



ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

PROVINCIA DI GROSSETO

**CAMPAGNA DI MISURAZIONE DELLA
QUALITÀ DELL'ARIA
LABORATORIO MOBILE
ANNO 2013-14**

**VIA MADRE TERESA DI CALCUTTA
COMUNE DI FOLLONICA**

**Area Vasta Toscana Costa –
Settore “Centro Regionale per la Tutela della Qualità
dell’Aria”**



Regione Toscana



PROVINCIA DI GROSSETO

Campagna di Misurazione della qualità dell'aria. Laboratorio mobile.
Anno 2013-2014

VIA MADRE TERESA DI CALCUTTA COMUNE DI FOLLONICA

A cura di :
Bianca Patrizia Andreini
Centro Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria

Autori:
David Magliacani
Guglielmo Tanganelli
Centro Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria

04 MARZO 2014

SINTESI

La presente campagna di misurazione in Via Madre Teresa di Calcutta a Follonica, è stata realizzata in attuazione del piano di utilizzo dell'autolaboratorio per il periodo 2013 programmato dall'Amministrazione Provinciale di Grosseto, Comune di Follonica e Dipartimento ARPAT di Grosseto.

I valori degli indicatori di qualità dell'aria misurati nella postazione di Via Madre Teresa di Calcutta sono conformi ai relativi valori limite finalizzati alla tutela della salute umana.

Nel dettaglio, gli indicatori relativi al materiale particolato PM10 si assestano, mediamente, su livelli pari al 41 % dei relativi valori limite, quelli del biossido di zolfo mediamente, al 23 % dei relativi valori limite, ed infine l'idrogeno solforato al 7 % del relativo valore guida fissato dall'OMS.

E' registrato tuttavia, 1 caso di superamento del valore limite per l'indicatore della media giornaliera di PM10 (registrato il giorno 19 gennaio 2014), il quale non determina una situazione di difformità poiché la norma prevede che questo indicatore possa essere superato nella misura di 35 casi/anno. Inoltre, anche l'indicatore relativo al 90,4° percentile delle concentrazioni medie giornaliere (valutato in particolar modo per le campagne di misurazione indicative caratterizzate da periodi di copertura temporale più limitati rispetto alle misurazioni effettuate in siti di misurazione fissi), risulta pienamente conforme al relativo valore limite (-56 %). Per quanto riguarda questo giorno di superamento, il quadro delle informazioni raccolte mediante strumenti modellistici (applicativo web Hysplit) e l'esame dei dati meteorologici, fornisce sufficienti evidenze per ritenere che gli incrementi dei livelli di concentrazione di materiale particolato PM10 registrati anche a Follonica, siano da attribuire a contributi di sabbia proveniente dal Nord Africa.

Per quanto attiene gli aspetti connessi al disturbo olfattivo, sono stati registrati 323 valori orari di idrogeno solforato superiori alla soglia olfattiva (pari al 4 % dei dati complessivi della campagna di misurazione) definita dall'OMS; il periodo compreso tra giugno e settembre 2013 è stato quello più significativo. Il valore orario più elevato ($96 \mu\text{g}/\text{m}^3$) superiore di circa 14 volte il limite OMS, è stato registrato il giorno 23 agosto alle ore 1. Il raffronto di questo contesto con quello riscontrato nella zona delle concerie di Santa Croce sull'Arno (Pisa) postazione Cerri, mette in rilievo la presenza di un numero di casi di superamento della soglia olfattiva più consistenti nella postazione di Cerri (6,4 % sul periodo), i quali hanno raggiunto il valore massimo orario di $468 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il confronto effettuato invece con la stazione di fondo della zona di Santa Croce (stazione Santa Croce – Coop) mette in evidenza, livelli di concentrazioni più alti a Follonica, sia del numero di superamenti della soglia olfattiva OMS (Santa Croce – Coop = 2,7 %; Follonica = 4 %), sia del valore massimo orario (Santa Croce – Coop = $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$; Follonica = $96 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

In considerazione dei valori degli indicatori elaborati nelle precedenti campagne di rilevamento effettuate nel territorio comunale mediante mezzo mobile (postazione di misurazione di Via del Buttero periodo di osservazione maggio 2011 – maggio 2012 e postazione Via Madre Teresa di Calcutta periodo di osservazione settembre – dicembre 2012), si rilevano livelli di concentrazione più elevati nella postazione di misurazione di Via del Buttero [sia per il biossido di zolfo (mediamente +50 %), sia per il materiale particolato PM10 (mediamente +19 %)] e, per quanto attiene il PM10, sostanzialmente equivalenti in relazione alla precedente campagna di misurazione in Via Madre Teresa di Calcutta.

Rispetto alla stazione di misurazione fissa di Grosseto URSS, la valutazione dei dati giornalieri e degli indicatori di qualità dell'aria (registrati nello stesso periodo di osservazione della presente campagna di misurazione) mette in rilievo la presenza di valori di PM10 poco più alti a Grosseto URSS e caratterizzati sostanzialmente dallo stesso andamento temporale. Si fa presente che i valori degli indicatori elaborati per l'intero anno 2013 dalla stazione fissa di Grosseto URSS hanno fornito una situazione conformità ai rispettivi valori limite.

Il contesto messo in evidenza dalle misurazioni esprime una situazione di conformità per gli indicatori a tutela della salute umana; si ravvisa invece una maggiore problematicità per gli aspetti connessi al disturbo olfattivo, caratterizzato dalla presenza di dati orari di idrogeno solforato superiori alla soglia definita dall'OMS (riferita ad un tempo di mediazione di 30 minuti), concentrati sostanzialmente nelle ore notturne del periodo estivo. Questa peculiarità, è molto probabilmente, da attribuire a particolari condizioni di microscala determinate da specifici processi di produzione locale.

Sommario

Introduzione	6
1- Postazione di misurazione	6
2. Piano di utilizzo dell'autolaboratorio	9
3. Inquinanti monitorati	9
4. Riferimenti Normativi	10
5. Obiettivo di qualità dei dati	10
Raccolta minima dei dati	10
Periodo di copertura	11
6. Dati rilevati nella campagna di misurazione	11
6.1 Confronto con i valori limite definiti dalla normativa.....	12
6.2 Confronto con i valori degli indicatori relativi alle precedenti campagne di misurazione nel territorio comunale	13
6.3 Confronto con i valori degli indicatori relativi alla stazione fissa Grosseto URSS	15
7- Valutazione dei risultati	15
Raffronto con i livelli registrati dalla stazione di misurazione fissa di Grosseto - URSS	16
Andamenti temporali.....	16
Giorno tipo.....	17
Distribuzione dei livelli di concentrazione grafici box - plot	18
Distribuzione in classi di concentrazione.....	18
Contributi di PM10	18
8 - Considerazioni riassuntive e finali	18
Allegato 1. Elaborazioni integrative	20
1.1 Andamenti temporali – grafici box plot.....	20
1.2 Andamenti orari e giornalieri dei livelli di concentrazione.....	22
1.3 Giorni tipo	24
1.4 Andamenti stagionali 2013 – 2014	26
1.5 Distribuzione in classi.....	27
1.6 Confronto con gli andamenti di PM10 registrati dalla stazione fissa di Grosseto URSS	30
1.7 Grafici a dispersione Via Madre Teresa di Calcutta, Grosseto URSS	30
1.8 Contributi di materiale particolato PM10.....	31
Allegato 2. Caratteristiche tecniche analizzatori	34
Allegato 3. Meccanismi di formazione degli inquinanti	34
Allegato 4. Limiti normativi	36

Introduzione

La presente campagna di misurazione in Via Madre Teresa di Calcutta a Follonica, è stata realizzata in attuazione del Disciplinare sottoscritto da Provincia di Grosseto ed ARPAT; il relativo piano di utilizzo dell'autolaboratorio per il periodo 2013-2014 è stato programmato dall'Amministrazione Provinciale di Grosseto, Comune di Follonica e Dipartimento ARPAT di Grosseto

La zona del Comune di Follonica, è stata monitorata in precedenza, sia mediante campagne di misurazione indicative, sia mediante campagne spot, effettuate con il mezzo mobile nelle seguenti postazioni di misurazione:

- Via Del Buttero (periodo di osservazione maggio 2011 – maggio 2012), campagna indicativa;
- Via Madre Teresa di Calcutta (periodo di osservazione 7 settembre – 31 dicembre 2012), campagna spot.

Il processo di monitoraggio della qualità dell'aria è inserito nel sistema di gestione per la qualità di ARPAT mediante il documento di processo DP SGQ.099.016 "Monitoraggio della qualità dell'aria mediante reti di rilevamento".

Il sistema di gestione per la qualità di ARPAT è certificato dal CERMET (registrazione n° 3198-A) secondo le UNI EN ISO 9001:2008.

La valutazione dei dati raccolti nella presente campagna di misurazione è stata effettuata adottando una doppia chiave di lettura, ossia riferendosi:

- ai valori limite o soglia definiti dalla legislazione nazionale che disciplina la qualità dell'aria o da organismi sanitari internazionali (OMS);
- ai valori degli indicatori di qualità dell'aria elaborati per altre stazioni di misurazione. Relativamente al PM10 dalla stazione di misurazione fissa di Grosseto – URSS (stazione classificata urbana – fondo nello stesso periodo di osservazione), per idrogeno solforato dalle postazioni di Cerri e COOP della zona di Santa Croce sull'Arno – Provincia di Pisa (periodo di osservazione 24 luglio 2013 – 10 febbraio 2014).

Questa metodologia di confronto permette di fornire informazioni con buona approssimazione sullo stato della qualità dell'aria della zona oggetto del rilevamento, giacché il contesto definito dal quadro di dati raccolti, viene messo a confronto in un caso, con quello relativo alla stazione fissa di Grosseto – URSS, (riferita ad una serie di misure più solide perché continuative nel tempo) e nell'altro, con quello relativo ad una zona frequentemente monitorata per quanto attiene l'idrogeno solforato.

1- Postazione di misurazione

L'autolaboratorio è stato posizionato in Via Madre Teresa di Calcutta in località Cassarello - Follonica.

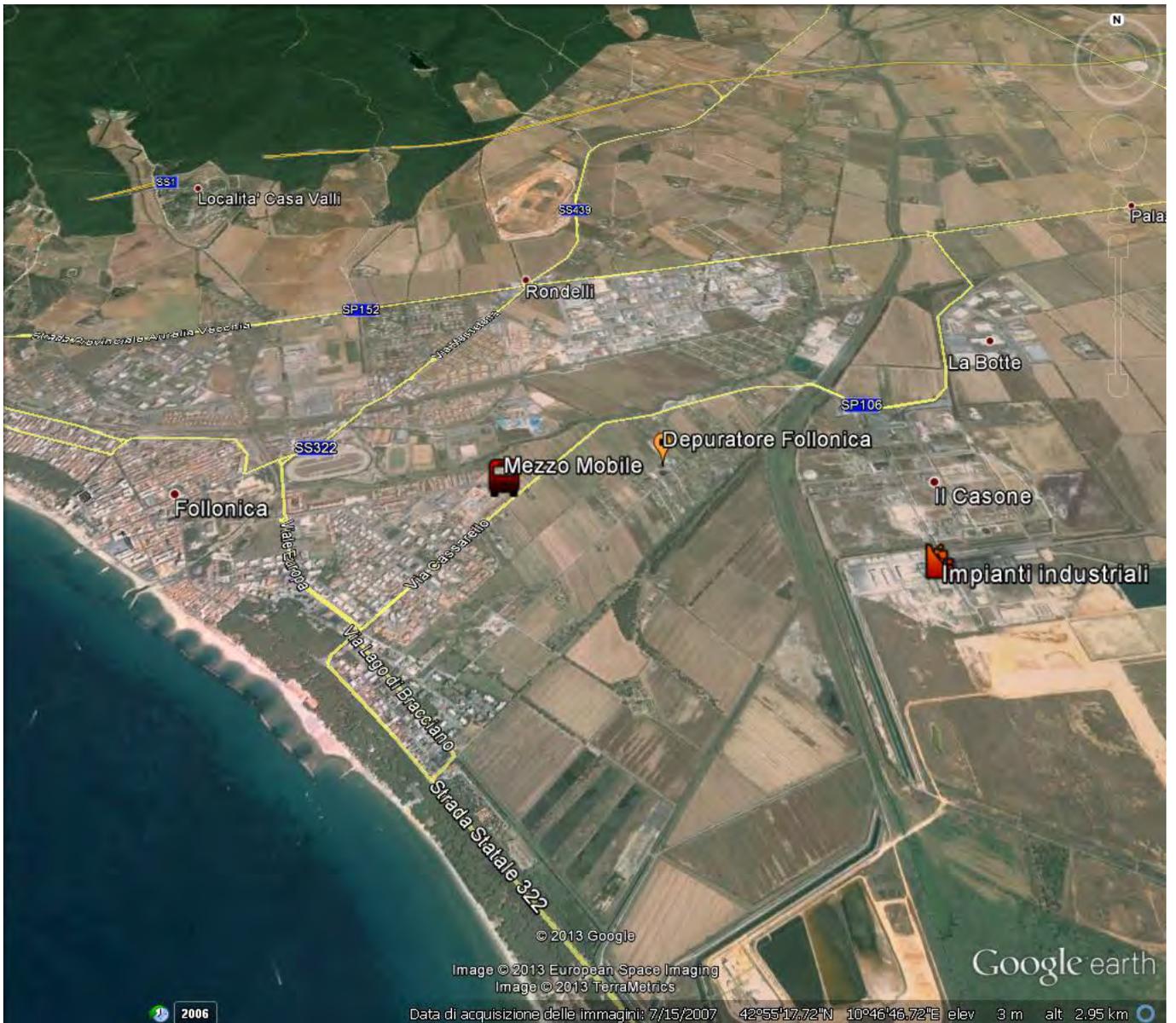
Tabella 1.1 informazioni generali postazione di misurazione

Nome Postazione	Follonica via Madre Teresa di Calcutta – Loc. Cassarello	
Coordinate Geografiche (gradi, minuti, secondi)	LONG E	10°46'32.19"
	LAT N	42°55'21.29"
Quota (metri s.l.m.)	5	
Altezza punto di campionamento (mt)	2,5	
Tipologia della postazione di misurazione		
Periodo Osservazione	08 FEBBRAIO 2013 – 19 GENNAIO 2014	

Immagine 1.1 - localizzazione autolaboratorio



Mappa 1.1 - caratterizzazione geografica della zona e localizzazione della postazione di misurazione



2. Piano di utilizzo dell'autolaboratorio

Il piano di utilizzo definito per la presente campagna di misurazione è stato caratterizzato, sostanzialmente da misurazioni continuative per quasi un anno. I relativi dati raccolti, sono pertanto rappresentativi delle variazioni temporali, legate alle condizioni meteorologiche, responsabili dei fenomeni di dispersione e di diluizione degli inquinanti.

La legislazione che definisce le linee di indirizzo riguardanti le campagne di monitoraggio mediante mezzi mobili è la seguente:

- allegato I paragrafo 1, tabella 1 D.Lgs. n. 155/2010 e smi;
- punto 4 Deliberazione Giunta Regione Toscana N° 450/2009
- allegato I della Direttiva 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.

