base dei dati validati vengono prodotti i report finali.

4. RIFERIMENTI NORMATIVI

Per i principali inquinanti atmosferici, al fine di salvaguardare la salute umana e il buono stato dell'ambiente, la normativa stabilisce dei limiti di concentrazione a cui attenersi.

Il quadro normativo di base, cui far riferimento per le attività di monitoraggio della qualità dell'aria ambiente, comprende le norme di seguito elencate:

- D. Lgs 351/99: attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente;

- D.M. 60/02: ricevimento della direttiva 1999/30/CE concernente i valori limite di qualità dell'aria per il Biossido di Zolfo, Biossido di Azoto, Monossido di Carbonio, PM₁₀, e Piombo, e della direttiva 200/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria per il Benzene e il Monossido di Carbonio. Questo decreto stabilisce:

- a) Le soglie di allarme: concentrazione nell'aria ambiente di un inquinante oltre la quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale si deve immediatamente intervenire.

- b) Il margine di tolleranza: percentuale del valore limite nella cui misura tale valore può essere superato e le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo.

- c) Il termine entro il quale il valore limite deve essere raggiunto.

- d) La soglia di valutazione superiore: concentrazione atmosferica al di sotto della quale le misurazioni possono essere combinate con le tecniche di modellazione.

e) La soglia di valutazione inferiore: concentrazione atmosferica al di sotto della quale è consentito ricorrere soltanto alle tecniche di modellizzazione o di stima oggettiva.

• D.Lgs 183/04: per quanto concerne l'ozono, nell'anno 2004 si è avuto il recepimento della direttiva comunitaria 2002/3/CE, con la pubblicazione del D.Lgs. 21/5/04 n. 183 in cui sono stati stabiliti i valori bersaglio, da conseguirsi a partire dall'anno 2010, i valori obiettivo a lungo termine e le soglie di informazione ed allarme:

a) I valori bersaglio: concentrazioni fissate al fine di evitare a lungo termine effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso, da conseguirsi per quanto possibile entro un dato periodo di tempo.

b) Gli obiettivi a lungo termine: concentrazione di Ozono nell'aria al di sotto della quale si ritengono improbabili effetti nocivi diretti sulla salute umana e sull'ambiente. Tale obiettivo è conseguito nel lungo periodo al fine di fornire un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente.

c) La soglia di informazione: concentrazione atmosferica oltre la quale, essendovi un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata, devono essere comunicate in modo dettagliato le informazioni relative ai superamenti registrati, le previsioni per i giorni seguenti, le informazioni circa i gruppi della popolazione ed alle strutture sanitarie competenti.

4.1 Descrizione dei principali inquinanti.

Al fine di meglio comprendere le problematiche legate all'inquinamento atmosferico si ritiene appropriato descrivere alcune caratteristiche dei principali inquinanti.

4.1.1. Ossidi di Azoto.

Gli ossidi di azoto generalmente vengono indicati come NO_x , che sta ad indicare la somma di NO_2 ed NO , essi si formano durante i processi di combustione a causa della reazione che avviene, ad elevate temperature, tra l'azoto e l'ossigeno contenuti nell'aria. Le fonti di emissioni sono i processi di combustione, in particolare il traffico auto veicolare, gli impianti termici e le centrali termoelettriche.

Il biossido di azoto (NO_2) è un inquinante per lo più secondario, che si forma in seguito all'ossidazione in atmosfera del monossido di azoto (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.

Il monossido di Azoto (NO) è un gas incolore, inodore e insapore, viene trasformato in biossido di azoto (NO_2) attraverso reazioni fotochimiche secondarie. Il biossido di Azoto (NO_2) è un gas rossastro con un odore forte e pungente, che può provocare irritazioni alle mucose degli occhi e danni alle vie respiratorie con conseguente riduzione della funzionalità polmonare.

La vigente normativa stabilisce dei limiti, per la protezione della salute umana, solo per il biossido di azoto in virtù del fatto che quest'ultimo ha una tossicità notevolmente superiore a quella del monossido di azoto.

Il DM 60/02 stabilisce anche un limite annuale per la protezione della vegetazione riferito agli NO_x, ossidi di azoto intesi come somma del monossido e del biossido di azoto, che è pari a 30 µg/m³.

Tabella 3. Valori di riferimento per biossido di azoto e ossidi di azoto (Normativa e limiti di riferimento D.M.60/02).

NO₂ <i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>			
Anno di riferimento	Valori limite orario <i>(da non superare più di 18 volte per anno civile)</i>	Valori limite annuale	Soglia di allarme*
2005	250 µg/m ³	50 µg/m ³	400 µg/m ³
2006	240 µg/m ³	48 µg/m ³	
2007	230 µg/m ³	46 µg/m ³	
2008	220 µg/m ³	44 µg/m ³	
2009	210 µg/m ³	42 µg/m ³	
2010	200 µg/m ³	40 µg/m ³	

NO_x <i>Valore limite per la protezione degli ecosistemi</i>
Valore limite annuale
30 µg/m ³

*400 µg/m³ misurati su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 Km² oppure in una intera zona o un intero agglomerato nel caso siano meno estesi.

4.1.2. Monossido di carbonio.

Il monossido di carbonio è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera infatti è l'unico per il quale l'unità di misura delle concentrazioni è il milligrammo al metro cubo (mg/m^3).

È un gas inodore ed incolore e viene generato durante la 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 vulcaniche ed emissioni da oceani e paludi. La principale fonte di emissione da parte dell'uomo è invece costituita dal traffico auto veicolare, 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.

La sua tossicità è imputabile al fatto che legandosi all'emoglobina impedisce un'adeguata ossigenazione dei tessuti.

Tabella 4. Valore di riferimento per il monossido di carbonio. (Normativa e limiti di riferimento D.M.60/02)

<i>CO</i> <i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	
<i>Periodo di mediazione</i>	<i>Valori limite</i>
Media massima giornaliera su 8 ore (dal 01.01.2005)	10 mg/m^3

4.1.4. Ozono

L'ozono è un gas tossico di colore bluastro, costituito da molecole formate da tre atomi di ossigeno (O_3), è un energico ossidante in grado di demolire materiali organici ed inorganici.

È presente al 90% in stratosfera (la fascia più alta dell'atmosfera) e qui la sua azione è positiva perché costituisce una fascia protettiva nei confronti delle radiazioni UV generate dal sole. L'ozono inquinante è quello presente nella troposfera (strati più bassi dell'atmosfera) e rappresenta un inquinante secondario particolarmente insidioso.

La concentrazione dell'ozono troposferico varia di molto a seconda della zona geografica considerata, dell'ora, del periodo dell'anno, delle condizioni climatiche, della direzione e velocità del vento, del grado di inquinamento primario.

Viene prodotto nel corso di varie reazioni chimiche in presenza della luce del sole a partire dagli inquinanti primari in particolare biossido di azoto. Nelle aree urbane i livelli massimi di concentrazione si verificano in genere verso mezzogiorno e

nei mesi più caldi dell'anno, per la forte insolazione; l'alta pressione e la scarsa ventilazione ne favoriscono il ristagno.

Gli effetti sull'uomo di una eccessiva esposizione all'ozono riguardano l'apparato respiratorio e gli occhi; quando i livelli di ozono sono più alti del normale bisognerebbe diminuire il tempo passato all'aperto o almeno ridurre l'attività fisica all'aria aperta fino a quando il livello non scende.

La Direttiva 02/3/CE recepita in Italia dal D.Lgs 183/04 prevede per l'ozono gli "obiettivi a lungo termine" (superamento di 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ della media mobile di 8 ore) e i "valori bersaglio" da conseguire entro il 2010 (superamento di 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ della media mobile di 8 ore da non superare per anno civile come media su 3 anni) oltre che le soglie di informazione (superamento di 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, livelli oltre al quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione) e la soglia di allarme (superamento di 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata). Tale soglia viene superata qualora si verifichi un superamento di 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per tre ore consecutive.