Relativamente alla postazione di Follonica, Via Madre Teresa di Calcutta, sono stati effettuati complessivamente, 347 giorni di misurazione distribuiti nell'arco di un anno.

La tabella 2.1 mostra i periodi di osservazione della campagna di misurazione effettuata nella postazione di Via Madre Teresa di Calcutta nell'intervallo temporale 8 febbraio 2013 – 19 gennaio 2014:

tabella 2.1 - piano di utilizzo autolaboratorio postazione Follonica via Madre Teresa di Calcutta:

Stagione	Periodo	numero giorni
Inverno 2013 - 2014	08/02 – 28/02/2013 ■ 01/12/2013 – 19/1/2014	71
Primavera 2013	01/03 – 31/05/2013	92
Estate 2013	01/06 – 31/08/2013	92
Autunno 2013	01/09 – 30/11/2013	91
TOTALE		346

3. Inquinanti monitorati

In relazione alle disposizioni della normativa che disciplina la qualità dell'aria ambiente (D.Lgs. 155/2010 e smi), sono stati monitorati i seguenti inquinanti:

- materiale particolato con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (PM10);
- anidride solforosa (SO₂);
- idrogeno solforato (H₂S).

La scheda nell'allegato 3 alla presente relazione, riporta i meccanismi di formazione nonché il significato degli inquinanti misurati nella presente campagna di misurazione.

Per la misura del materiale particolato PM10 è stato utilizzato lo strumento automatico Environnement Mod. MP101 M, n. serie 1727 prodotto dalla ditta Environnement S.A., Francia, basato sul principio di misura dell'attenuazione di raggi β, mezzo di filtrazione rappresentato da nastro in fibra di vetro. Lo strumento non effettua il riscaldamento della linea di prelievo e del filtro di campionamento, i quali sono mantenuti alla temperatura ambiente. Sono stati impiegati i dispositivi di separazione granulometrica PM10 conformi alle specifiche previste della norma tecnica europea UNI EN 12341.

Le caratteristiche tecniche della strumentazione automatica di cui è dotato l'autolaboratorio sono indicate nell'allegato 2.

4. Riferimenti Normativi

La valutazione dei valori degli indicatori elaborati a partire dai dati raccolti dalla presente campagna di misurazione, è stata effettuata riferendosi ai valori limite fissati dal D.Lgs. n° 155/2010 e smi. Tale norma recepisce la Direttiva della Comunità Europea 2008/50/CE del 21/05/2008.

Relativamente al PM10, come stabilito dall'allegato I paragrafo 1, tabella 1 D.Lgs. n. 155/2010, al fine di verificare la conformità dell'indicatore della media giornaliera, è stato valutato anche il 90,4° percentile.

Poiché la normativa vigente che disciplina la qualità dell'aria non prevede prescrizioni per il parametro idrogeno solforato, sono stati considerati i valori soglia indicati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) nelle linee guida pubblicate nell'anno 2000.

Lo schema dei limiti previsti dalla normativa per ciascun inquinante è riportata nell'allegato 4.

5. Obiettivo di qualità dei dati

Raccolta minima dei dati

La tabella 5.1 presenta la raccolta minima dei dati per singolo analizzatore relativa al periodo di osservazione dell'intera campagna di misurazione (346 giorni).

La normativa che disciplina la qualità dell'aria (allegato I del D.Lgs. 155/2010) ed il documento "criteri di validazione ed elaborazione degli indicatori relativi agli inquinanti in aria ambiente" previsto dal Documento di Processo di ARPAT riguardante il monitoraggio della qualità dell'aria, richiede, al fine della significatività del dato prodotto da reti di misurazione fisse, una raccolta minima dei dati (che rappresenta l'efficienza dell'analizzatore) su base annuale non inferiore al 90 %.

Questo indice è elaborato per singolo analizzatore al netto delle attività di manutenzione ordinaria e di taratura periodica.

La raccolta minima dei dati è calcolata come percentuale di dati generati e validati rispetto al totale teorico (per es. 24 dati orari per ogni giorno di monitoraggio che nella presente campagna comportano 8.304 dati orari teorici). Una parte dei dati è inevitabilmente perduta per le attività di controllo automatico giornaliero, per le tarature periodiche e per le operazioni di manutenzione ordinaria; la perdita dei dati dovuta alle sopracitate attività è stimabile in misura del 5 % sulla base dei dati validi raccolti.

tabella 5.1 raccolta minima dei dati % al netto delle attività di manutenzione e taratura

Postazione	PM10	SO ₂	H ₂ S
Follonica	95	95	93

PM10 = materiale particolato PM10

SO₂ = anidride solforosa

H₂S = idrogeno solforato

Dall'esame dei dati di raccolta minima dei dati mostrati nella tabella 5.1 traspare che i singoli rendimenti forniti dalla strumentazione automatica della presente campagna di monitoraggio sono complessivamente da ritenersi buoni (rendimento totale medio della campagna 95 %).

La raccolta minima dei dati elaborata per ogni analizzatore risulta conforme ai criteri stabiliti dal D.Lgs. 155/2010 e smi.

Periodo di copertura

Poiché la campagna di misurazione è stata caratterizzata da un periodo di osservazione poco inferiore ad un anno, il periodo di copertura (su base annuale) raggiunto è particolarmente elevato (346 giorni distribuiti nell'anno) pari al 95 %, e pertanto largamente conforme ai criteri degli obiettivi di qualità dei dati definiti per le misure indicative dall'allegato 1 del D.Lgs. 155/2010 e dall'allegato I della Direttiva 2008/50/CE del Parlamento e del Consiglio Europeo.

6. Dati rilevati nella campagna di misurazione

Nella presente relazione sono riportati gli elaborati grafici relativi a:

- confronto dei risultati con i relativi limiti di legge e valori soglia OMS;
- confronto con i valori rilevati nelle precedenti campagne di misurazione effettuate nel territorio comunale postazioni di Via del Buttero (2011-2012) e Via Madre Teresa di Calcutta (settembre-dicembre 2012);
- confronto con i valori degli indicatori di PM10 registrati dalla stazione fissa di Grosseto – URSS;
- andamenti temporali degli inquinanti monitorati e grafici box-plot;
- giorni tipo biossido di zolfo ed idrogeno solforato;
- andamenti stagionali degli indicatori;
- distribuzione in classi di concentrazione.

Standardizzazione

Tutti i valori di concentrazione espressi in unità di massa (μg o mg) per metro cubo di aria (m^3) sono riferiti alla temperatura di 293°K e alla pressione atmosferica di 101.3 kPa ad esclusione del materiale particolato PM10 il cui volume di campionamento si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e di pressione atmosferica alla data delle misurazioni.

La tabella sottostante, fornisce, quale premessa alla valutazione della qualità dell'aria, un'indicazione del livello medio registrato per ciascun inquinante nella postazione di misurazione.

Tabella 6.1 valori medi annuali postazione Via Madre Teresa di Calcutta 2013- 2014

H₂S	PM10	SO₂
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
3	15	3

H₂S= idrogeno solforato

PM10 = materiale particolato PM10

SO₂ = anidride solforosa

6.1 Confronto con i valori limite/soglia definiti dalla normativa e dall'OMS

Periodo di osservazione: dal 08 febbraio 2013 al 19 gennaio 2014.

Indicatori significativi per la salute umana

Tabella 6.1.1 indicatori di protezione della salute umana

INDICATORE	Follonica – Via MT Calcutta 08/02/2013 - 19/01/2014	LIMITE
PM10 Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15	40
PM10 90,4° percentile delle medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	22	50
SO ₂ Max Media giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	13	125
SO ₂ Max Orario ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	116	350
H ₂ S Max Media giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	11	150*

PM10= materiale particolato PM10

SO₂ = anidride solforosa

H₂S = idrogeno solforato

* Valore guida fissato dalle linee guida 2000 - OMS

La tabella 6.1.1 riassume gli indicatori significativi per la salute umana, le concentrazioni misurate ed i valori limite.

I valori limite si riferiscono al D.Lgs. 155/2010 ed alle linee guida 2000 dell'OMS (per il solo idrogeno solforato) e sono confrontati visivamente nel Grafico 6.1.1

SUPERAMENTI VALORE LIMITE MEDIA GIORNALIERA PM10

Tabella 6.1.2 – numero superamenti Valore Limite media giornaliera PM10

DATA	Valore ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero superamenti Valore limite periodo 8/2/13 -19/1/14	Numero superamenti ammessi
19 gennaio 2014	66	1	35

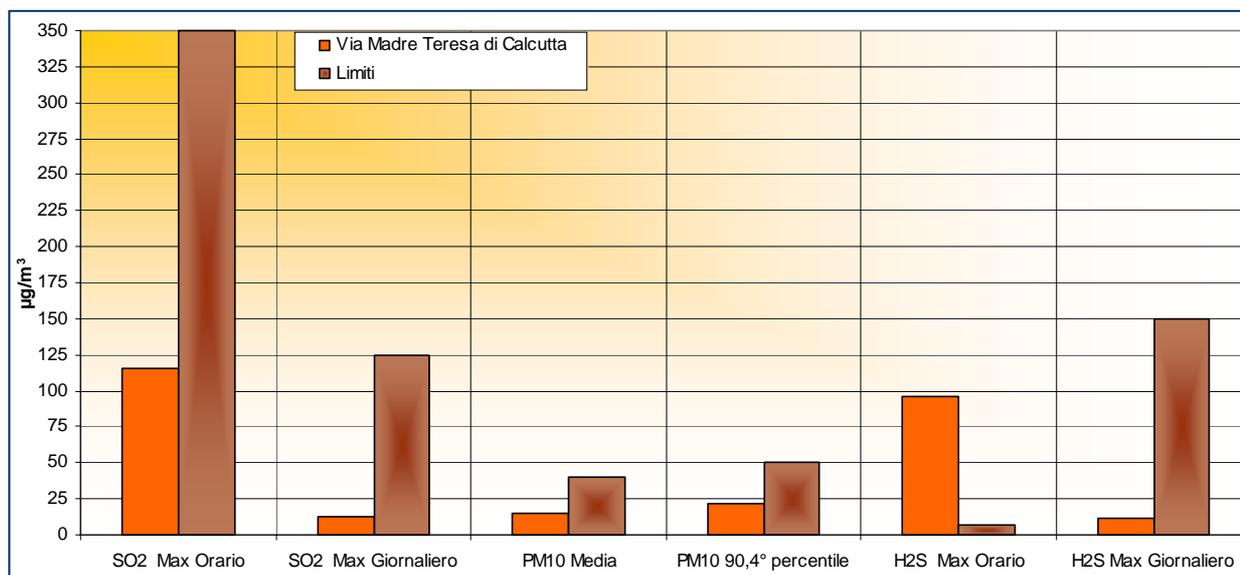
SOGLIA OLFATTIVA IDROGENO SOLFORATO - H₂S (LINEE GUIDA 2000 OMS)

Tabella 6.1.3 - indicatore soglia olfattiva OMS 2000

INDICATORE	Follonica – Via MT Calcutta 08/02/2013 - 19/01/2014	soglia olfattiva (media 30 minuti LG OMS – 2000)
H ₂ S Max Media oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	96	7

Valore massimo orario del periodo: 96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ registrato il giorno 23 agosto alle ore 1.

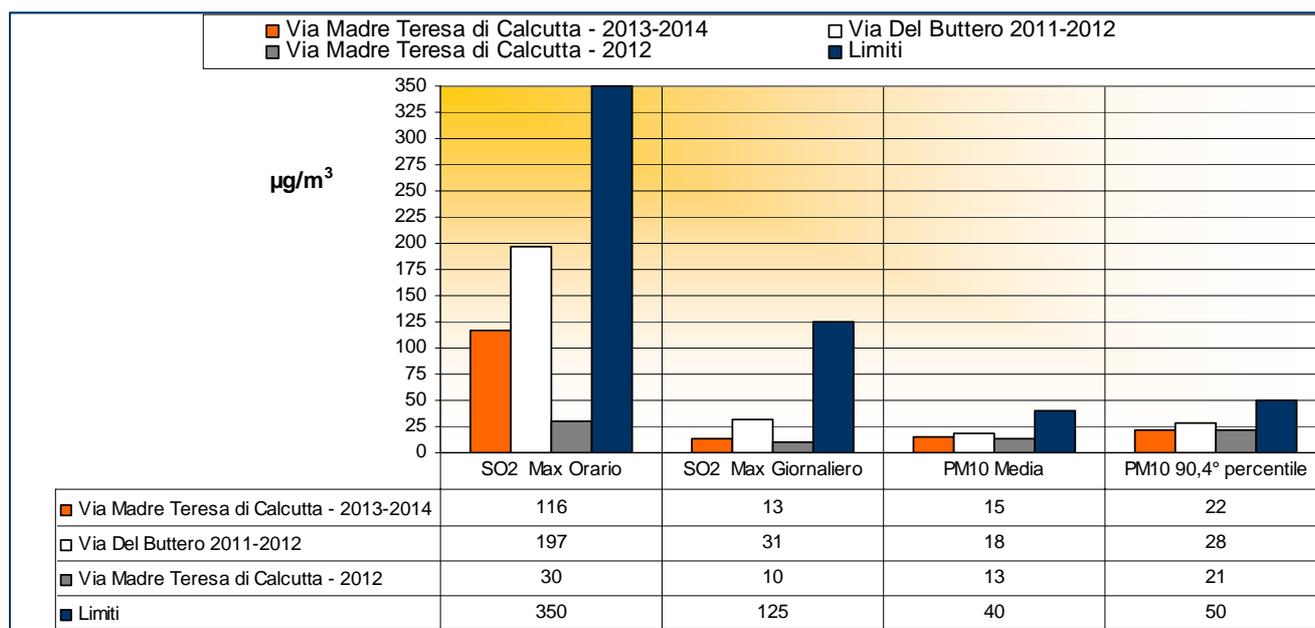
Grafico 6.1.1 istogramma valori degli indicatori di qualità dell'aria biossido di zolfo, materiale particolato PM10 ed idrogeno solforato



6.2 Confronto con i valori degli indicatori relativi alle precedenti campagne di misurazione nel territorio comunale

Nelle tabelle che seguono si riporta in dettaglio il confronto tra gli indicatori di qualità dell'aria relativi alle campagne di misurazione indicative di Via del Buttero (maggio 2011 – maggio 2012) e Via Madre Teresa di Calcutta (7 settembre – 31 dicembre 2012) effettuate con mezzo mobile.