Tabella 5. Valore di riferimento per l'Ozono. (Normativa e limiti di riferimento D. Lgs 183/04)

Ozono <i>(Valore limite per la protezione della salute umana)</i>		
Denominazione	Periodo di mediazione	Valori limite
Soglia di informazione	Media massima oraria	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Soglia di allarme	Media massima oraria	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valori bersaglio	Media su 8 ore massima giornaliera	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ <i>(da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni)</i>
Obiettivi a lungo termine	Media su 8 ore massima giornaliera	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Ozono <i>(Valore limite per la protezione della vegetazione)</i>		
Denominazione	Periodo di mediazione	Valori limite
Valori bersaglio	AOT40 <i>(calcolato sulla base dei valori di 1 ora da Maggio a Luglio)</i>	18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$
Obiettivi a lungo termine	AOT40 <i>(calcolato sulla base dei valori di 1 ora da Maggio a Luglio)</i>	6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$

4.1.5. Materiale Particellare

Si definisce particolato o materiale particellare (Polveri Totali Sospese, PTS) una miscela di particelle solide e liquide, sospese in aria, che variano per caratteristiche dimensionali, composizione e provenienza. La natura delle particelle è molto varia: ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali, come pollini e frammenti di piante, il materiale inorganico prodotto da agenti naturali, come vento e pioggia, dall'erosione del suolo o da manufatti (frazioni più grossolane). Nelle aree urbanizzate il materiale particolato può avere origine da lavorazioni industriali (cantieri edili, fonderie, cementifici), dall'usura dell'asfalto, dagli pneumatici, dai freni, dalle frizioni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore Diesel. La legislazione italiana in materia di inquinamento atmosferico regola la presenza in aria delle polveri PM_{10} , aventi diametro inferiore a $10\ \mu m$, denominate anche polveri inalabili, e comprendenti un sottogruppo di polveri più sottili denominate $PM_{2,5}$, aventi diametro inferiore a $2,5\ \mu m$, denominate polveri respirabili. Le particelle di dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana, in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. Gli studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra le concentrazioni di polveri in aria e la manifestazione di malattie croniche alle vie respiratorie, in particolare asma, bronchiti, enfisemi. A livello di effetti indiretti, inoltre, il particolato agisce da veicolo per sostanze ad elevata tossicità, quali ad esempio gli idrocarburi policiclici aromatici.

Tabella 6. Valore limite per il materiale articolato (PM_{10}). (Normativa e limiti di riferimento D.M.60/02)

PM_{10} <i>(Valore limite per la protezione della salute umana Fase 1)</i>		
<i>Periodo di mediazione</i>	<i>Valore limite</i>	<i>Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto</i>
24 ore	50 ug/m^3 <i>(da non superare più di 35 volte per anno civile)</i>	1 Gennaio 2005
Anno civile	40 ug/m^3	1 Gennaio 2005

PM_{10} <i>(Valore limite per la protezione della salute umana Fase 2*)</i>		
<i>Periodo di mediazione</i>	<i>Valore limite</i>	<i>Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto</i>
24 ore	50 ug/m^3 <i>(da non superare più di 7 volte per anno civile)</i>	1 Gennaio 2010
Anno civile	20 ug/m^3	1 Gennaio 2010

**I valori limite della fase 2 sono da rivedere con successivo decreto sulla base della futura normativa comunitaria.*

4.1.6. Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo (SO_2) è un gas incolore, dall'odore pungente e irritante. In atmosfera la presenza del biossido di zolfo è accompagnata da quella del triossido di zolfo (SO_3); infatti il biossido (SO_2) può essere trasformato in triossido (SO_3) mediante processi indotti dall'irraggiamento solare. In atmosfera la presenza di è condizionata dalla concentrazione di vapore acqueo poiché con questo essa forma facilmente l'acido solforico (H_2SO_4).

Le principali emissioni di biossido di zolfo derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (gasolio, olio combustibile, carbone) in cui lo zolfo è presente come impurità ed in particolare dagli impianti fissi di combustione (produzione di energia, riscaldamento). A conferma di ciò, si riscontra che la concentrazione in atmosfera di biossido di zolfo presenta una variazione stagionale molto evidente raggiungendo i valori massimi nella stagione invernale, laddove sono in funzione gli impianti di riscaldamento domestici.

Una percentuale minore di biossido di zolfo nell'aria (6 – 7%) proviene dal traffico veicolare, in particolare dai veicoli con motore diesel.

Il tempo di persistenza del biossido di zolfo nell'ambiente è di circa 4 giorni. In particolari condizioni meteorologiche e in presenza di concentrazioni elevate, tale sostanza può diffondersi nell'atmosfera ed interessare territori situati anche a grande distanza dalla sorgente inquinante.

Per quanto riguarda gli effetti sul metabolismo umano, il biossido di zolfo è considerato nella letteratura internazionale il più pericoloso degli inquinanti atmosferici, a causa dell'ipersensibilità ad esso mostrata da alcune fasce di popolazione, come gli anziani o le persone soggette a malattie croniche dell'apparato respiratorio - cardiovascolare. Il biossido di zolfo già a basse concentrazioni è una sostanza irritante per gli occhi, per la gola e per il tratto superiore delle vie respiratorie; l'esposizione prolungata a concentrazioni di alcuni $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di SO_2 possono comportare incremento di faringiti, affaticamento e disturbi a carico dell'apparato sensorio. Dall'apparato respiratorio entra nel sangue per venire poi eliminato attraverso l'urina. I suoi effetti risultano amplificati in presenza di nebbia, in quanto esso è facilmente solubile nelle piccole gocce d'acqua. Inoltre il biossido di zolfo presente in atmosfera è il principale responsabile delle cosiddette "piogge acide", in quanto, attraverso reazioni con l'ossigeno e le molecole d'acqua, tende a trasformarsi in anidride solforica e, in presenza di umidità, in acido solforico. I valori limite, ovvero le concentrazioni massime in atmosfera per evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana e sull'ambiente, validi in tutti i paesi dell'U.E. e quindi anche in Italia, sono riepilogati nella sottostante tabella:

Tabella 7. Valori di riferimento per biossido di zolfo (Normativa e limiti di riferimento D.M.60/02).

SO₂ <i>(Valore limite per la protezione della salute umana)</i>			
Anno di riferimento	Valori limite orario <i>(da non superare più di 24 volte per anno civile)</i>	Valori limite giornaliero <i>(da non superare più di 3 volte per anno civile)</i>	Soglia di allarme*
2007	350 ug/m³	125 ug/m³	500 ug/m³
2008	350 ug/m³	125 ug/m³	
2009	350 ug/m³	125 ug/m³	
2010	350 ug/m³	125 ug/m³	

SO₂ <i>(Valore limite per la protezione degli ecosistemi)</i>
Valore limite annuale
20 µg/m³

*350 ug/m³ misurati su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 Km² oppure in una intera zona o un intero agglomerato.

5. EFFICIENZA DELLA RETE DI RILEVAMENTO

L'Allegato X del D.M. 60/02 stabilisce che per la valutazione della qualità dell'aria su base annua, per ogni stazione e per ogni inquinante monitorato, l'insieme dei dati raccolti è significativo quando il rendimento strumentale è almeno del 90%.

Il rendimento strumentale è definito come il rapporto percentuale dei dati generati e validati rispetto al totale teorico diminuito dei dati non generati o non validati a causa di tarature, calibrazioni, attività di manutenzione ordinaria e check automatico giornaliero.

Cause di perdita dei dati possono essere i guasti accidentali o le operazioni di manutenzione straordinaria.

Tabella 8. Rendimento della stazione relativi all'anno 2008

<i>Stazione di Castrovillari Anno 2008</i>							
<i>Parametro: dati orari</i>	<i>NO</i>	<i>NO_x</i>	<i>NO₂</i>	<i>CO</i>	<i>O₃</i>	<i>PM₁₀</i>	<i>SO₂</i>
<i>(Efficienza %)</i>	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0	84.0	87.0

Come si può notare, nell'anno 2008 il rendimento si attesta abbondantemente oltre l'80%.

7. DATI RILEVATI NELL'ANNO 2008

7.1. Trend delle concentrazioni e confronto con i limiti normativi.

Nei seguenti paragrafi, per ogni inquinante, vengono mostrati i valori registrati nell'anno 2008 con i limiti previsti dalla normativa.

I trend presentati e commentati in questo paragrafo sono stati elaborati utilizzando i seguenti indicatori: la concentrazione media oraria per gli ossidi di azoto e l'ozono, la media mobile di 8 ore per il monossido di carbonio e l'ozono, la media sulle 24 ore per il PM₁₀.

L'evoluzione temporale dell'inquinante monitorato viene anche rappresentata con l'utilizzo dei grafici relativi al giorno tipo inteso come l'andamento delle concentrazioni medie orarie mediato su tutti i giorni del periodo in questione.

Le valutazioni sono state fatte sui dati validi acquisiti nell'anno considerato, anche se le centraline non hanno raccolto minima dei dati previsti dal D.M. 60/02.

7.1.1. Biossido di azoto

Tabella 9. Valori della concentrazione di NO₂ con i limiti previsti dalla normativa.

<i>Massimo valore registrato</i>	<i>Valori limite orario+Mdt (Anno 2008)</i>	<i>N° medie orarie > 220 µg/m³</i>	<i>Media annuale</i>	<i>Valori limite annuale+Mdt (Anno 2008)</i>
105,35 µg/m³ <i>(Ore 07:00 del 08.04.2008)</i>	220 µg/m³ <i>(da non superare più di 18 volte per anno civile)</i>	0	14,16 µg/m³	44 µg/m³

* MdT = Margine di Tolleranza

Tabella 10 . Valori della concentrazione di NO_x con i limiti previsti dalla normativa.

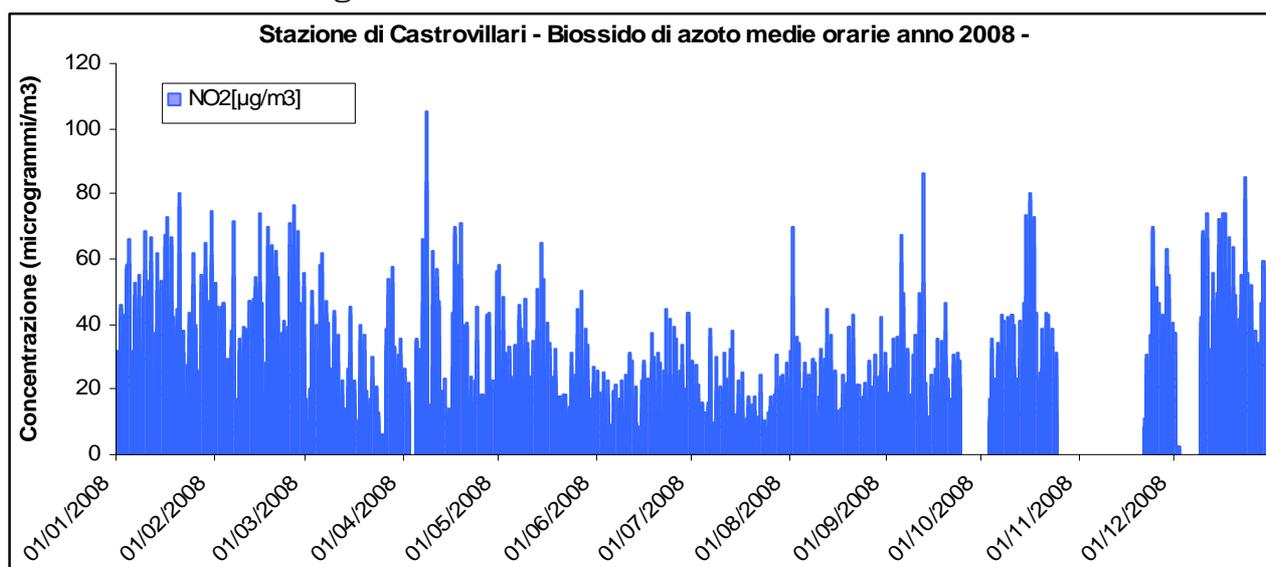
<i>Media annuale</i>	<i>Valori limite annuale (Anno 2008)</i>
24,18 µg/m ³	30,0 µg/m ³

I dati registrati hanno rispettato i limiti previsti dalla normativa vigente sia in riferimento al biossido di azoto che agli ossidi di azoto.

Di seguito vengono presentati i grafici riportanti l'analisi sugli andamenti; in particolare il grafico della figura 1 presenta il trend della concentrazione del biossido d'azoto espressa come media oraria e come si può ben vedere i valori registrati sono al di sotto del valore limite stabilito dalla normativa.

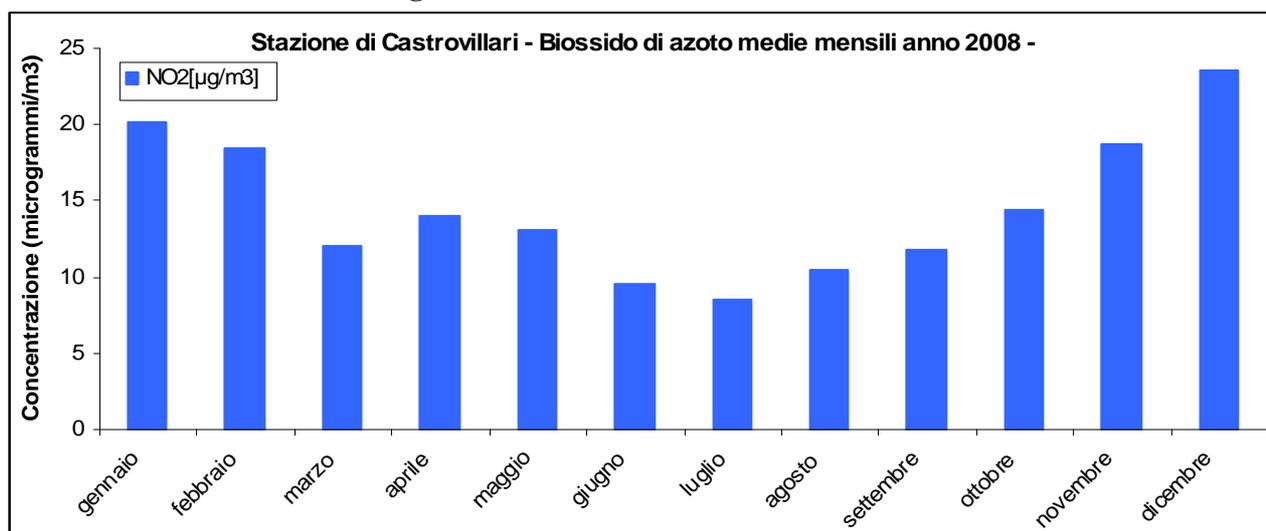
I tratti vuoti del grafico corrispondono ai periodi in cui la centralina non ha registrato i dati.

Figura 1. Andamento annuale del Biossido di Azoto.



La figura 2 riporta l'andamento delle medie mensili del biossido di azoto che raggiungono i valori più elevati nel periodo invernale per via dell'incidenza delle emissioni degli impianti termici.

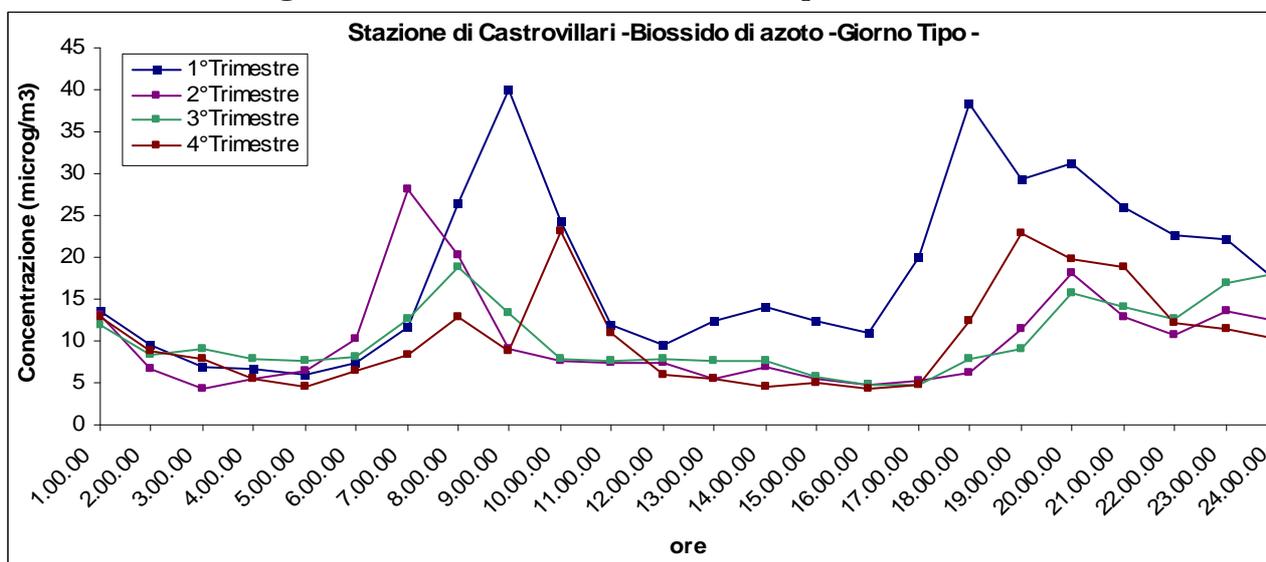
Figura 2. Medie mensili del Biossido di Azoto.



Al fine di effettuare un'ulteriore valutazione dell'andamento della concentrazione del biossido di azoto in funzione delle stagioni, è stato calcolato il giorno tipo su base trimestrale, e gli andamenti ottenuti vengono riportati nella figura 3.