Grafico 6.2.1 istogramma valori degli indicatori di qualità dell'aria Via Madre Teresa di Calcutta 2013-2014 e campagne Via Del Buttero (2011-2012), Via Madre Teresa di Calcutta (2012) – biossido di zolfo e materiale particolato PM10

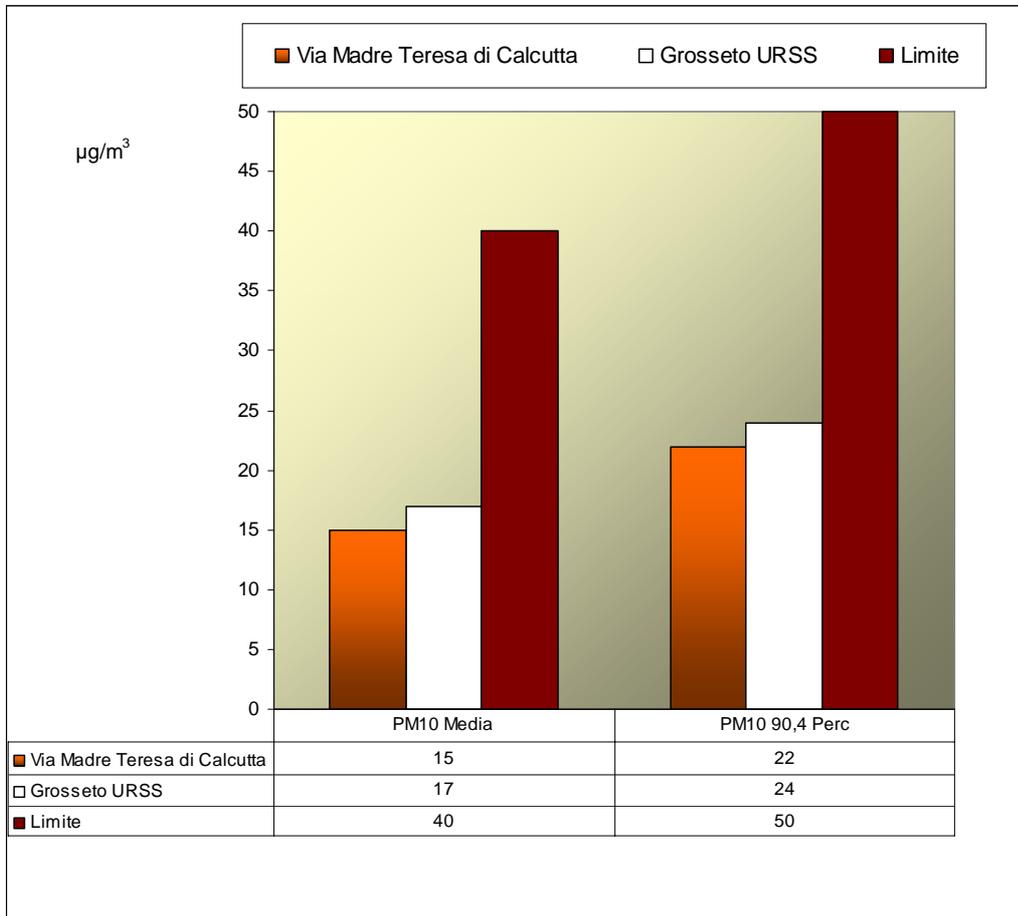


PM10 = materiale particolato PM10

SO₂ = anidride solforosa

6.3 Confronto con i livelli rilevati dalla stazione di misurazione di Grosseto URSS

grafico 6.3.1. istogramma valori degli indicatori di PM10 Via Madre Teresa di Calcutta e Grosseto URSS



7- Valutazione dei risultati

Gli indicatori di qualità dell'aria a tutela della salute umana elaborati nella campagna di misurazione della postazione di Via Madre Teresa di Calcutta sono conformi ai valori limite previsti dalla normativa vigente.

In questo contesto, tuttavia, è stato registrato 1 caso di superamento del valore limite riferito all'indicatore della media giornaliera ($66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il 19 gennaio 2014) di **materiale particolato PM10** (Tabella 6.1.2). La norma ammette il superamento di questo valore limite nella misura di 35 casi/anno. Poiché la presente campagna di misurazione è stata caratterizzata da una copertura temporale di quasi un anno (346 giorni su base annuale corrispondente ad un periodo di copertura del 95 %) la verifica di conformità della media giornaliera è stata valutata affiancando a quanto previsto dalla norma, l'elaborazione relativa al 90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere. Il valore di questo indicatore statistico, pari a $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è conforme al valore limite previsto di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (-56 %).

L'altro indicatore di materiale particolato PM10, relativo alla media annuale, (Tabella 6.1.1) presenta un valore inferiore del 62 % rispetto al valore limite di protezione della salute umana (media annuale pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Si riscontra inoltre, che per alcuni inquinanti, quali **biossido di zolfo - SO₂** ed **idrogeno solforato - H₂S**, l'ordine di grandezza dei livelli di concentrazione si attestano decisamente al di sotto del 50 % dei rispettivi valori limite (Tabella 6.1.1 indicatori di protezione della salute umana). In particolare, per quanto attiene il biossido di zolfo, sono stati registrati un valore massimo orario inferiore del 67 % al limite ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ed valore massimo giornaliero inferiore del 90 % al limite ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

In merito all'idrogeno solforato, si mette in evidenza che la normativa italiana ed europea che disciplina la qualità dell'aria non ha fissato valori limite a tutela della salute umana per questo agente inquinante, pertanto al fine della valutazione sanitaria, è stato preso a riferimento il Valore Guida stabilito dall'Organizzazione Mondiale della Sanità nelle linee guida pubblicate nell'anno 2000. In questo contesto, in relazione all'indicatore riguardante il valore massimo giornaliero, è stato registrato un valore massimo di $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inferiore del 93 % al relativo valore limite ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Per quanto attiene il disturbo olfattivo, le linee guida OMS – 2000 citate sopra, hanno fissato anche una soglia olfattiva riferita al tempo di mediazione di 30 minuti pari a $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Si evidenzia che il tempo di mediazione minimo in cui sono espressi i dati di qualità dell'aria dagli acquisitori locali di stazione (computer industriali che acquisiscono, memorizzazione ed archiviano su base locale i dati misurati dagli analizzatori) appartenenti al sistema di misura della qualità dell'aria della toscana ed anche del mezzo mobile dell'Amministrazione provinciale di Grosseto, è di 60 minuti, e pertanto, le valutazioni in merito al rispetto della soglia olfattiva sono da ritenersi indicative (il tempo di mediazione orario, rispetto a quello previsto per la soglia olfattiva da OMS potrebbe fornire informazioni in difetto). Tuttavia, il raffronto con dati registrati in altre zone (postazioni di misurazione di COOP e Cerri della zona di Santa Croce sull'Arno in Provincia di Pisa), caratterizzati dallo stesso tempo di mediazione orario, potrà consolidare maggiormente la valutazione del contesto olfattivo della zona in oggetto. Nella presente campagna di misurazione, è stato registrato un valore massimo orario di $96 \mu\text{g}/\text{m}^3$, circa 14 volte più elevato della rispettiva soglia olfattiva. Complessivamente, sono stati registrati 323 valori orari superiori alla soglia olfattiva, che, riferiti all'intera campagna di misurazione, rappresentano il 4 % dei casi; questi eventi sono stati registrati sostanzialmente nel periodo estivo ed autunnale (i casi più frequenti vanno da inizio giugno a fine settembre 2013).

Nella postazione di Cerri, è stato raggiunto nel periodo di osservazione 2013-2014 (24 luglio 2103 – 10 febbraio 2014), il valore massimo orario di 468 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ed un numero di superamenti della soglia olfattiva pari al 6,4 %; la stazione periferica di fondo COOP presa a riferimento per la zona, ha registrato un valore massimo orario di 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nonché 129 superamenti della soglia olfattiva OMS, pari al 2,7 % dei casi sul periodo.

In merito alle precedenti campagne di misurazione effettuate nel territorio comunale (Via del Buttero periodo di osservazione 2011-2012 e Via Madre Teresa di Calcutta periodo di osservazione settembre-dicembre 2012 - spot, Tabella 6.2.1), si rilevano livelli di concentrazione più elevati nella postazione di misurazione di Via del Buttero, sia per il biossido di zolfo (mediamente +50 %; gli scarti più significativi sono riferiti al valore massimo giornaliero caratterizzato da un +58 %), sia per il materiale particolato PM10 (mediamente +19 %). Per quanto attiene la precedente campagna di misurazione spot effettuata in Via Madre Teresa di Calcutta nel periodo di osservazione settembre-dicembre 2012, gli indicatori statistici relativi al PM10 indicano una sostanziale stazionarietà dei livelli di concentrazione nel periodo 2012-2014. Sempre in merito a questa campagna, in considerazione della limitata copertura temporale dell'attività di monitoraggio (riferita sostanzialmente al periodo autunnale e all'inizio di quello invernale), si ritiene poco significativa la valutazione comparativa degli indicatori di biossido di zolfo riferiti a tempi di mediazione brevi (orari e giornalieri), i quali sono finalizzati ad evidenziare situazioni episodiche di inquinamento dell'aria ambiente.

Raffronto con i livelli registrati dalla stazione di misurazione fissa di Grosseto - URSS

Per quanto attiene i valori degli indicatori di qualità dell'aria (grafico 6.3.1.), la postazione di Via Madre Teresa di Calcutta presenta valori di PM10 poco inferiori alla stazione di fondo urbana di Grosseto URSS, sia per quanto attiene l'indicatore della media annuale (URSS +12 %), sia per quanto attiene l'indicatore del 90,4° percentile (URSS +8 %).

In relazione alle elaborazioni grafiche dei valori medi giornalieri di PM10 effettuate con la sopracitata stazione fissa, riguardanti il raffronto fra gli andamenti temporali (grafico 1.4.2.) e di correlazione (grafico 1.5.1.), si rileva che le variazioni temporali dei livelli di concentrazione sono caratterizzate dagli stessi andamenti e che le correlazioni sono definite da buoni coefficienti di correlazione ($R^2 = 0,72$).

Andamenti temporali

Gli andamenti dei valori orari e giornalieri (Allegato 1, grafici 1.1.1-7), mettono in rilievo, la presenza di livelli di concentrazioni più elevate in determinati periodi: si rileva ad esempio la tendenza all'incremento nella stagione dell'inverno per il materiale particolato PM10. In questa stagione è stato registrato un caso di superamento del valore limite fissato per l'indicatore della media giornaliera il giorno 19 gennaio 2014. Poiché casi di incremento dei livelli di PM10 e conseguente superamento del valore limite hanno riguardato anche numerose stazioni di misurazione della costa, della zona Collinare e Montana e della zona del Valdarno Aretino e Valdichiana, è da ritenere che l'evento registrato a Follonica non sia da attribuire a particolari situazioni di microscala. Maggiori approfondimenti saranno discussi nel capitolo specifico "contributi di PM10".

Peculiari i dati orari di biossido di zolfo registrati nelle stagioni della primavera e dell'estate caratterizzati dalla presenza di livelli di picco tipicamente tra 30 e 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, che arrivano a raggiungere il valore massimo di 116 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (giorno 15 aprile 2013 alle ore 11), corrispondente al 33 % del relativo limite.

Sotto il profilo temporale, i livelli orari più elevati di idrogeno solforato si riferiscono sostanzialmente al periodo giugno-settembre 2013; il livello di picco più elevato è stato registrato il giorno 23 agosto alle ore 1 (96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), maggiore di circa 14 volte la soglia olfattiva fissata dall'OMS.

Sostanzialmente speculari a quanto rilevato sopra le variazioni stagionali degli indicatori di qualità dell'aria, giacché registrano valori più elevati nelle stagioni dell'inverno in un caso (PM10) e nella primavera e nell'estate nell'altro caso (biossido di zolfo – idrogeno solforato).

Distribuzione dei livelli di concentrazione – grafici box-plot

Gli indicatori di sintesi (Allegato 1, tabella 1.1.1) mensili mettono in evidenza una distribuzione dei dati più simmetrica per il materiale particolato (la distanza tra 1° quartile e 3° quartile rispetto alla mediana è essenzialmente equivalente, mentre la distanza tra 1° quartile ed il minimo, e tra il 3° quartile ed il massimo sono diverse). Si rileva invece, una distribuzione asimmetrica di grado crescente, per biossido di zolfo ed idrogeno solforato. In merito al biossido di zolfo, le distanze tra quartili (1° e 3°) e mediana sono simili tra loro solo per alcuni mesi dell'anno mentre le distanze tra quartili (1° e 3°) con valore minimo e massimo sono nella prevalenza dei casi essenzialmente diverse. Per l'idrogeno solforato il grado di diversità tra le distanze degli indicatori di sintesi visti sopra diventa ancora più rilevante. Relativamente a biossido di zolfo ed idrogeno solforato, nella prevalenza dei casi, la distanza più significativa riguarda le differenze 3° quartile/mediana e massimo/3° quartile ad indicare, sotto il profilo statistico, che molto probabilmente per questi inquinanti i valori estremi (o dati fuori linea) superiori alla mediana, hanno un peso significativo sull'andamento normale dei valori medi orari. Questa considerazione, è confermata anche dall'osservazione che su base annuale, il valore medio è più elevato della mediana. Inoltre, la condizione che la deviazione standard è maggiore della media annuale, denota che per questi due agenti inquinanti vi è una rilevante variabilità dei livelli di concentrazione.

I grafici box-plot (Allegato 1, grafici 1.1.1-3) mettono in rilievo la presenza di livelli massimi di materiale particolato nel mese di gennaio 2014, di biossido di zolfo nei mesi di aprile ed agosto 2013, di idrogeno solforato nei mesi di giugno, luglio, agosto e settembre.

Distribuzione in classi di concentrazione

La prevalenza degli inquinanti presenta la massima distribuzione dei livelli di concentrazione nelle categorie caratterizzate dai valori più bassi, significativamente distanti dai relativi valore limite o soglia a tutela della salute umana (Allegato 1, grafici 1.5.1-3). Non segue questa distribuzione, il materiale particolato PM10, poiché è registrato un andamento più simmetrico attorno alla classe di concentrazione dalla frequenza più elevata.

Giorno tipo

Dalle elaborazioni inerenti il giorno tipo (Allegato 1, 1.2.1-2) si rileva:

- biossido di zolfo – andamenti caratteristici nel quale sono ben evidenti i livelli medi massimi stagionali della primavera e dell'estate; in particolare si registra la presenza di livelli di picco più elevati al mattino nella fascia oraria 10 – 11. Le stagioni dell'inverno e dell'autunno sono caratterizzate da livelli medi più bassi ed andamenti sostanzialmente sovrapponibili. Tutti gli andamenti stagionali sono definiti dalla presenza di un solo valore di picco, tipicamente registrato alla mattina;
- idrogeno solforato – le stagioni dell'estate e dell'autunno presentano andamenti medi orari peculiari contraddistinti dalla presenza di valori più elevati e livelli di picco nella fascia oraria notturna ed alla mattina (ore 21 – 9). Seguono questo andamento, anche se caratterizzati da livelli medi orari più modesti, le stagioni dell'inverno e della primavera con livelli di picco sempre registrati nella fascia notturna (ore 2 - 5).

Contributi di PM10

Nel giorno 19 gennaio 2014, nell'area vasta sud della Toscana (province di Arezzo, Siena e Grosseto) si sono registrati alcuni episodi anomali di superamento del valore limite per l'indicatore della media giornaliera di PM10 pari a 50 µg/m³.