I grafici sono caratterizzati dalla presenza di una doppia campana (la prima tra le 7 e le 9 e la seconda tra le 18 e le 20) legate sia al picco del traffico che all'accensione degli impianti di riscaldamento. Inoltre il grafico evidenzia chiaramente che le concentrazioni più elevate di biossido di azoto si sono registrate nei trimestri invernali, ossia il primo e il quarto, mentre nel terzo trimestre, periodo estivo le concentrazioni registrate sono state le più basse.

Figura 3. Biossido di azoto. Giorno tipo su base trimestrale.



7.1.2. Monossido di Carbonio.

Tabella 11. Confronto della concentrazione di CO con i limiti previsti dalla normativa.

<i>Massimo valore registrato</i>	<i>Valori limite (Anno 2008)</i>	<i>N° Medie massime giornaliera su 8 ore > a 10 mg/ m³</i>
2,28 mg/m³ <i>(31.05.2008 ore 15-23)</i>	10 mg/m³ <i>(Media massima giornaliera su 8 ore)</i>	0

La media massima giornaliera su 8 ore di 10 mg/m³ non è mai stata superata e i valori registrati sono contenuti e decisamente inferiori al limite previsto dalla normativa vigente.

Quanto detto è ben evidenziato nella figura 4 che riporta l'andamento annuale della concentrazione di monossido di carbonio espressa come la media massima giornaliera su 8 ore, i valori registrati si attestano intorno a valori di 1,0 e 1,5 mg/m³.

I tratti vuoti del grafico corrispondono ai periodi in cui la centralina non ha registrato i dati sufficienti per fare la valutazione.

Per quanto riguarda l'evoluzione dei livelli di inquinamento atmosferico da monossido di carbonio nel corso del 2008, si può chiaramente vedere dal grafico della figura 5 come anche questo inquinante presenti i valori più elevati nel periodo invernale.

Figura 4. Andamento annuale del monossido di Carbonio.

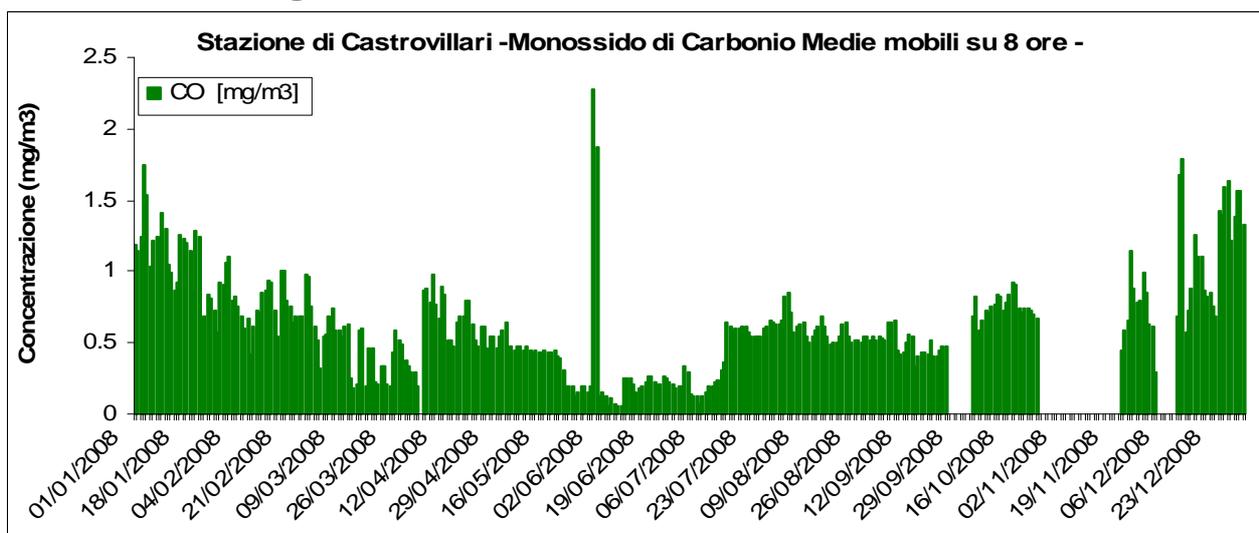
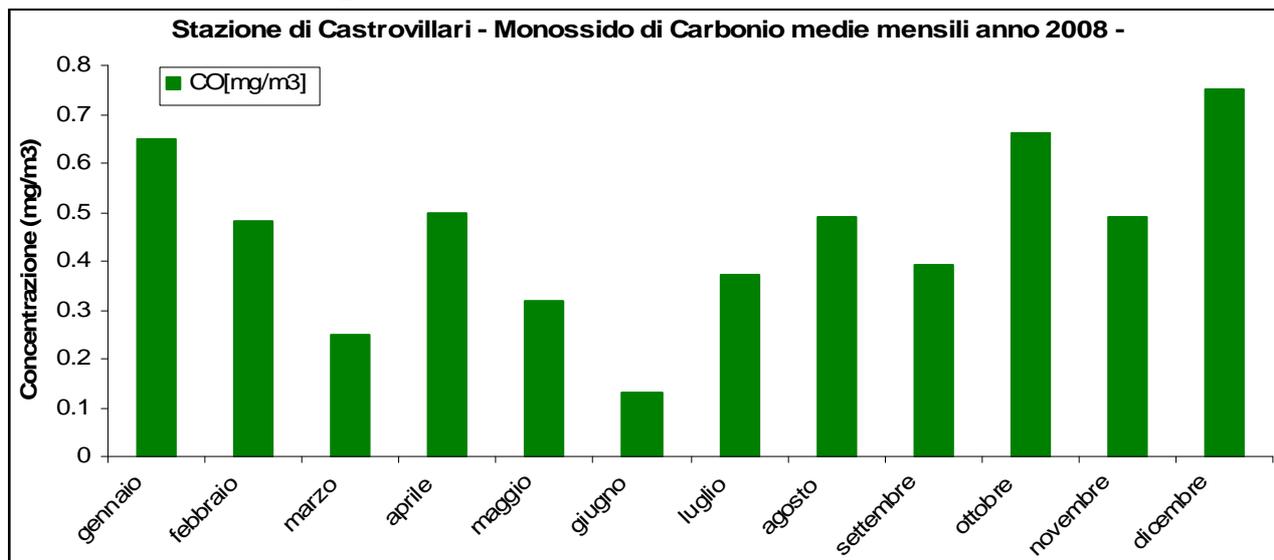


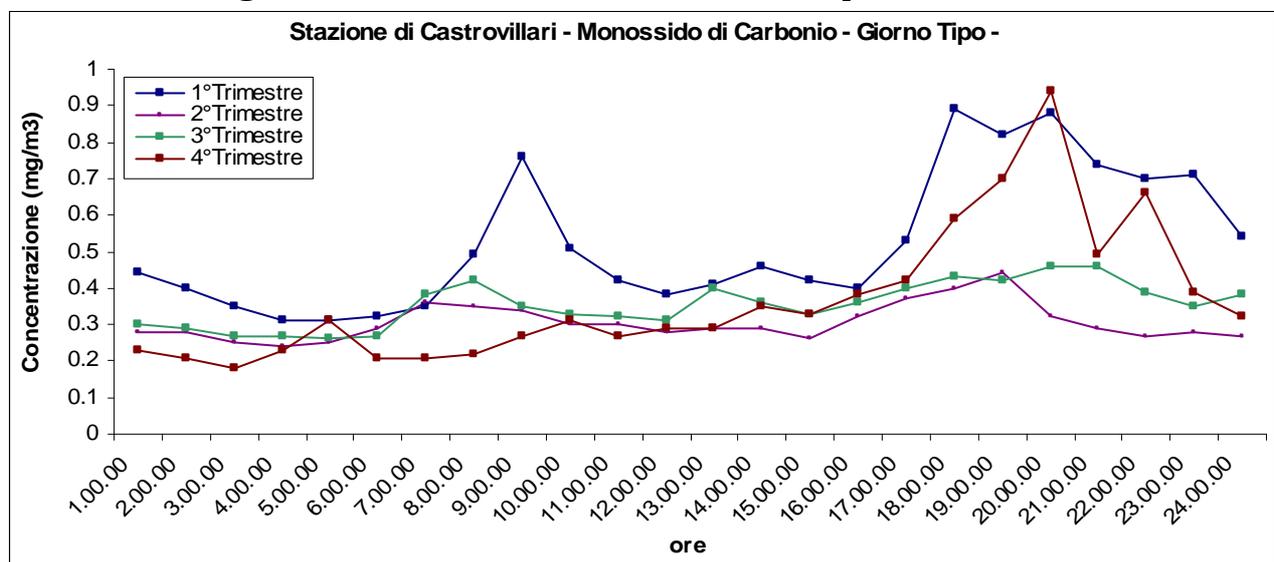
Figura 5. Medie mensili del Monossido di Carbonio.