Il grafico 1.1.8 dell'allegato 1 riporta gli andamenti temporali delle concentrazioni medie giornaliere di PM10 rilevate presso le stazioni di rilevamento nell'area vasta sud e della costa, e mostra chiaramente la presenza di almeno un episodio nel quale si osserva un incremento contemporaneo delle concentrazioni rilevate pressoché in tutte le stazioni, con conseguente superamento del limite in molte di queste.

Dall'esame dei dati mostrati in tabella 1.8.1 dell'allegato 1, si rilevano nel giorno 19 gennaio, variazioni spaziali delle concentrazioni medie giornaliere di materiale particolato, diverse in relazione alle varie zone; in particolare per quanto riguarda il PM10, l'incremento dei livelli di concentrazione ha riguardato, in maggior misura, le stazioni della costa sud (comprese Grosseto URSS e Follonica Via Madre Teresa di Calcutta) e quella di Siena Due Ponti.

Per quanto attiene le condizioni meteo, la stazione meteo ubicata in Loc. Casone di Scarlino, Comune di Follonica (dati forniti dalla Società Scarlino Energia) in quel giorno, ha registrato direzioni prevalenti di provenienza del vento meridionali (tra SUD-SUD-EST e SUD) tipiche della circolazione ciclonica indotta dal transito dei sistemi perturbati (Allegato 1, grafico 1.8.2). Mediante l'applicativo web Hysplit1 sono state ricostruite le traiettorie delle masse d'aria del giorno sopra individuato, relativamente alla zona di Follonica; si è così valutato che le masse d'aria hanno avuto origine, nella prevalenza dei casi, dal Nord Africa. L'elaborazione grafica mostrata nell'allegato 1 (mappa 1.8.1), ricostruisce le traiettorie delle masse d'aria su tre livelli di quota (500 metri, linea rossa – 1000 metri, linea blu e 1500 metri, linea verde).

È quindi presumibile che gli incrementi nelle concentrazioni di PM10 registrati in quel giorno anche a Follonica, siano dovuti ad un contributo di origine sahariana, cioè al trasporto di polveri sollevatisi dal deserto; ciò è in accordo con la presenza di una più elevata componente grossolana all'interno del PM10.

8 - Considerazioni riassuntive e finali

I valori degli indicatori di qualità dell'aria misurati nella postazione di Via Madre Teresa di Calcutta sono conformi ai relativi valori limite finalizzati alla tutela della salute umana.

Nel dettaglio, gli indicatori relativi al materiale particolato PM10 si assestano, mediamente, su livelli pari al 41 % dei relativi valori limite, quelli del biossido di zolfo mediamente, al 23 % dei relativi valori limite, ed infine l'idrogeno solforato al 7 % del relativo valore guida fissato dall'OMS.

E' registrato tuttavia, 1 caso di superamento del valore limite per l'indicatore della media giornaliera di PM10 (registrato il giorno 19 gennaio 2014), il quale non determina una situazione di difformità poiché la norma prevede che questo indicatore possa essere superato nella misura di 35 casi/anno. Inoltre, anche l'indicatore relativo al 90,4° percentile delle concentrazioni medie giornaliere (valutato in particolar modo per le campagne di misurazione indicative caratterizzate da periodi di copertura temporale più limitati rispetto alle misurazioni effettuate in siti di misurazione fissi) risulta pienamente conforme al relativo valore limite (-56 %). Per quanto riguarda questo giorno di superamento, il quadro delle informazioni raccolte mediante strumenti modellistici (applicativo web Hysplit) e l'esame dei dati meteorologici, fornisce sufficienti evidenze per ritenere che gli incrementi dei livelli di concentrazione di materiale particolato PM10 registrati anche a Follonica, siano da attribuire a contributi di sabbia proveniente dal Nord Africa.

¹ La NOAA (National Oceanics and Atmospheric Administration USA) attraverso l'Air Resources Laboratory ha predisposto e reso disponibili sul web una serie di strumenti modellistici (e dati meteorologici per il loro impiego) tra i quali la versione del modello Hysplit Trajectory Model (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) qui utilizzata; con questa è possibile ricostruire a ritroso (o in previsione) il presumibile percorso delle masse di aria a partire da una data posizione. http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT_traj.php

Per quanto attiene gli aspetti connessi al disturbo olfattivo, sono stati registrati 323 valori orari di idrogeno solforato superiori alla soglia olfattiva (pari al 4 % dei dati complessivi della campagna di misurazione) definita dall'OMS; il periodo compreso tra giugno e settembre 2013 è stato quello più significativo. Il valore orario più elevato ($96 \mu\text{g}/\text{m}^3$) superiore di circa 14 volte il limite OMS, è stato registrato il giorno 23 agosto alle ore 1. Il raffronto di questo contesto con quello riscontrato nella zona delle concerie di Santa Croce sull'Arno (Pisa) postazione Cerri, mette in rilievo la presenza di un numero di casi di superamento della soglia olfattiva più consistenti nella postazione di Cerri (6,4 % sul periodo), i quali hanno raggiunto il valore massimo orario di $468 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il confronto effettuato invece con la stazione di fondo della zona di Santa Croce (stazione Santa Croce – Coop) mette in evidenza, livelli di concentrazioni più alti a Follonica, sia del numero di superamenti della soglia olfattiva OMS (Santa Croce – Coop = 2,7 %; Follonica = 4 %), sia del valore massimo orario (Santa Croce – Coop = $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$; Follonica = $96 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

In considerazione dei valori degli indicatori elaborati nelle precedenti campagne di rilevamento effettuate nel territorio comunale mediante mezzo mobile (postazione di misurazione di Via del Buttero periodo di osservazione maggio 2011 – maggio 2012 e postazione Via Madre Teresa di Calcutta periodo di osservazione settembre – dicembre 2012), si rilevano livelli di concentrazione più elevati nella postazione di misurazione di Via del Buttero [sia per il biossido di zolfo (mediamente +50 %), sia per il materiale particolato PM10 (mediamente +19 %)] e, per quanto attiene il PM10, sostanzialmente equivalenti in relazione alla precedente campagna di misurazione in Via Madre Teresa di Calcutta.

Rispetto alla stazione di misurazione fissa di Grosseto URSS, la valutazione dei dati puntuali (giornalieri) e degli indicatori di qualità dell'aria (registrati nello stesso periodo di osservazione della presente campagna di misurazione) mette in rilievo la presenza di valori di PM10 poco più alti a Grosseto URSS e caratterizzati sostanzialmente dallo stesso andamento temporale. Si fa presente che i valori degli indicatori elaborati per l'intero anno 2013 dalla stazione fissa di Grosseto URSS hanno fornito una situazione conformità ai rispettivi valori limite.

Il contesto messo in evidenza dalle misurazioni esprime una situazione di conformità per gli indicatori a tutela della salute umana; si ravvisa invece una maggiore problematicità per gli aspetti connessi al disturbo olfattivo, caratterizzato dalla presenza di dati orari di idrogeno solforato superiori alla soglia definita dall'OMS (riferita ad un tempo di mediazione di 30 minuti), concentrati sostanzialmente nelle ore notturne del periodo estivo. Questa peculiarità, è molto probabilmente, da attribuire a particolari condizioni di microscala determinate da specifici processi di produzione locale.

Allegati

Allegato 1. Elaborazioni integrative

1.1 Andamenti temporali – grafici box plot

Il box plot o diagramma a scatola e baffi, è un grafico, relativo a caratteri quantitativi, ottenuto a partire dai 6 numeri di sintesi [minimo, 1° quartile (Q1), mediana, media, 3° quartile (Q3), massimo] – che descrive le caratteristiche salienti della distribuzione. Si ottiene riportando su un asse verticale i 6 numeri di sintesi. La scatola del box plot ha come estremi inferiore e superiore rispettivamente Q1 e Q3. La mediana divide la scatola in due parti.

Confrontando tra loro le lunghezze dei due baffi (che rappresentano le distanze tra Q1 e il minimo e tra Q3 e il massimo) e le altezze dei due rettangoli che costituiscono la scatola (che rappresentano le distanze tra Q1 e mediana e tra mediana e Q3) si ottengono informazioni sulla simmetria della distribuzione: questa è tanto più simmetrica quanto più le lunghezze dei baffi risultano simili tra loro e le altezze dei due rettangoli risultano simili tra loro.

I baffi mettono inoltre in evidenza la presenza di eventuali outliers (osservazioni eccezionali).

La tabella sottostante visualizza gli indicatori di sintesi elaborati su base annuale per materiale particolato PM10 (medie giornaliere), biossido di zolfo (medie orarie) e idrogeno solforato (medie orarie).

Tabella 1.1.1 indicatori di sintesi materiale particolato PM10, biossido di zolfo ed idrogeno solforato

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM10	SO ₂	H ₂ S
Minimo	3	0	0
Massimo	66	116	96
Media	15	2,8	2,5
Mediana	15	2,4	1,7
1° Quartile	11	1,3	0,8
3° Quartile	18	3,5	3,3
Deviazione standard	6	3,1	3,3

PM10= materiale particolato PM10

SO₂ = anidride solforosa

H₂S = idrogeno solforato

grafico 1.1.1 grafici box plot materiale particolato PM10

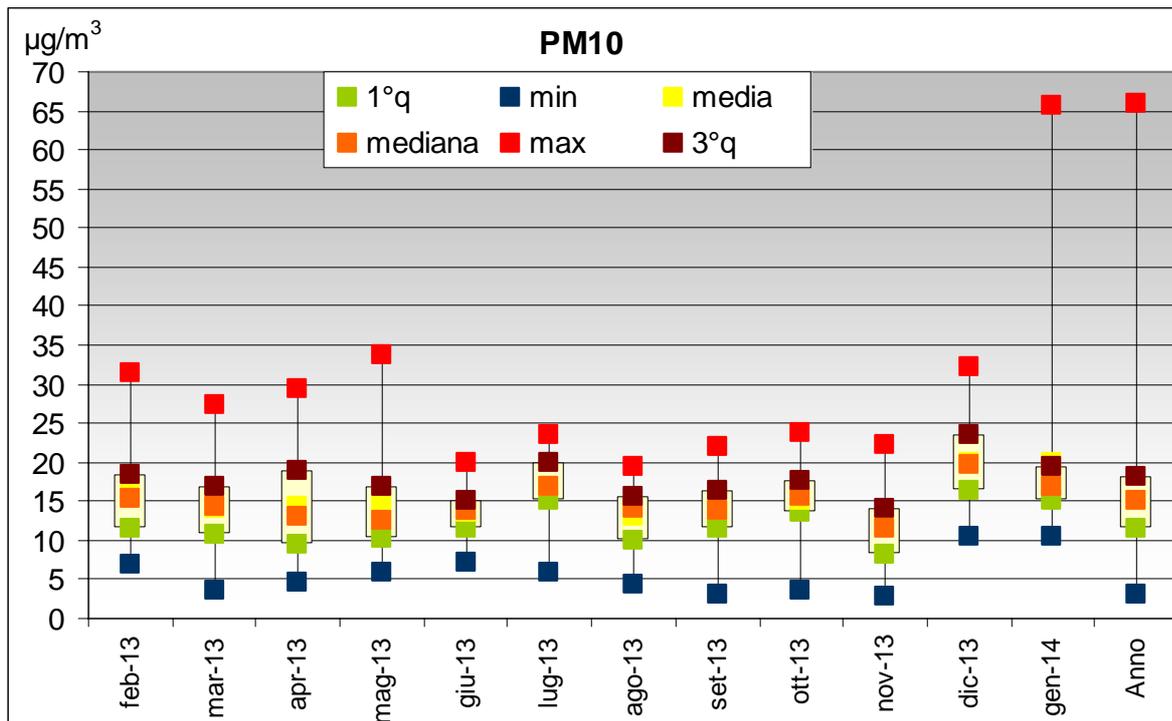


grafico 1.1.2 grafici box plot biossido di zolfo – SO₂

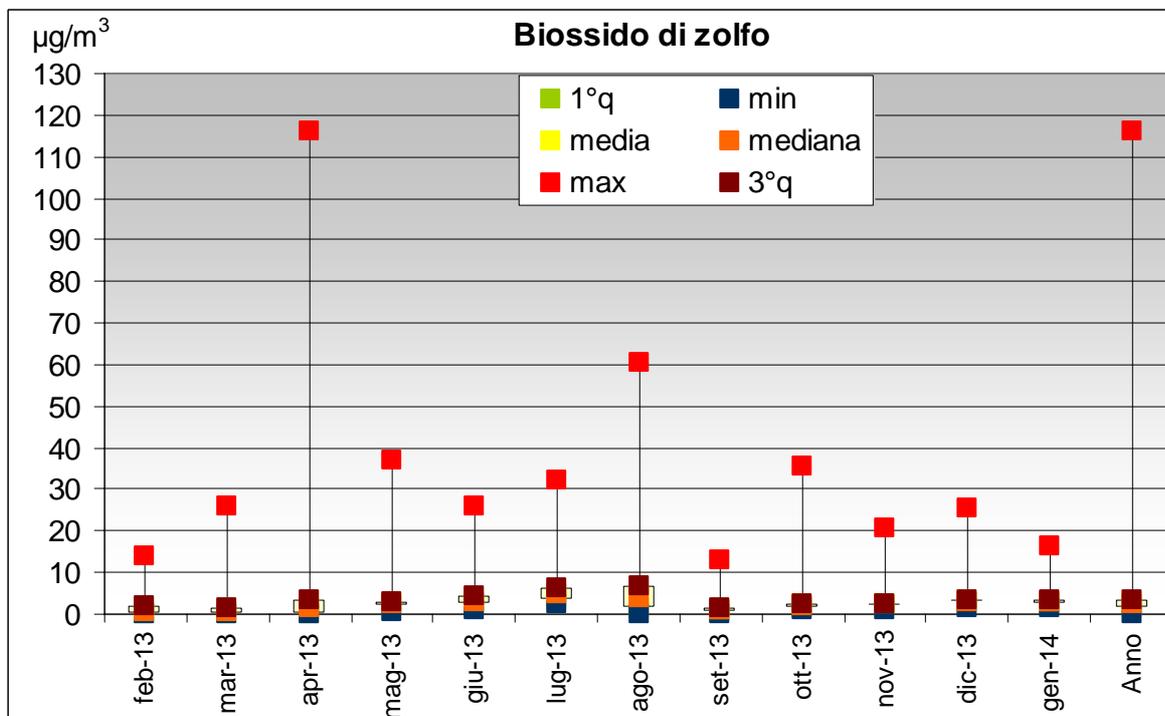
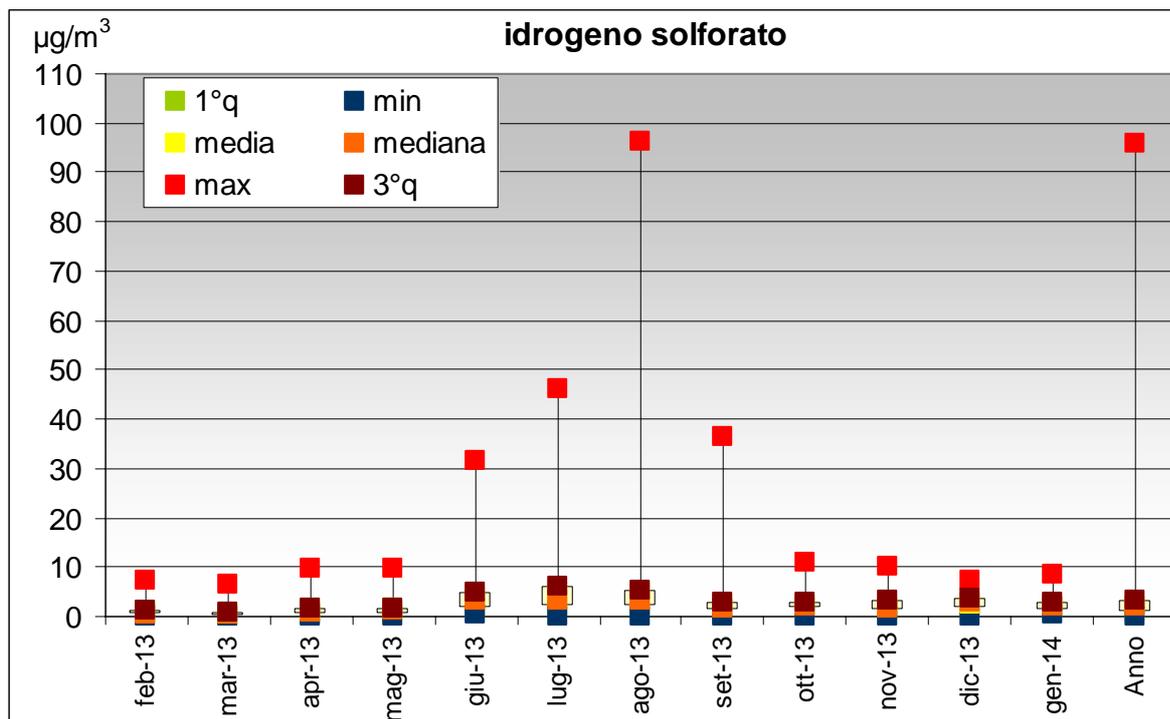