Il grafico della figura 6, rappresenta il giorno tipo riferito a quattro trimestri dell'anno 2008 e forniscono una indicazione sull'andamento della concentrazione del monossido di carbonio nei diversi periodi dell'anno.

Anche per questo inquinante i valori più alti di concentrazione sono stati registrati nei trimestri invernali con un picco mattutino intorno alle 9 ed uno serale intorno alle 20, probabilmente legati ai flussi di traffico.

Figura 6. Monossido di carbonio. Giorno tipo su base trimestrale.



7.1.3. Particolato PM₁₀

Dalla tabella si evince che il valore di 50 µg/m³ come media giornaliera è stato superato 9 volte nell'anno e quindi il valore limite previsto dal DM 60/02 è stato rispettato così come è stato rispettato anche il valore limite di 40 µg/m³ come media annuale in quanto la stessa è risultata essere, per l'anno 2008, pari a 16.39 µg/m³.

Tabella 12. Confronto della concentrazione di PM₁₀ con i limiti previsti dalla normativa.

<i>Massimo valore registrato</i>	<i>Valori limite su 24 ore (Anno 2008)</i>	<i>N° medie su 24 ore > 50 µg/m³</i>	<i>Media annuale</i>	<i>Valori limite annuale (Anno 2008)</i>
73,46 µg/m³ (il 20/04/2008)	50 µg/m³ (da non superare più di 35 volte nell'anno)	9	16,39 µg/m³	40,0 µg/m³

La figura 8 mostra l'andamento dei valori medi giornalieri mentre la figura 9 mostra l'andamento delle medie mensili del PM₁₀.

I tratti bianchi del grafico della figura 8 corrispondono ai giorni in cui l'analizzatore non ha fornito dati sufficienti per effettuare la valutazione.

Le medie mensili registrate si attestano intorno al valore di 25 µg/m³ senza un'apprezzabile differenza tra i vari mesi dell'anno.

Figura7. Andamento annuale del PM₁₀.

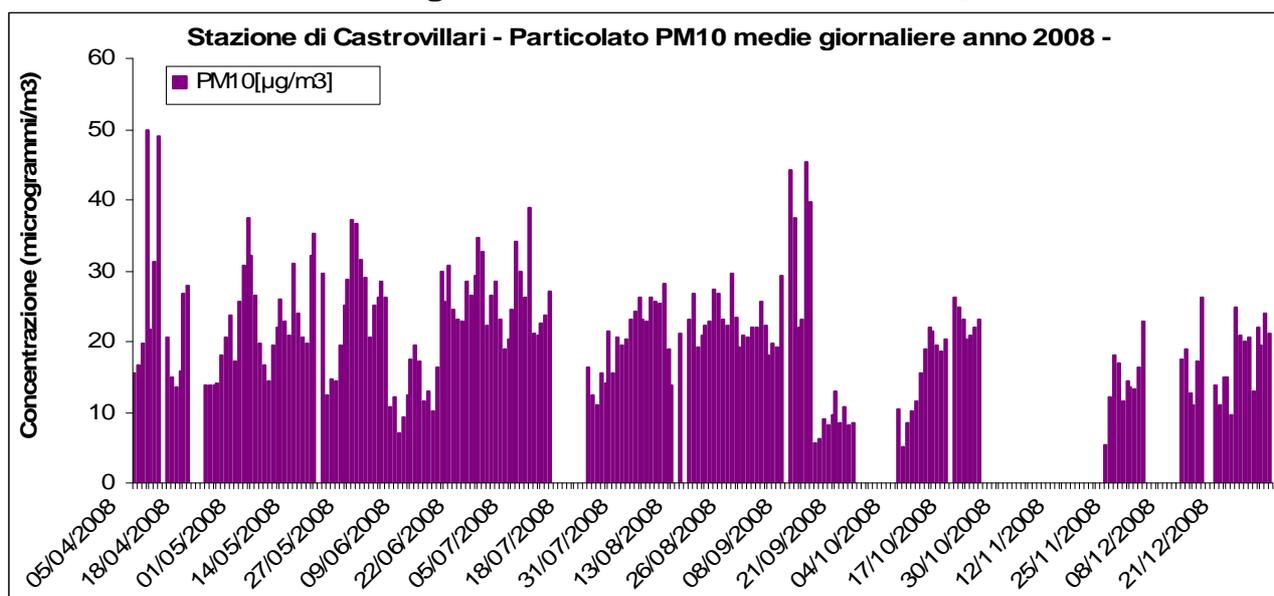
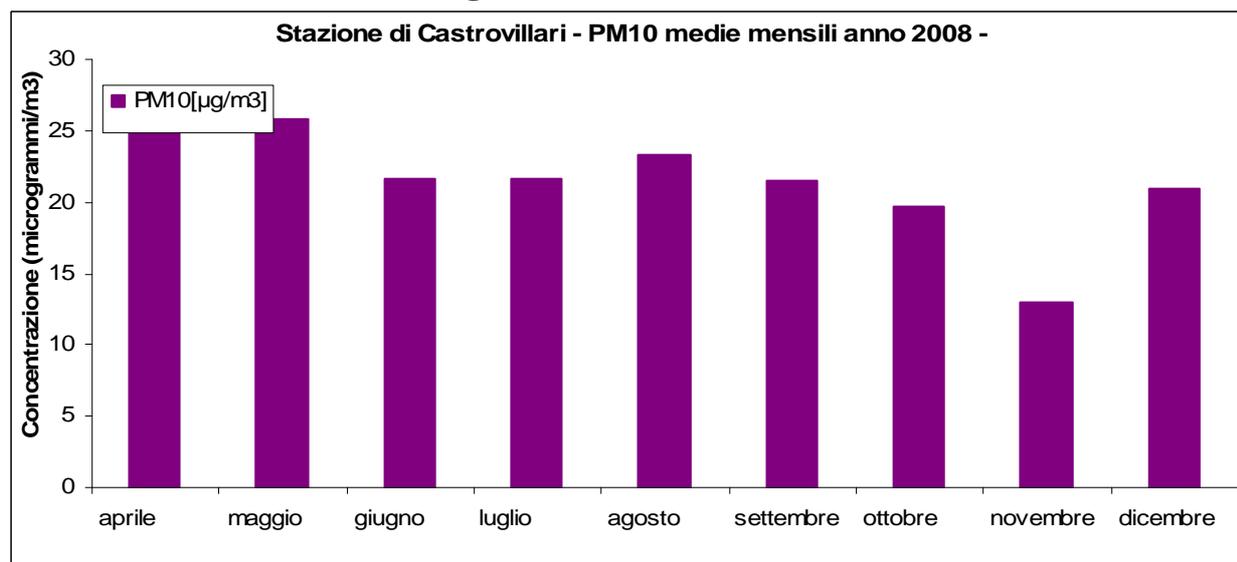
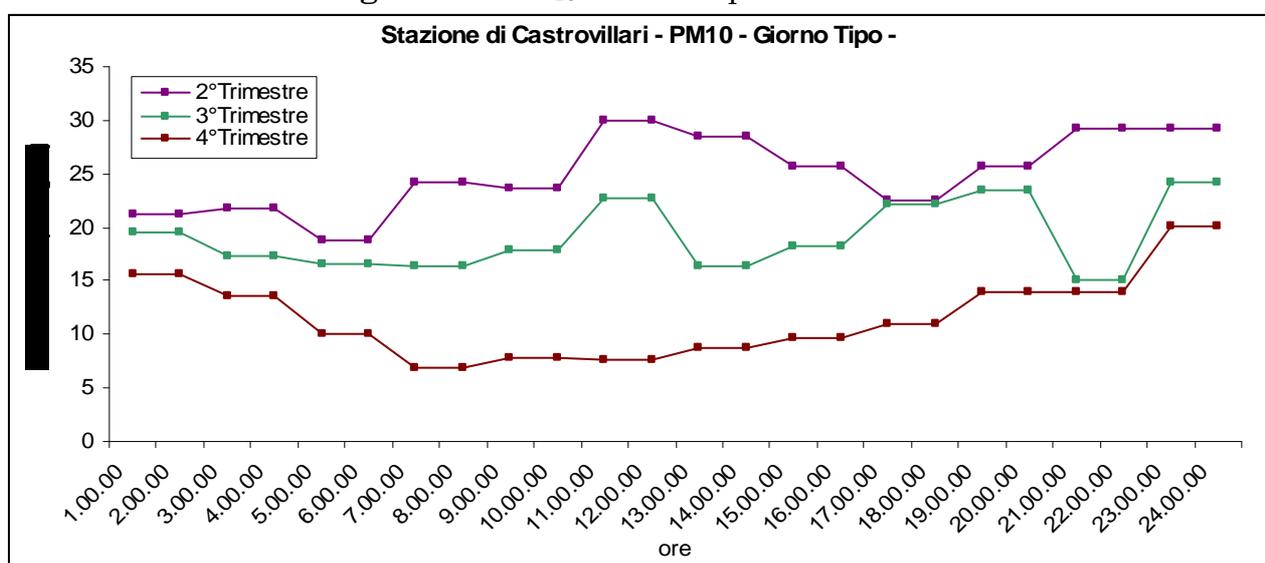


Figura 8. Medie mensili di PM₁₀.