grafico 1.1.3 grafici box plot idrogeno solforato – H₂S



1.2 Andamenti orari e giornalieri dei livelli di concentrazione

Le presenti elaborazioni grafiche sono state predisposte impostando, per la prevalenza degli inquinanti, i valori di fondo scala dei livelli di concentrazione (asse delle ordinate) pari al valore limite a tutela della salute umana dell'indicatore dell'inquinante considerato ad esclusione dell'idrogeno solforato il cui tempo di mediazione dei valori elaborati, è differente dal tempo di mediazione che esprime il valore soglia.

grafico 1.2.1 andamenti orari biossido di zolfo

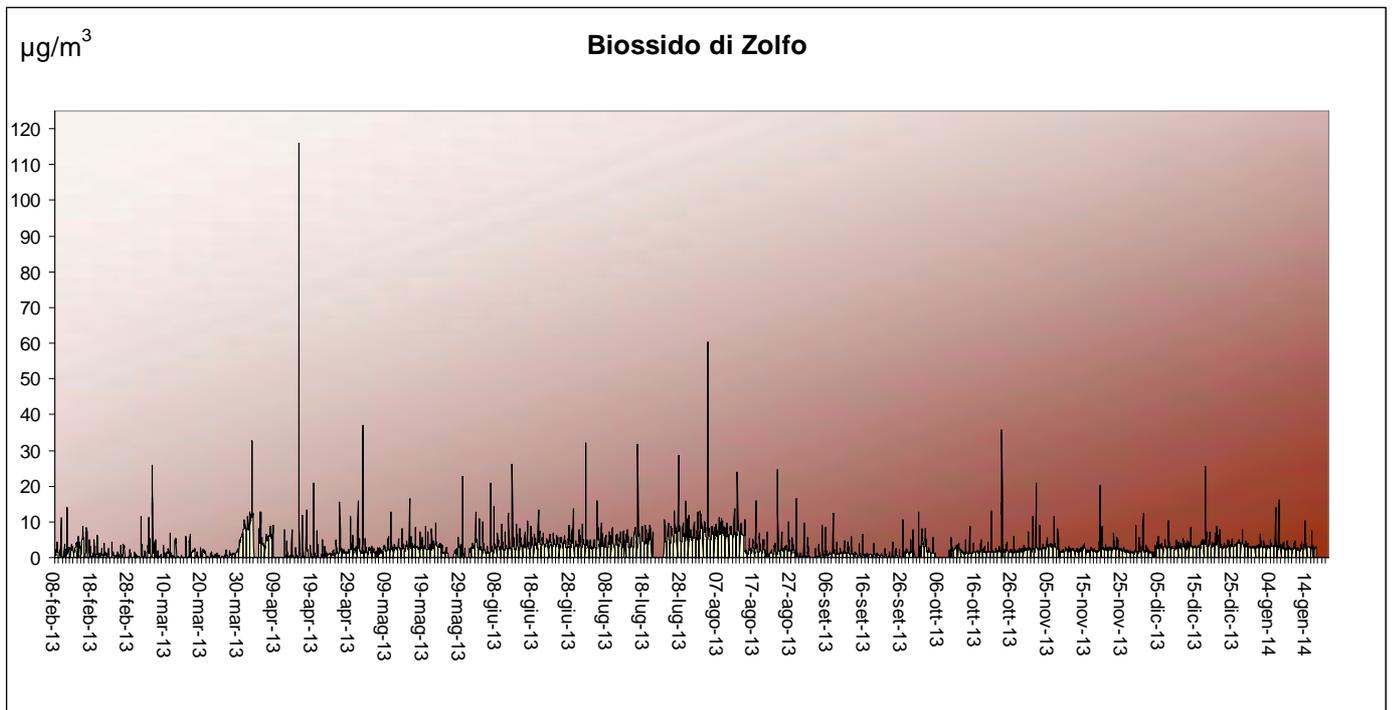


Grafico 1.2.2 andamenti orari idrogeno solforato – H₂S

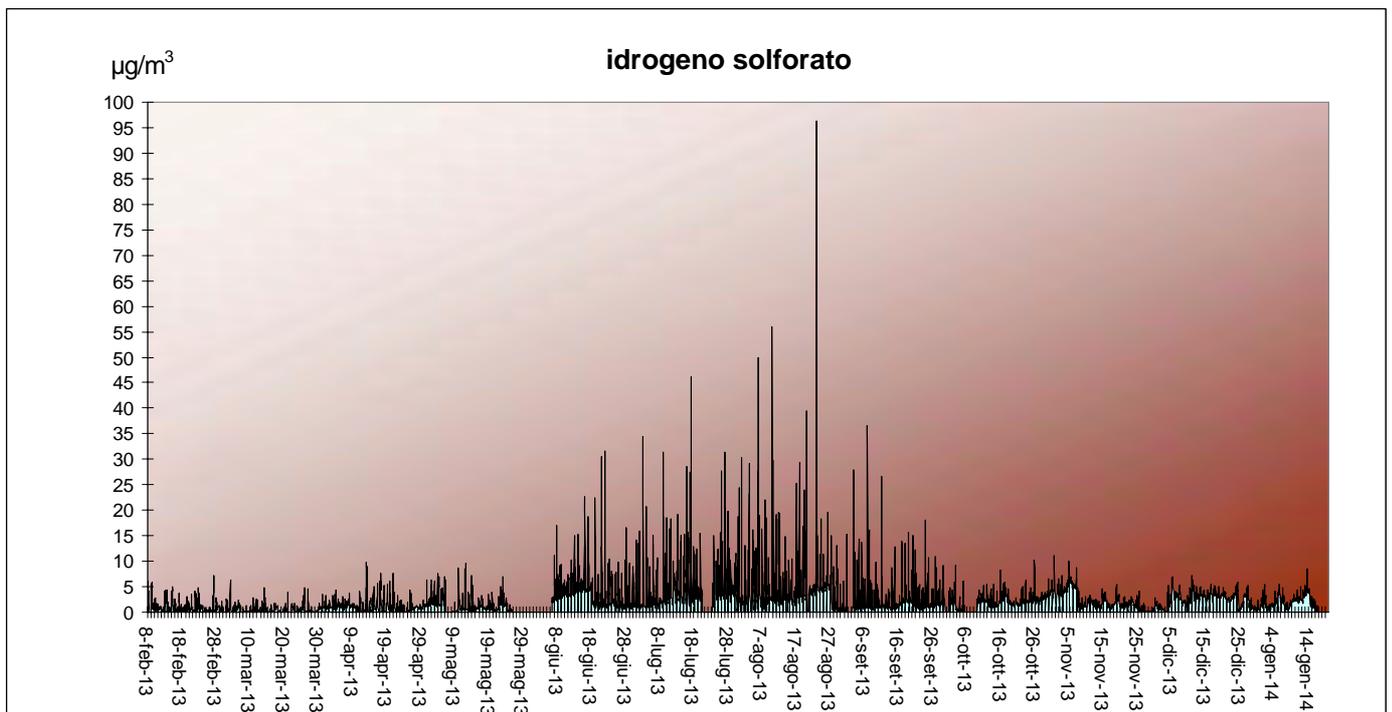
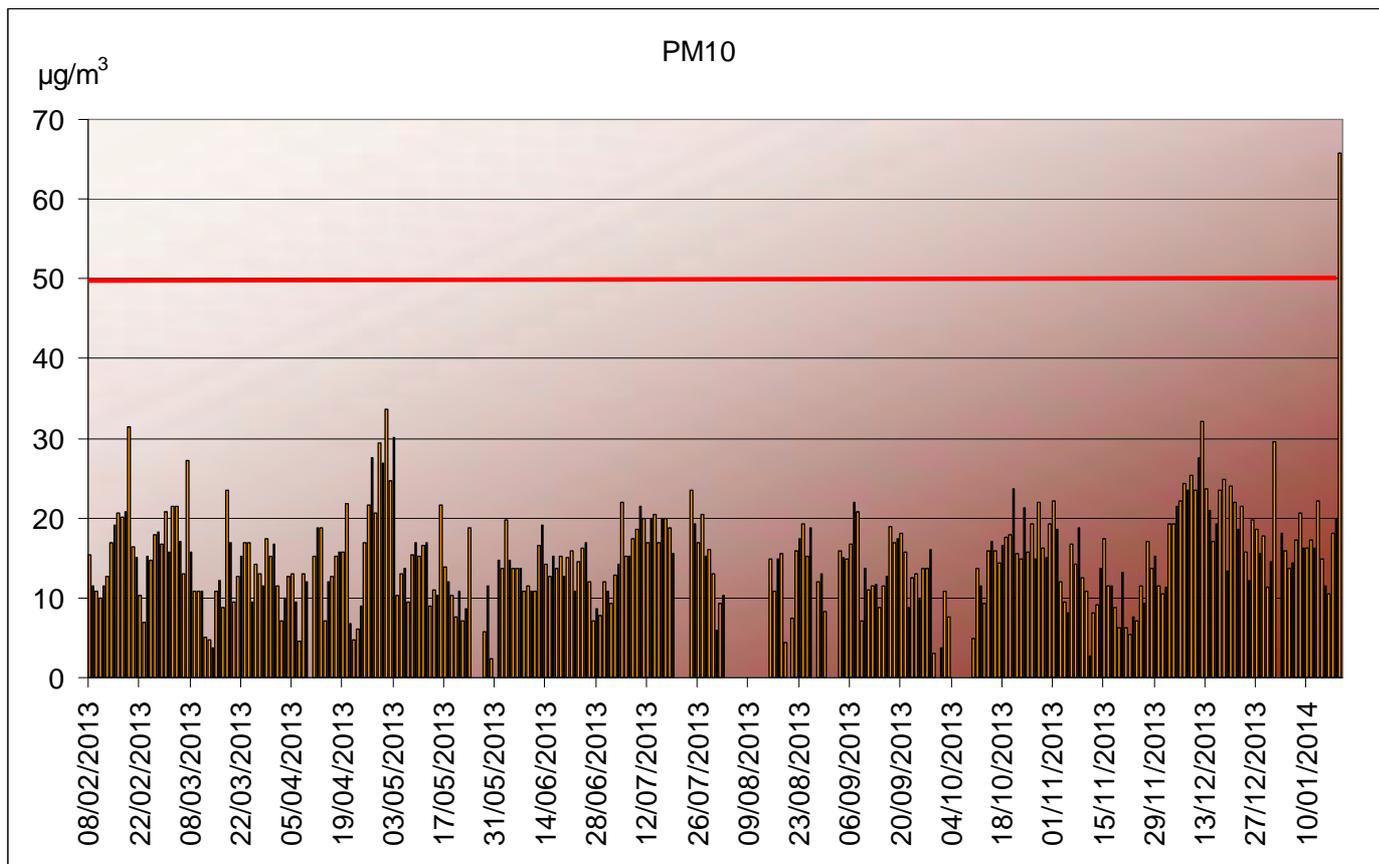


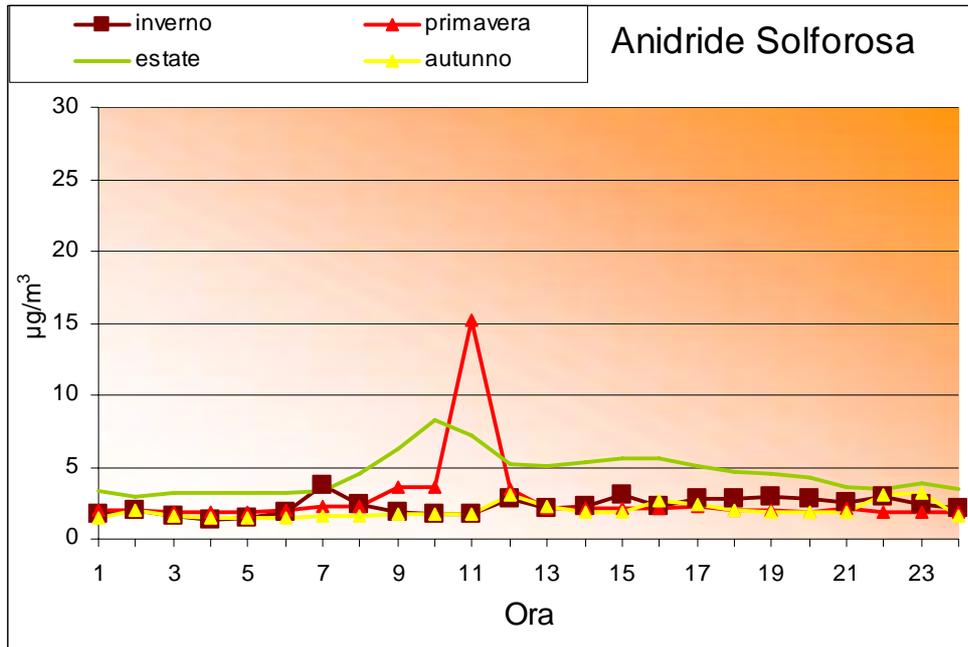
grafico 1.2.3 andamenti giornalieri materiale particolato PM10