Il grafico della figura 9, che riporta gli andamenti orari riferiti al giorno tipo relativo al secondo, terzo e quarto trimestre, evidenzia la presenza dei valori più elevati nei trimestri più caldi e nelle ore della tarda mattinata.

Figura 9. PM₁₀. Giorno tipo su base trimestrale



7.1.5. Ozono

Nella tabella seguente vengono riportati i principali parametri statistici ricavati dai dati registrati nell'anno 2008: non si sono osservati superamenti della soglia di informazione ne tanto meno della soglia di allarme.

Tabella 18. Confronto della concentrazione di Ozono con i limiti previsti dalla normativa.

Tabella 18 a.

<i>Massimo valore registrato</i>	<i>Valori limite orario (Anno 2008)</i>		<i>N° medie orarie</i>	
	<i>Soglia di informazione</i>	<i>Soglia di allarme</i>	<i>> 180 µg/m³</i>	<i>> 240 µg/m³</i>
150,81 µg/m³ <i>(Ore 13:00 del 28.06.2008)</i>	180 µg/m³	240 µg/m³	0	0

Tabella 18 b.

<i>Massimo valore registrato</i>	<i>Valore bersaglio per il 2010 (Media massima giornaliera su 8 ore)</i>	<i>N° Medie massime giornaliera su 8 ore > 120 µg/m³</i>
137,98 µg/m³ <i>(26.07.2008 ore 13-21)</i>	120 µg/m³ <i>(da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni)</i>	20

Confrontando i risultati del monitoraggio anche con il valore bersaglio di 120µg/m³ (calcolato come la media mobile di 8 ore), introdotto dal D.L.gs.183/04, si constata che tale valore è stato superato 20 giornate nell'anno 2008 (si ricorda che il suddetto decreto ne prevede un massimo di 25 all'anno come media sugli ultimi 3

Nelle figure seguenti sono riportati gli andamenti annuali della concentrazione di ozono riportate sia come media oraria che come media mobile su 8 ore.

Figura 10. Andamento annuale dell'ozono. Medie orarie

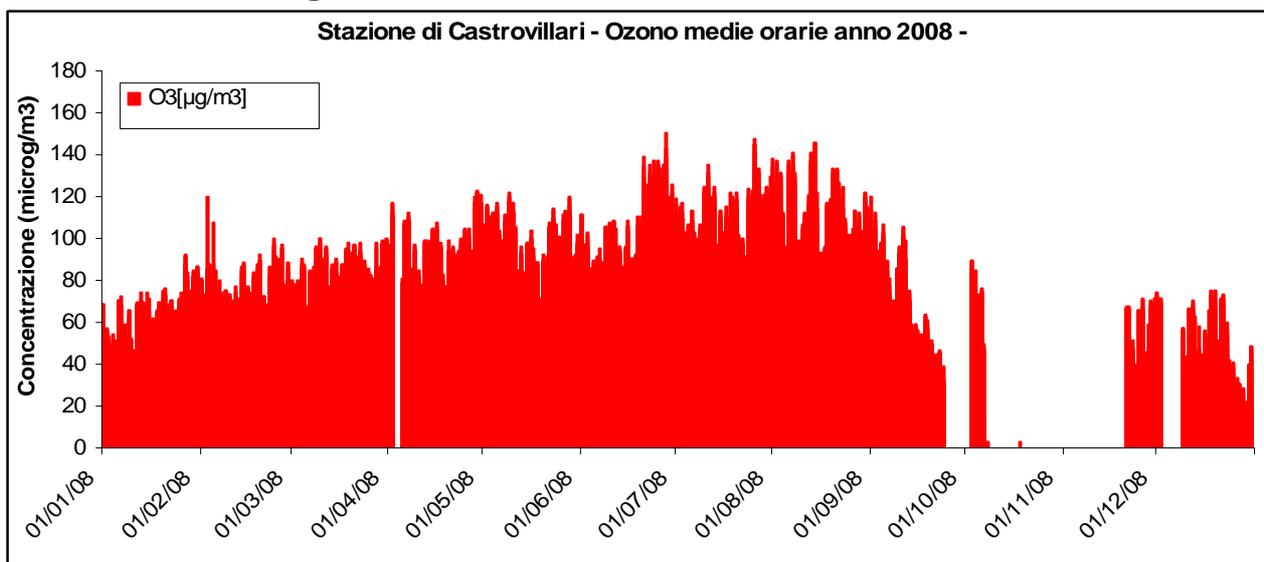
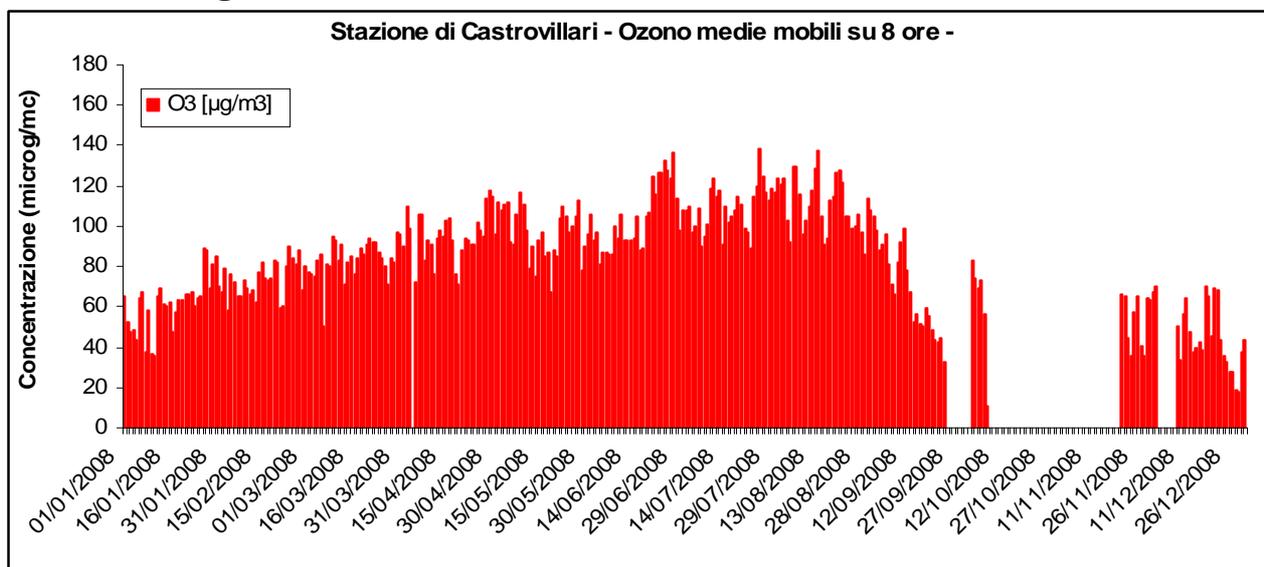


Figura 11. Andamento annuale dell'ozono. Medie mobili su otto ore.



L'andamento dei grafici mostra chiaramente che le concentrazioni più alte di ozono sono state registrate in estate. I tratti bianchi dei grafici corrispondono ai giorni in cui la stazione non ha registrato i dati.

La figura 12 riporta i dati medi mensili che evidenziano come l'inquinamento da ozono sia un problema prettamente estivo legato a specifici fattori meteo climatici stagionali.

Gli andamenti del giorno tipo, calcolato su base trimestrale, di cui il grafico della figura 13, presentano un unico picco molto arrotondato che raggiunge i valori più elevati tra le ore 13,00 e le ore 14,00 in corrispondenza del massimo effetto dell'irraggiamento solare.

Figura 12. Medie mensili di ozono.

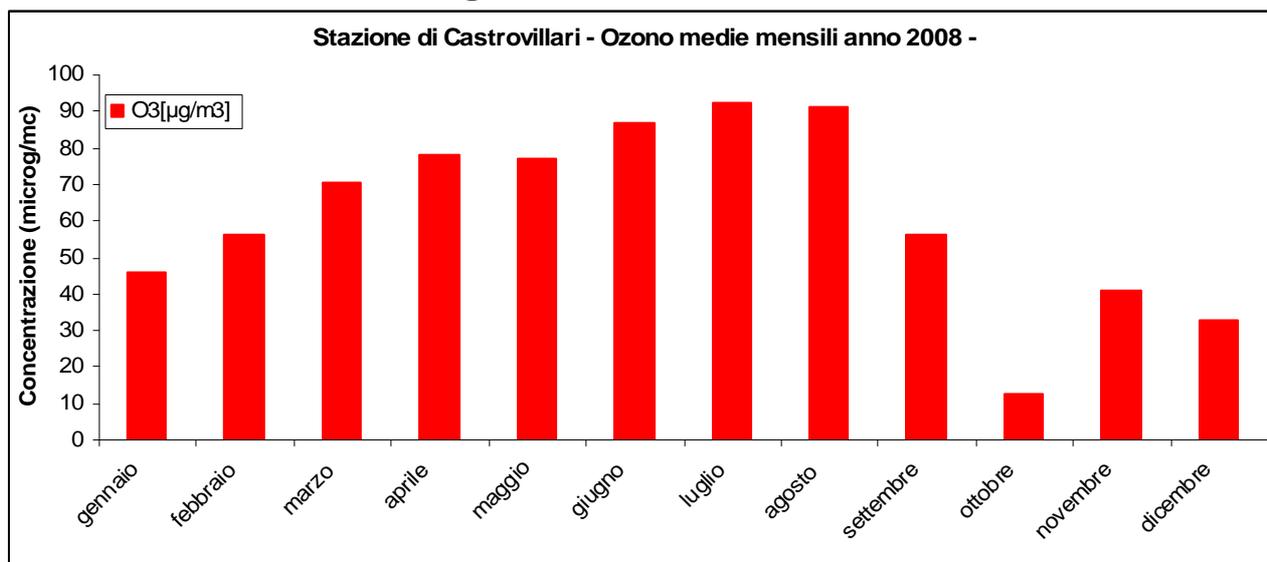
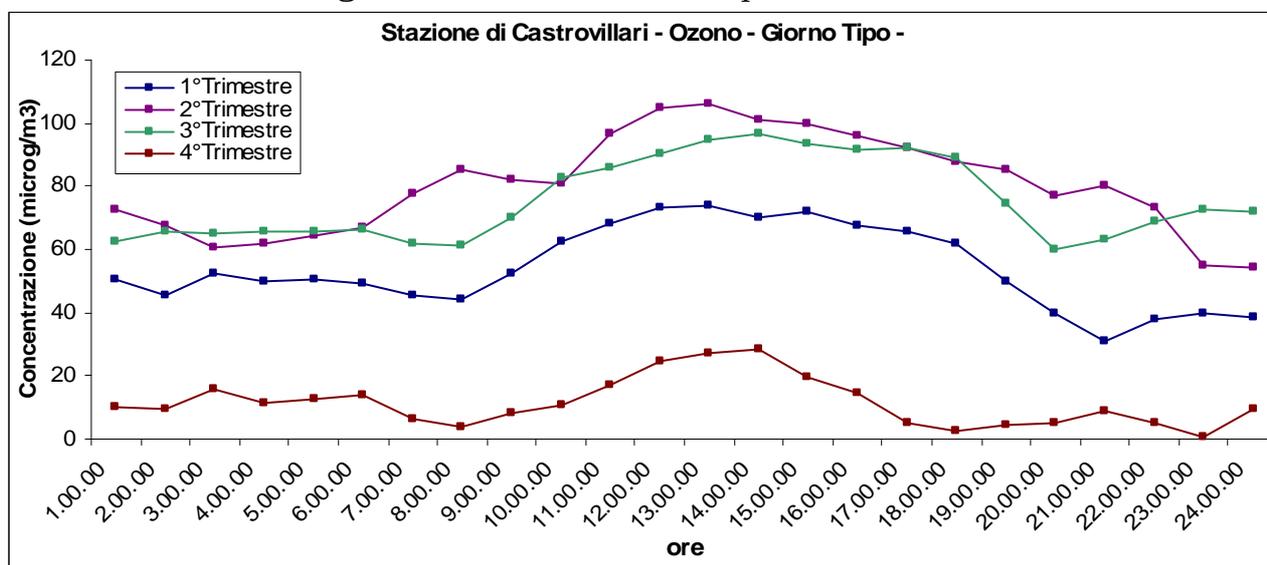


Figura 13. Ozono. Giorno tipo su base trimestrale.



7.1.6. Biossido di zolfo

La successiva tabella 14, che riporta i principali parametri statistici per il biossido di zolfo, evidenzia come i valori rilevati siano nettamente inferiori ai limiti imposti dal D.M. 60/02: il massimo valore orario registrato è stato di 31,47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (il limite è di 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e il massimo valore registrato come media giornaliera è stato di 9,71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (il limite è di 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

I grafici delle figure 14 e 15 riportano gli andamenti della concentrazione del biossido di zolfo espressa sia come media oraria che come media giornaliera, mentre la figura 16 riporta l'andamento delle medie mensili che, per questo inquinant, mostrano una concentrazione più alta nei mesi estivi.

Il grafico della figura 17 rappresenta il giorno tipo, calcolato su base trimestrale, e forniscono una chiara indicazione sull'andamento della concentrazione di biossido di zolfo nei diversi periodi dell'anno. I valori relativamente più elevati si sono registrati nel periodo estivo e non si evidenziano picchi particolari nelle diverse ore del giorno.

Tabella 14. Confronto della concentrazione di SO₂ con i limiti previsti dalla normativa.

Tabella 19 a

<i>Massimo valore registrato</i>	<i>Valori limite orario (Anno 2008)</i>	<i>N° medie orarie > 350 µg/m³</i>
31,47 µg/m³ <i>(Ore 08:00 del 20.04.2008)</i>	350 µg/m³ <i>(da non superare più di 24 volte per anno civile)</i>	0

Tabella 19 b

<i>Massimo valore registrato</i>	<i>Valori limite su 24 ore</i>	<i>N° medie su 24 ore > 125 µg/m³</i>
9,71 µg/m³ <i>(15.08.2008)</i>	125 µg/m³ <i>(da non superare più di 3 volte per anno civile)</i>	0