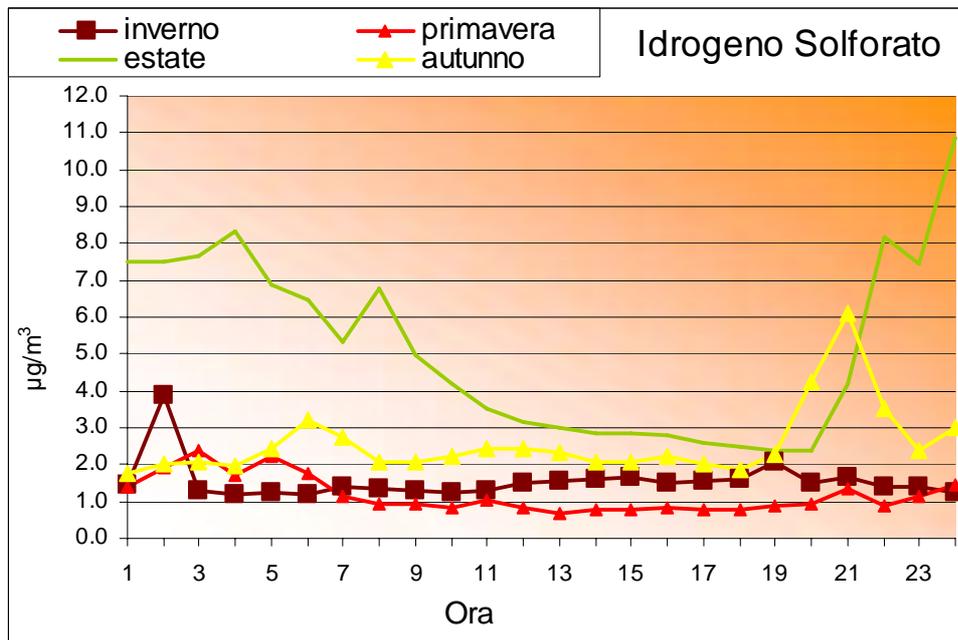
1.3 Giorni tipo

Le elaborazioni relative al giorno tipo, descrivono l'andamento temporale dell'inquinante in una giornata "media" che è l'espressione di tutto il periodo di osservazione esaminato, evidenziando la presenza di situazioni caratteristiche del contesto dell'aria ambiente della zona. In questa elaborazione, i valori relativi alle singole ore della giornata, rappresentano il valore medio del livello di concentrazione registrato alla stessa ora in tutta la campagna di misura (ad esempio il dato delle ore 1 è dato dalla media di tutti i valori rilevati all'ora 1 del periodo esaminato).

1.3.1 grafico giorno tipo biossido di zolfo

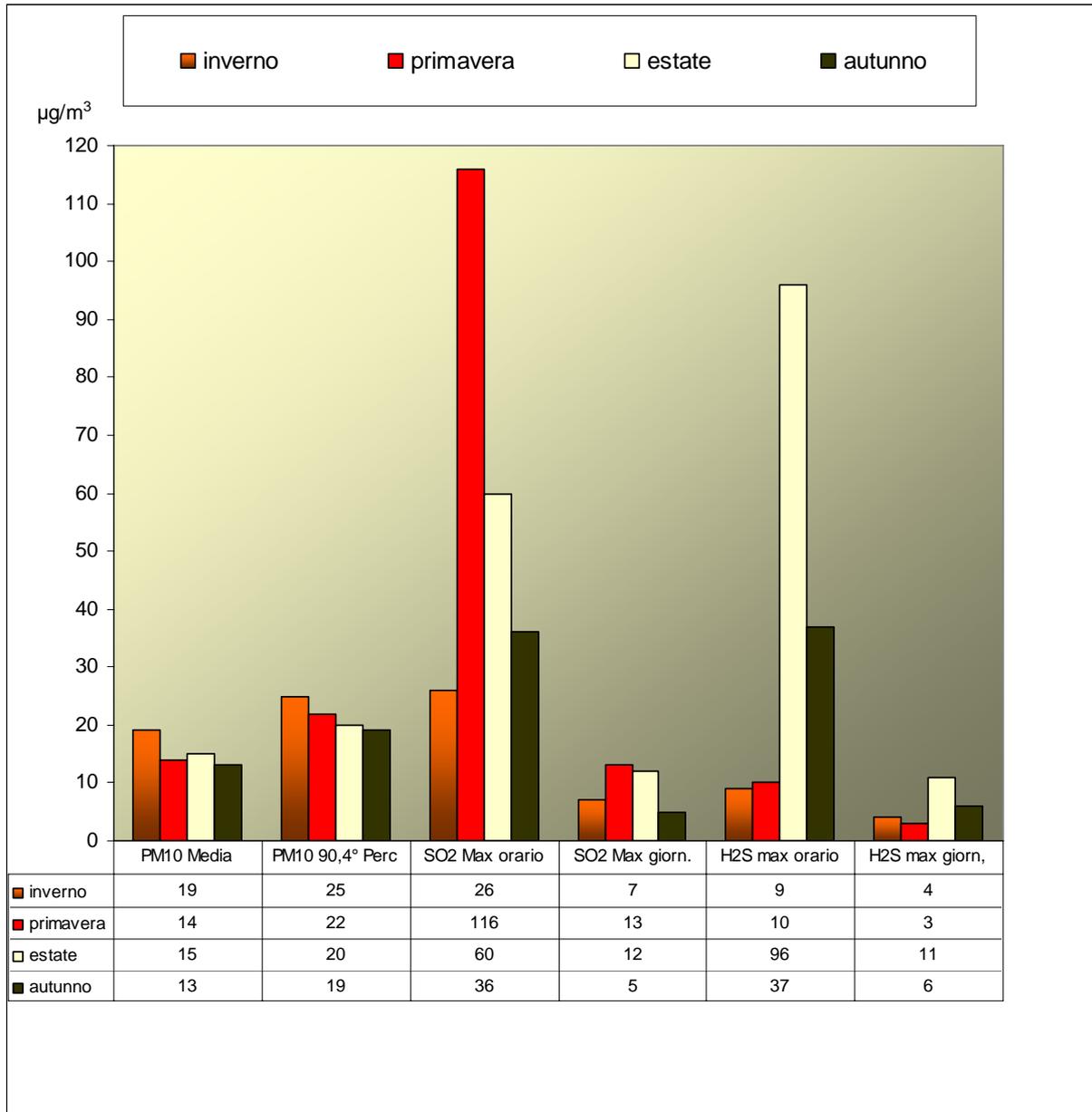


1.3.2 grafico giorno tipo idrogeno solforato



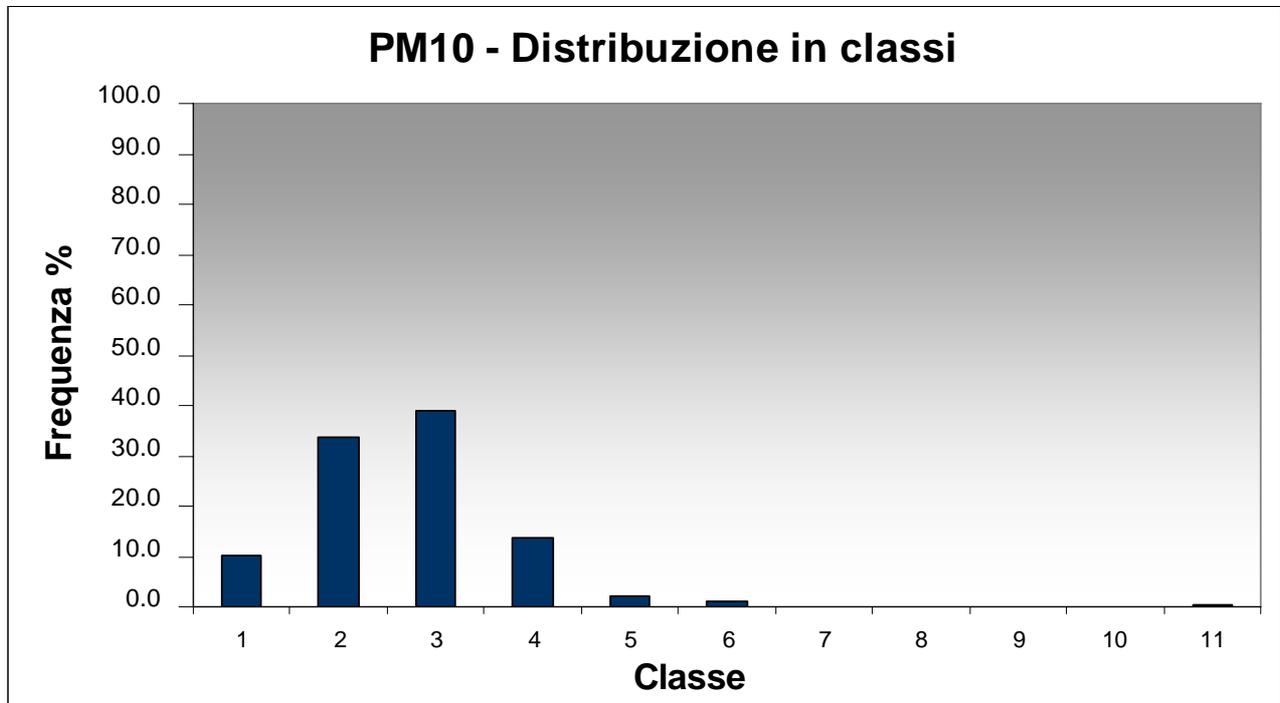
1.4 Andamenti stagionali 2013 – 2014

grafico 1.4.1. istogramma andamenti stagionali indicatori biossido di zolfo, PM10 ed idrogeno solforato



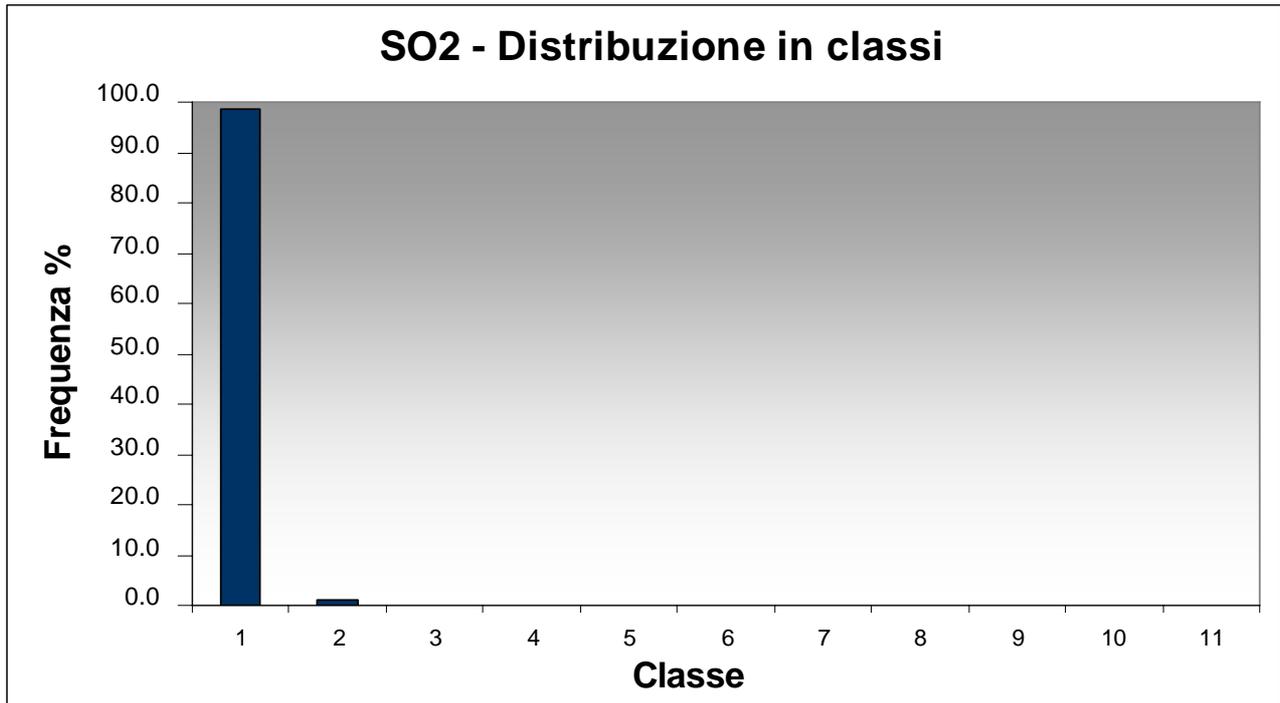
1.5 Distribuzione in classi

grafico 1.5.1. istogramma distribuzione in classi PM10



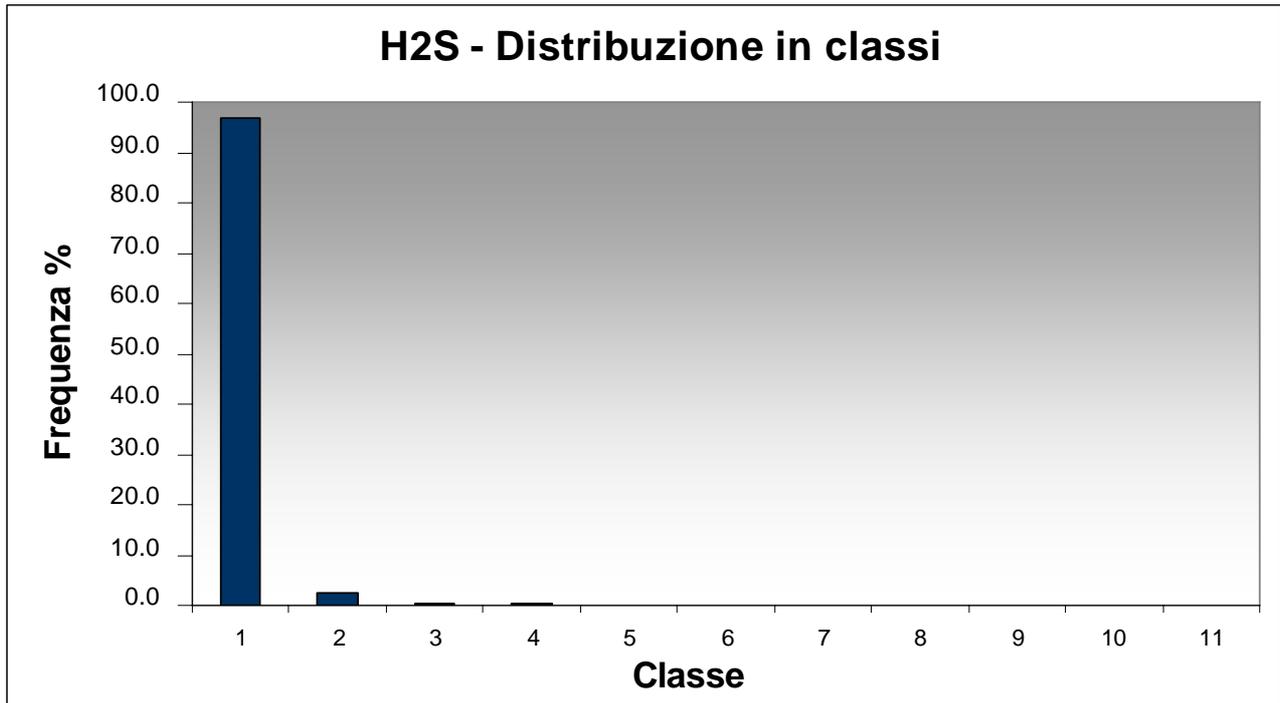
Estremi classe	Min ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	3	8
2	8	14
3	14	20
4	20	26
5	26	31
6	31	37
7	37	43
8	43	49
9	49	54
10	54	60
11	60	66

grafico 1.5.2. istogramma distribuzione in classi biossido di zolfo - SO₂



Estremi classe	Min (µg/m ³)	Max (µg/m ³)
1	0	11
2	11	21
3	21	32
4	32	42
5	42	53
6	53	63
7	63	74
8	74	84
9	84	95
10	95	105
11	105	116

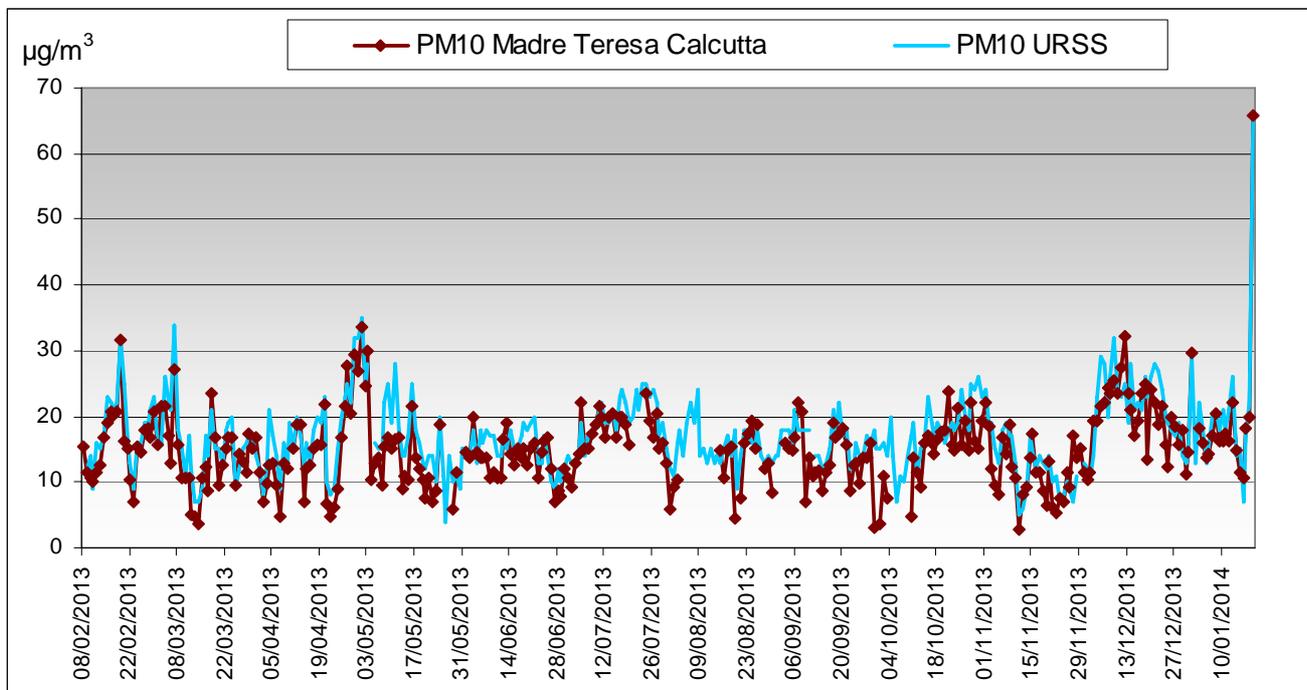
grafico 1.5.3. istogramma distribuzione in classi idrogeno solforato – H₂S



Estremi classe	Min ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	0	9
2	9	18
3	18	26
4	26	35
5	35	44
6	44	53
7	53	61
8	61	70
9	70	79
10	79	88
11	88	96

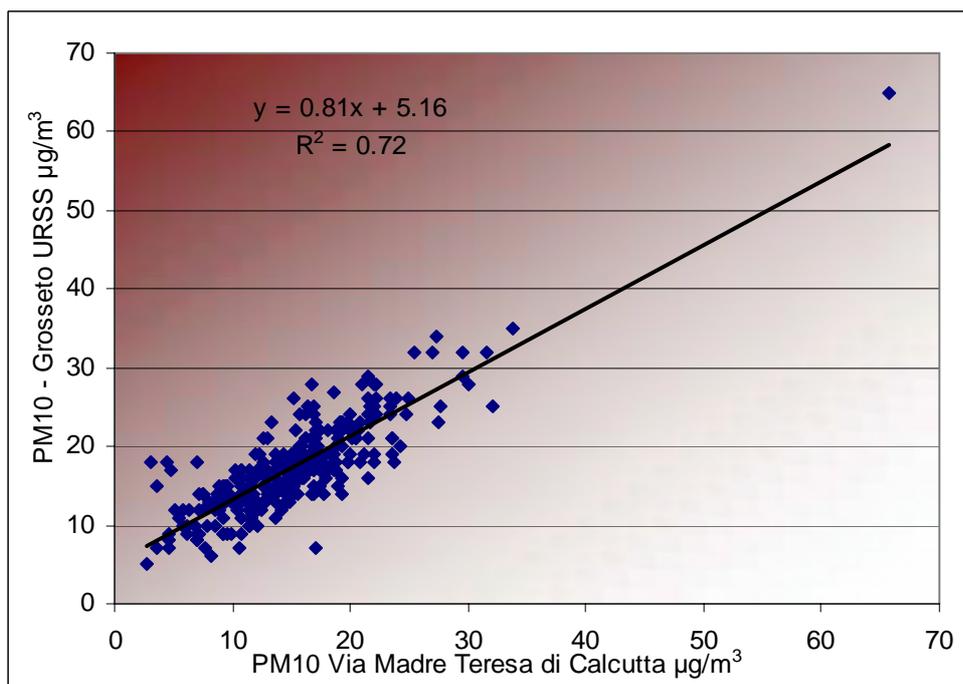
1.6 Confronto con gli andamenti di PM10 registrati dalla stazione fissa di Grosseto URSS

PM10 - grafico 1.6.1 andamenti giornalieri febbraio 2013 – gennaio 2014



1.7 Grafici a dispersione Via Madre Teresa di Calcutta, Grosseto URSS

Grafico 1.7.1 dispersione valori giornalieri PM10 Via Madre Teresa di Calcutta/Grosseto URSS



1.8 Contributi di materiale particolato PM10

Tabella 1.8.1 – Valori medi giornalieri di PM 10 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ giorno 19 gennaio 2014

Zona (DGRT 1025/2010)	Stazione	19 gennaio 2014		
		PM10	PM2,5	% PM2,5
Costiera	Gr-URSS	65	19	29
	Gr- mezzo mobile (Follonica)	66	--	--
	Li-Cotone (Piombino)	79	--	--
	Li-Giardini-Pubblici (Piombino)	68	--	--
	Lu-Viareggio	33	15	44
Valdarno aretino e Valdichiana	Ar-Acropoli	55	15	27
	Ar-Repubblica	64	--	--
Collinare Montana	Ar-Casa-Stabbi (Chitignano)	55	--	--
	Si-Due-Ponti	88	--	--
	Si-De Amicis (Poggibonsi)	43	15	35

Grafico 1.8.1 – Valori medi giornalieri di PM 10 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ stazioni di misurazione zone Costa, Valdarno Aretino e Valdichiana, Collinare Montana 1 – 19 gennaio 2014.

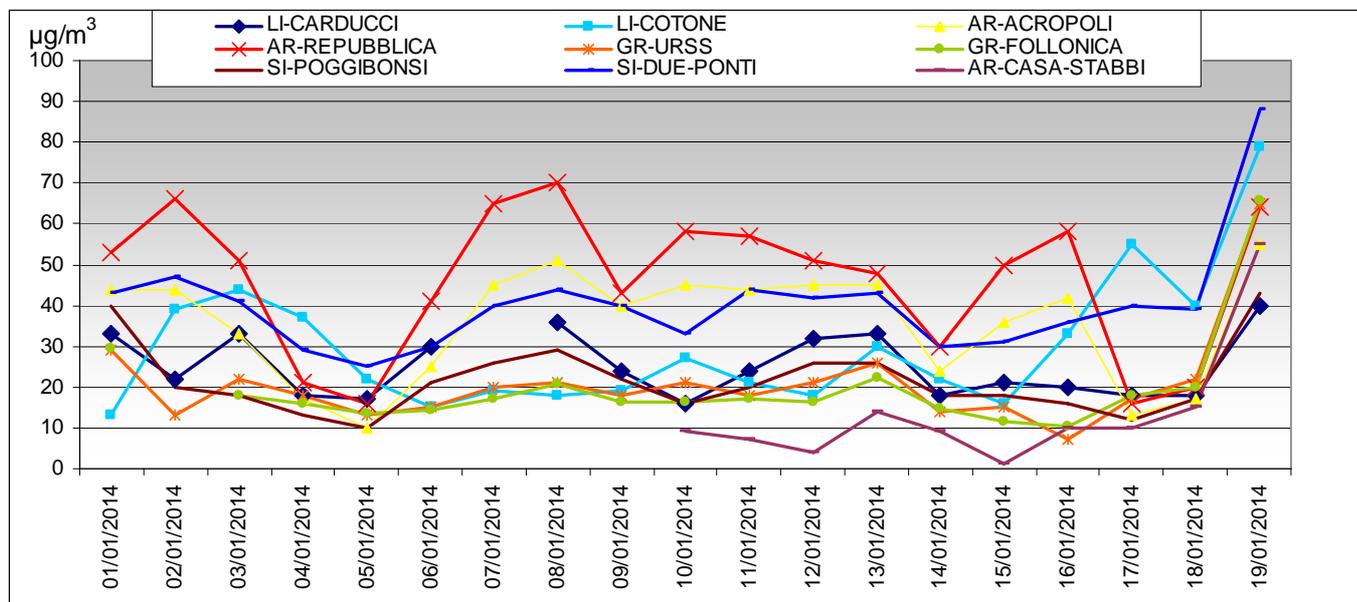
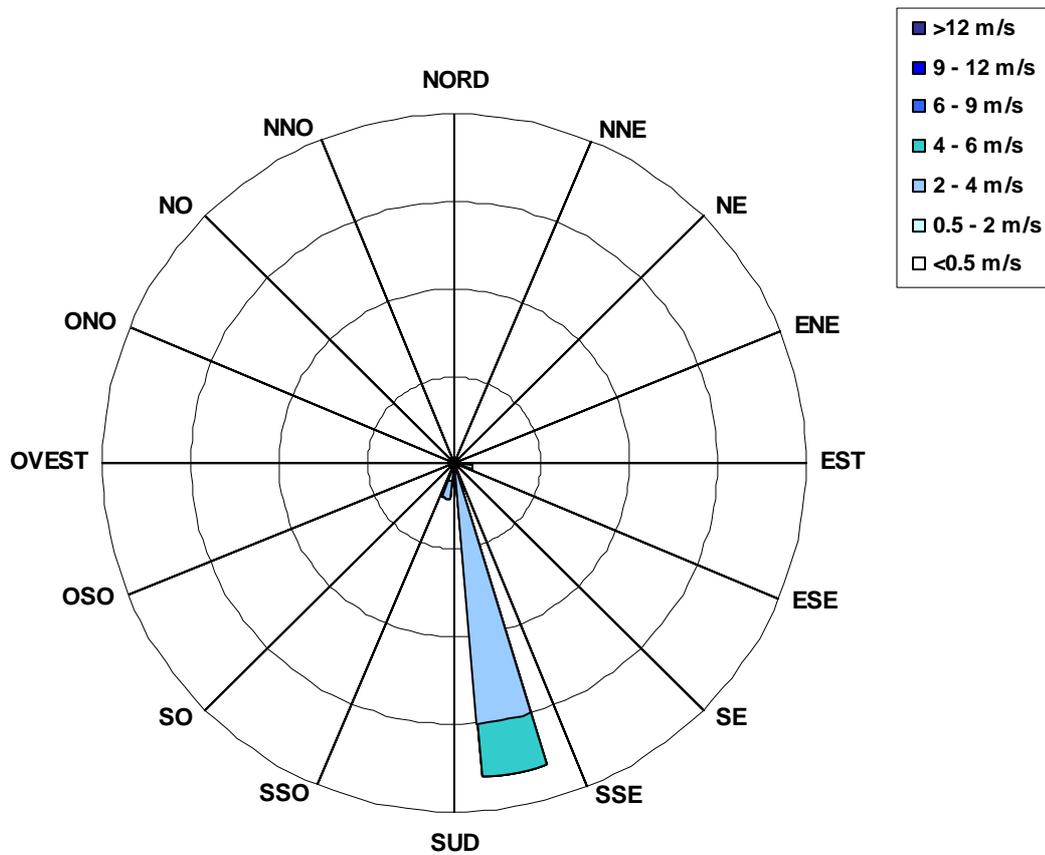


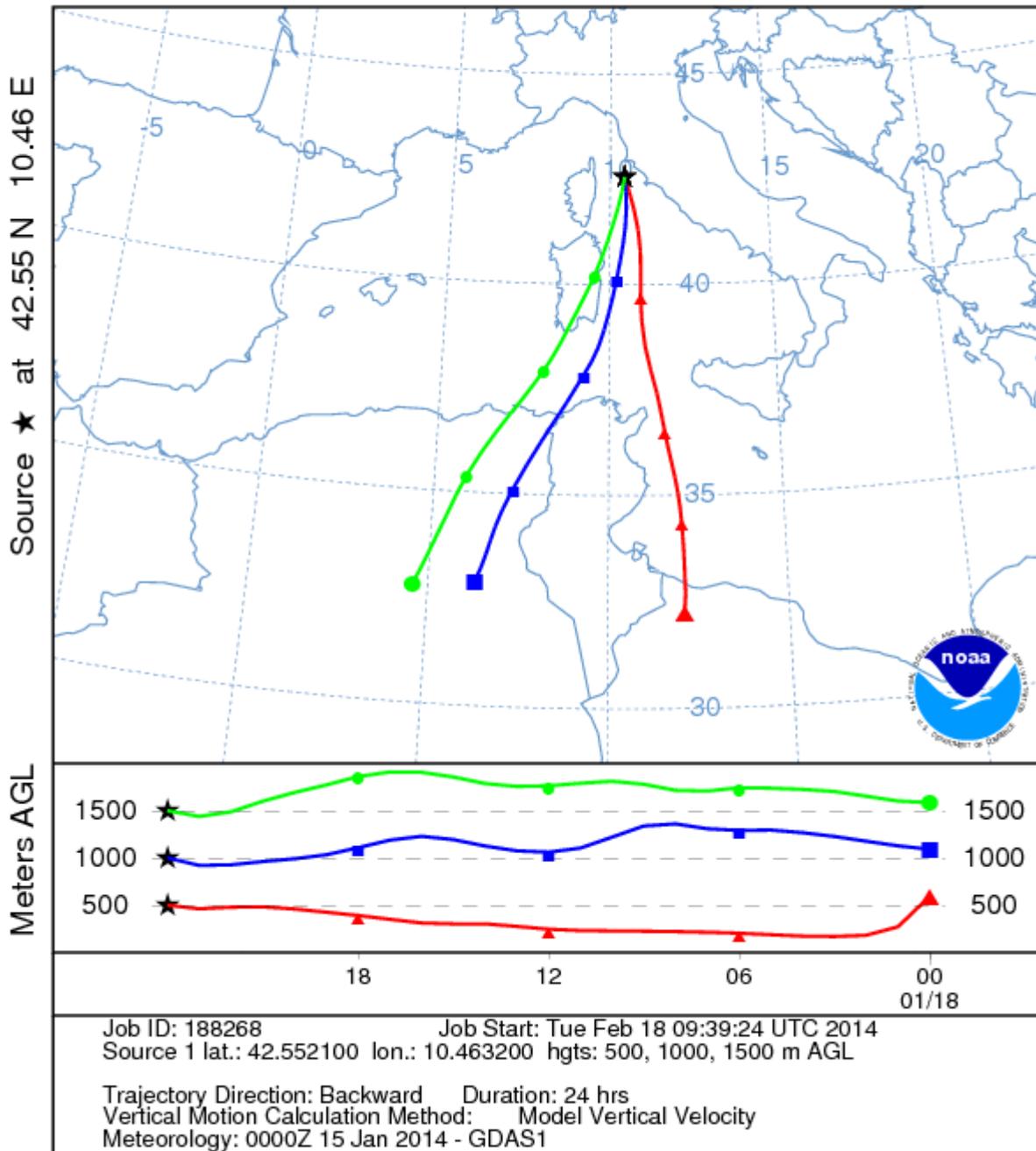
Grafico 1.8.2 – rosa dei venti giorno 19 gennaio 2014 – postazione meteo ubicata in Loc. Casone di Scarlino - Follonica (elaborazione e dati forniti dalla Società Scarlino Energia).