Figura 14. Andamento annuale del biossido di zolfo. Medie orarie

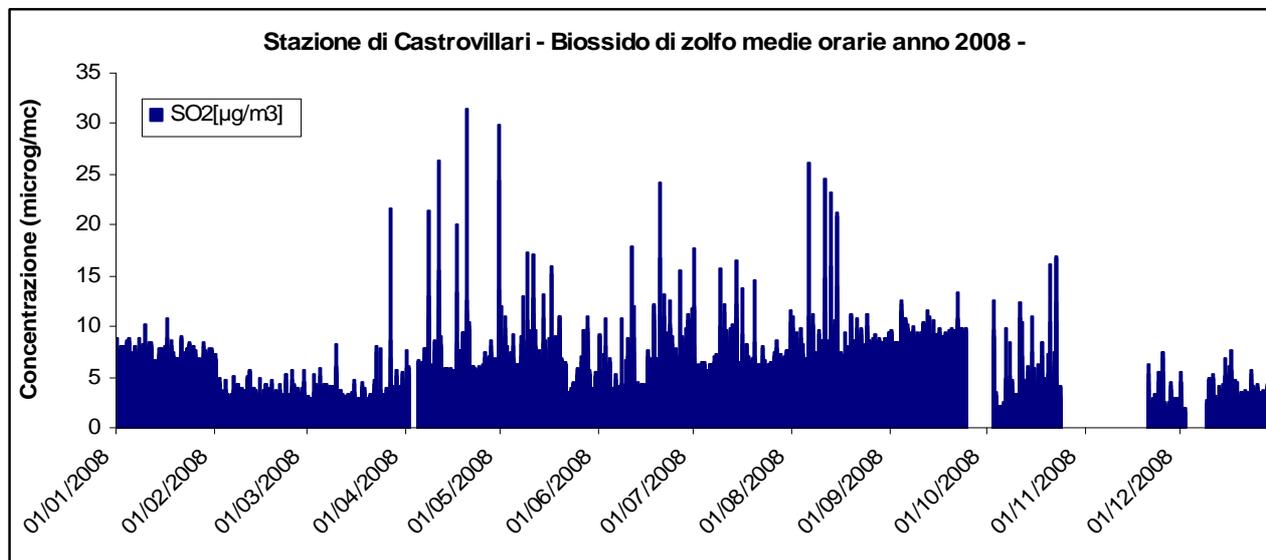


Figura 15. Andamento annuale del biossido di zolfo. Medie giornaliere

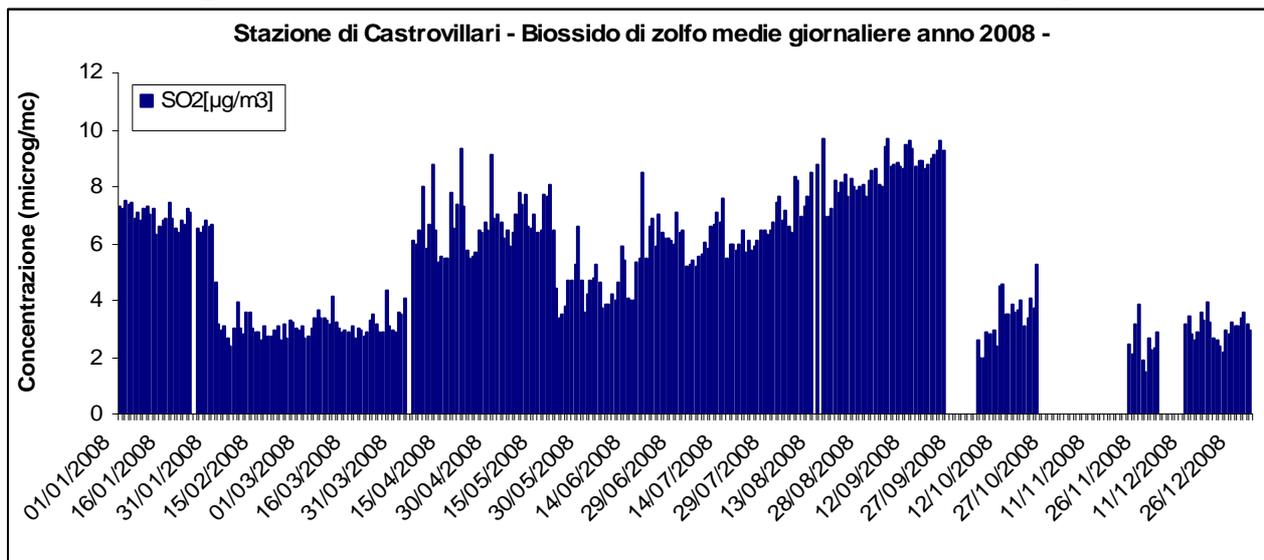


Figura 16. Medie mensili di biossido di zolfo.

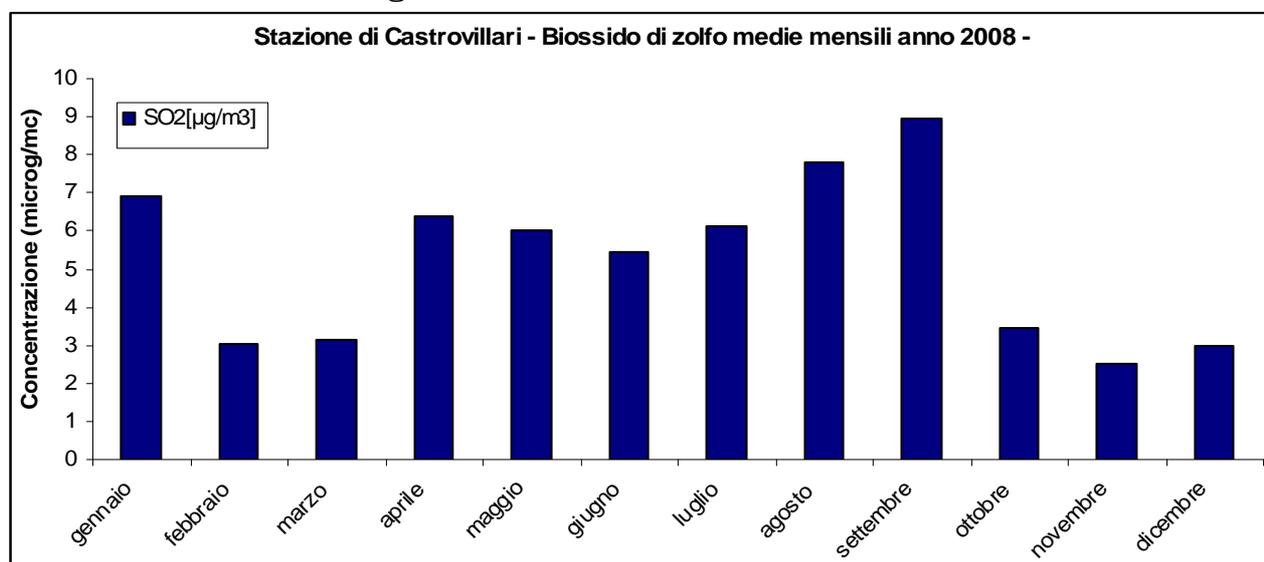
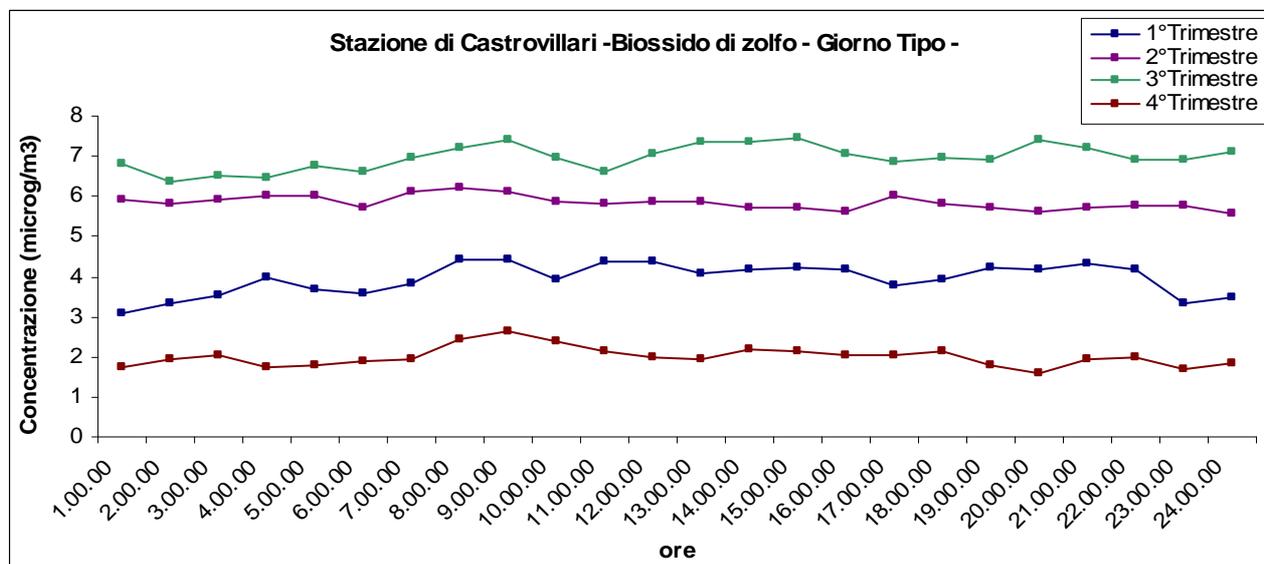


Figura 17. Biossido di zolfo. Giorno tipo su base trimestrale



7.2 Superamenti delle soglie di allarme ai sensi del D.M. 60/02 e del D.Lgs 183/04. -Episodi acuti-

Per gli inquinanti biossido di azoto ed ozono la normativa, oltre ai valori di riferimento, fissa soglie di allarme sui valori delle concentrazioni orarie, corrispondenti a valori di concentrazione tali da determinare effetti acuti sulla popolazione e per l'ozono prevede anche una soglia di informazione. Nelle tabelle seguenti si riportano i valori soglia e il numero dei casi rilevati nel 2008.

Tabella 15. Numero di superamenti della soglia di allarme e di informazione.
Anno 2008.

	<i>Soglia di allarme</i>	<i>Riferimento normativo</i>	<i>Casi rilevati</i>
NO₂	Concentrazione oraria > 400 µg/m ³ per tre ore consecutive	D.M. 60/02	0
O₃	Concentrazione oraria > 240 µg/m ³	D.Lgs 183/04	0
	Concentrazione oraria > 180 µg/m ³		0

Conclusione

Dai valori registrati dalla centralina ambientale per il monitoraggio della qualità dell'aria, si può concludere che i limiti di legge stabiliti dalla normativa vigente, per gli inquinanti considerati, sono stati rispettati.