Numero di ore:	24
Dati presenti	24
Dati validi:	22
Ore di calma:	2
Vento variabile:	1

Mappa 1.8.1 – elaborazioni Hysplit ricostruzione del percorso nelle precedenti 24 ore delle masse d'aria presenti sull'area di Arezzo nel giorno 19 gennaio 2014.

NOAA HYSPLIT MODEL
 Backward trajectories ending at 0000 UTC 19 Jan 14
 GDAS Meteorological Data



Allegato 2. Caratteristiche tecniche analizzatori

tabella 2.1 caratteristiche tecniche analizzatori

Inquinante	Marca Modello	N. serie	Principio Misura	Limite Rilevabilità	Precisione
SO ₂	API 101 A	155	Fluorescenza pulsata	2,6 µg/m ³ (come SO ₂)	Al 20% del campo di misura ≤ 1,6 µg/m ³
H ₂ S	API 101 A	157			All'80% del campo di misura ≤ 6 µg/m ³
PM ₁₀	MP101M Environnement	1727	Attenuazione raggi β	0,5 µg/m ³	ND

Allegato 3. Meccanismi di formazione degli inquinanti

MATERIALE PARTICOLATO PM₁₀

Il particolato fine (PM) è un agente inquinante composto da un insieme di particelle che possono essere solide, liquide oppure solide e liquide insieme e che, sospese nell'aria, rappresentano una miscela complessa di sostanze organiche ed inorganiche. Queste particelle variano per dimensione, composizione ed origine. Le loro proprietà sono riassunte nel loro diametro aerodinamico, definito come dimensione della particella:

- la frazione con un diametro aerodinamico inferiore a 10 µm è chiamata PM₁₀ e può raggiungere le alte vie respiratorie ed i polmoni;
- le particelle più piccole o fini sono chiamate PM_{2,5} (con un diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm); queste sono più pericolose perché penetrano più a fondo nei polmoni e possono raggiungere la regione alveolare.

La dimensione delle particelle determina anche la durata della loro permanenza nell'atmosfera. Mentre la sedimentazione e le precipitazioni rimuovono la frazione compresa tra 2,5 e 10 µm (PM_{10-2,5} detto anche frazione grossolana del PM₁₀) dall'atmosfera nel giro di poche ore dall'emissione, il PM_{2,5} può rimanere nell'aria per giorni o perfino per settimane. Di conseguenza queste particelle possono percorrere distanze molto lunghe. I maggiori componenti del PM sono il solfato, il nitrato, l'ammoniaca, il cloruro di sodio, il carbonio, le polveri minerali e l'acqua. In base al meccanismo di formazione, le particelle si distinguono in primarie e secondarie.

Le particelle primarie sono direttamente immesse nell'atmosfera mediante processi naturali e prodotti dall'uomo (antropogenici). I processi antropogenici includono la combustione dei motori delle auto (sia diesel che a benzina); la combustione dei combustibili solidi (carbone, lignite, biomassa) di uso domestico; le attività industriali (attività edili e minerarie, lavorazione del cemento, ceramica, mattoni e fonderie); le erosioni del manto stradale causate dal traffico e le polveri provenienti dall'abrasione di freni e pneumatici; e le attività nelle cave e nelle miniere.

Le particelle secondarie si formano nell'aria a seguito di reazioni chimiche di inquinanti gassosi e sono il prodotto della trasformazione atmosferica del biossido di azoto, principalmente emesso dal traffico e da alcuni processi industriali, e del biossido di zolfo, che risulta dalla combustione di carburanti contenenti zolfo. Le particelle secondarie si trovano principalmente nella frazione del PM fine.

Il PM_{2,5} è la frazione più fine del PM₁₀, costituita dalle particelle con diametro uguale o inferiore a 2,5 µm. Il PM_{2,5} è il particolato più pericoloso per la salute e l'ambiente: questo particolato può rimanere sospeso nell'atmosfera per giorni o settimane.

Le particelle maggiori (da 2,5 a 10 µm) rimangono in atmosfera da poche ore a pochi giorni, contribuiscono poco al numero di particelle in sospensione, ma molto al peso totale delle particelle in sospensione. Sono significativamente meno dannose per la salute e l'ambiente.

Il PM 2,5 è una miscela complessa di migliaia di composti chimici e, alcuni di questi sono di estremo interesse a causa della loro tossicità. L'attenzione è rivolta agli idrocarburi aromatici policiclici (PHA) che svolgono un ruolo nello sviluppo del cancro. Alcuni nomi: Fluoranthene, Pyrene, Chrysene, Benz[a]anthracene, Benzo[b]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, Benzo[a]pyrene, Dibenz[a,h]anthracene.

La valutazione sistematica dei dati completata nel 2004 dall'OMS Europa, indica che:

- il PM aumenta il rischio dei decessi respiratori nei neonati al di sotto di 1 anno, influisce sullo sviluppo delle funzioni polmonari, aggrava l'asma e causa altri sintomi respiratori come la tosse e la bronchite nei bambini;
- il PM_{2,5} danneggia seriamente la salute aumentando i decessi per malattie cardio-respiratorie e cancro del polmone. La crescita delle concentrazioni di PM_{2,5} aumenta il rischio di ricoveri ospedalieri d'emergenza per malattie cardiovascolari e respiratorie;
- il PM₁₀ ha un impatto sulle malattie respiratorie, come indicato dai ricoveri ospedalieri per questa causa.

Nell'ultimo decennio in molte città europee sono stati condotti alcuni studi sugli effetti del PM nel breve periodo, basati sull'associazione tra i cambiamenti giornalieri delle concentrazioni di PM₁₀ e i vari effetti sulla salute. In generale, i risultati indicano che i cambiamenti di PM₁₀ nel breve periodo ad ogni livello implicano cambiamenti nel breve periodo degli effetti acuti in termini di salute.

Gli effetti relativi all'esposizione nel breve periodo comprendono: infiammazioni polmonari, sintomi respiratori, effetti avversi nel sistema cardiovascolare, aumento della richiesta di cure mediche, dei ricoveri ospedalieri e della mortalità.

Poiché l'esposizione al PM causa nel lungo periodo una sostanziale riduzione dell'attesa di vita, gli effetti nel lungo periodo sono chiaramente più significativi per la salute pubblica di quelli nel breve periodo. Il PM_{2,5} si associa maggiormente alla mortalità, indicando un aumento del 6% del rischio di morte per tutte le cause per ogni aumento di 10µg/m³ nelle concentrazioni di PM_{2,5} sul lungo periodo.

Gli effetti relativi all'esposizione nel lungo periodo comprendono: aumento dei sintomi dell'apparato respiratorio inferiore e delle malattie polmonari ostruttive croniche, riduzione delle funzioni polmonari nei bambini e negli adulti, e riduzione dell'attesa di vita causata principalmente da mortalità cardiopolmonare e dal cancro al polmone.

Studi su larga scala mostrano gli effetti significativi del PM_{2,5} in termini di mortalità, ma non sono in grado di identificare una soglia al di sotto della quale il PM non ha effetti sulla salute: cosiddetto livello senza effetti. Dopo un'analisi completa dei nuovi dati scientifici, un gruppo di lavoro dell'OMS ha recentemente concluso che, se esiste un limite per il PM, questo è individuabile nella fascia più bassa delle concentrazioni di PM attualmente riscontrate nella Regione Europea.

BIOSSIDO DI ZOLFO (SO₂)

Uso di combustibili fossili (carbone e derivati del petrolio). Negli ultimi 10 anni si è osservata una netta tendenza alla diminuzione delle emissioni di SO₂, attribuibile alle modifiche nel tipo e nella qualità dei combustibili usati a minor contenuto di zolfo. Un contributo determinante per la diminuzione di emissioni di SO₂ è stato fornito dalla larga diffusione della metanizzazione.

IDORGENO SOLFORATO (H₂S)

È un gas incolore dall'odore caratteristico di uova marce, per questo definito gas putrido. È idrosolubile ha caratteristiche debolmente acide e riducenti. Il composto è caratterizzato da una soglia olfattiva decisamente bassa; in letteratura si trovano numerosi valori definiti soglia olfattiva: da 0,7 µg/m³ a 14 µg/m³ ("Analisi e controllo degli odori" D. Bertoni, P. Mazzali, A. Vignali - Ed. Pitagora, Bologna 1993); taluni soggetti sono in grado di percepire l'odore già a 0,2 µg/m³ (soglia olfattiva OMS da "Air quality guidelines WHO", anno 1999), in corrispondenza di 7 µg/m³ la quasi totalità dei soggetti esposti distingue l'odore caratteristico. Tale valore non è consolidato, per cui potrà variare nel tempo.

L'idrogeno solforato può avere un'origine sia naturale che antropica:

Naturale: è presente nelle emissioni delle zone vulcaniche e geotermiche, è prodotto dalla degradazione batterica di proteine animali e vegetali.

Antropica: è un coprodotto indesiderato nei processi di produzione di carbon coke, di cellulosa con metodo Kraft, di raffinazione del petrolio, di rifinitura di oli grezzi, di concia delle pelli (calcaio e pickel), di fertilizzanti, di coloranti e pigmenti, di trattamento delle acque di scarico e di altri procedimenti industriali.

È una sostanza estremamente tossica poiché è irritante e asfissiante. L'azione irritante, che si esplica a concentrazioni superiori ai 15.000 µg/m³ ha come bersaglio le mucose, soprattutto gli occhi; a concentrazioni di 715.000 µg/m³, per inalazione, può causare la morte anche in 5 minuti (WHO 1981, Canadian Centre for Occupational Health and Safety 2001). L'inquinamento delle acque con idrogeno solforato provoca la moria di pesci; l'effetto sulle piante non è acuto, ma cronico per la sottrazione di microelementi essenziali per il funzionamento dei sistemi enzimatici. Nei confronti dei materiali mostra una discreta aggressività per i metalli, provocandone un rapido deterioramento.

Allegato 4. Limiti normativi

La legenda sottostante fornisce alcune spiegazioni in merito ai termini indicati dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.

DATA DI CONSEGUIMENTO: data effettiva in cui il valore limite deve essere rispettato senza l'applicazione del relativo margine di tolleranza.

VALORE BERSAGLIO: livello di ozono fissato al fine di evitare a lungo termine (anno 2010) effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso, da conseguirsi per quanto possibile entro un dato periodo di tempo.

OBIETTIVO A LUNGO TERMINE: concentrazione di ozono nell'aria al di sotto della quale si ritengono improbabili, in base alle conoscenze scientifiche attuali, effetti nocivi diretti sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso. Tale obiettivo è conseguito nel lungo periodo, sempreché sia realizzabile mediante misure proporzionate, al fine di fornire un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente.

SOGLIA DI ALLARME: livello di ozono oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale devono essere adottate le misure previste dall'articolo 10 del D.Lgs. 155/2010.

SOGLIA DI INFORMAZIONE: livello di ozono oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale devono essere adottate le misure previste dall'articolo 10 del D.Lgs. 155/2010.

MEDIA MOBILE SU 8 ORE MASSIMA GIORNALIERA: è determinata esaminando le medie consecutive su 8 ore di ozono, calcolato in base a dati orari e aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è assegnata al giorno nel quale la stessa termina; conseguentemente, la prima fascia di calcolo per ogni singolo giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.

Tabella 1 all. 1 MATERIALE PARTICOLATO PM10 – normativa e limiti (D.Lgs. 155/2010)

	Periodo di mediazione	Valori limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³ PM10 da non superare più di 35 volte per anno civile	già in vigore dal 1.01.2005
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³ PM10	già in vigore dal 1.01.2005

Tabella 2 all. 1 BIOSSIDO DI ZOLFO – normativa e limiti (D.Lgs. 155/2010)

	Periodo di mediazione	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
Valore limite orario per la protezione della salute umana.	1 ora	350 µg/ m ³ da non superare più di 24 volte per l'anno civile.	già in vigore dal 01/01/2005
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/ m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile	già in vigore dal 01/01/2005
Livello critico per la protezione della vegetazione	Anno civile	20 µg/m ³	-
Livello critico per la protezione della vegetazione	Livello critico invernale (1 ottobre – 31 marzo)	20 µg/m ³	-
Soglia di allarme	Anno civile Superamento di 3 ore consecutive	500 µg/m ³	già in vigore dal 01/01/2005

Tabella 3 all. 1 IDROGENO SOLFORATO – (normativa e limiti soglie dell'OMS⁽¹⁾)

Nonostante la normativa vigente non preveda prescrizioni per il parametro H₂S, in tabella 4.6 sono riportate le soglie indicate dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS).

soglie dell'OMS (o WHO) ⁽¹⁾

Tipologia di soglia	Periodo di mediazione	Valore
Soglia per inquinamento olfattivo	30 minuti	7 µg/m ³
Soglia per la tutela sanitaria	24 ore	150 µg/m ³

(1) WHO Air Quality guidelines for Europe, 2^a edizione. Anno 2000