



**REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
ASSESSORATO DELLA DIFESA DELL'AMBIENTE
SERVIZIO ANTINQUINAMENTO ATMOSFERICO E ACUSTICO**

RELAZIONE ANNUALE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA IN SARDEGNA

ANNO 2004

PREMESSA

La relazione analizza la qualità dell'aria nel territorio regionale sulla base dei dati provenienti dalle reti di monitoraggio pubbliche, cioè le reti gestite dalle Province e la rete del comune di Cagliari.

A tale proposito sono necessarie alcune avvertenze.

In primo luogo nell'anno 2004 le reti di monitoraggio delle province di Oristano e Sassari non erano funzionanti e, pertanto, tutti i dati presentati sono riferiti alle due province di Cagliari e Nuoro. In secondo luogo le reti di monitoraggio, formate da un numero di stazioni fisse che varia da poche unità a due decine, non coprono l'intero territorio, ma solo alcune aree interessate da attività industriali rilevanti e alcuni centri urbani.

Inoltre la rete pubblica, con l'esclusione della rete del comune di Cagliari, è stata progettata e realizzata in un periodo di tempo relativamente lontano (approssimativamente nel decennio 1985-1995), secondo logiche che la normativa ha successivamente, almeno in parte modificato. La posizione delle stazioni di misura, volto a misurare le concentrazioni più elevate nelle aree industriali ed urbane, non risponde ai requisiti di rappresentatività indicati dalle nuove leggi in materia di inquinamento atmosferico, principalmente legati alla protezione della salute umana e degli ecosistemi.

Alcuni inquinanti ora presi in considerazione dalla normativa (benzene, PM10) non lo erano al momento della realizzazione della rete, che risulta almeno in parte sprovvista di adeguati strumenti di misura.

Nel frattempo è andato modificandosi il quadro regionale delle sorgenti emmissive, soprattutto a seguito della crisi di alcuni comparti industriali e della progressiva introduzione di tecnologie meno inquinanti, in particolare nell'ambito dei trasporti.

L'intera rete di monitoraggio andrebbe riprogettata per raggiungere una migliore rappresentatività, orientata soprattutto alla protezione della salute umana e degli ecosistemi, una maggiore copertura del territorio e degli inquinanti disciplinati dalla legge.

Nel documento la valutazione della qualità dell'aria verrà effettuata suddividendo il territorio regionale in province e in zone omogenee; per ognuna verrà fatta una breve descrizione delle tipologie di inquinanti presenti derivanti sia da attività industriali, sia dalla presenza di insediamenti urbani. La relazione è integrata dalle seguenti appendici:

- nell'**Appendice A** è riportata una descrizione della rete di monitoraggio pubblica;
- nell'**Appendice B** sono contenute le tabelle riassuntive dei dati di qualità dell'aria;
- nell'**Appendice C** sono contenuti i grafici dei dati statistici mensili dei principali parametri monitorati;
- nell'**Appendice D** è riportato un breve riassunto delle norme in materia di qualità dell'aria;
- nell'**Appendice E** è riportata un breve descrizione delle principali sostanze inquinanti in atmosfera e sui loro effetti sulla salute umana e l'ambiente.

I seguenti grafici, relativi all'intera rete pubblica, esprimono sinteticamente i principali indicatori statistici per gli inquinanti più frequentemente monitorati (Benzene, CO, NMVOC, NO₂, O₃, PM₁₀, SO₂, PTS). Gli indicatori statistici rappresentati sono la media annua dei valori orari, il 98° percentile annuo dei valori orari e il massimo valore orario in un anno. Si rammenta brevemente che il 98° percentile di una serie di dati numerici esprime quel valore a cui sono inferiori il 98% dei valori della serie stessa e superiori il restante 2%.

Sono rappresentati nei grafici solo i dati per i quali è stata raggiunta una rappresentatività di almeno il 75% (cioè le relative serie storiche sono complete per almeno i ¾ dei dati); quando non compare la barra dei valori in corrispondenza di una stazione significa che le relative misure non hanno raggiunto la rappresentatività richiesta o che il parametro non vi viene misurato.

Il grafico relativo all'SO₂ ha una scala logaritmica per la grande variabilità dei valori da stazione a stazione; il CO è espresso in mg/m³, tutti gli altri inquinanti in µg/m³.

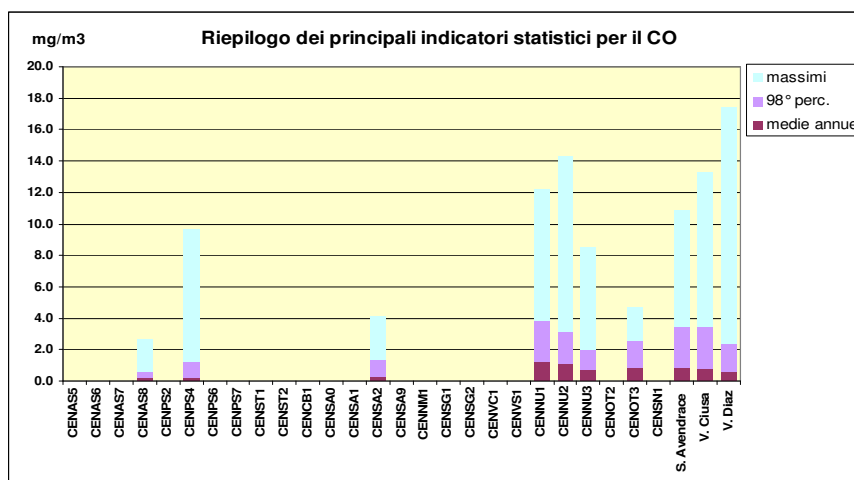


Figura 1 – Principali indicatori statistici per il monossido di carbonio (CO)

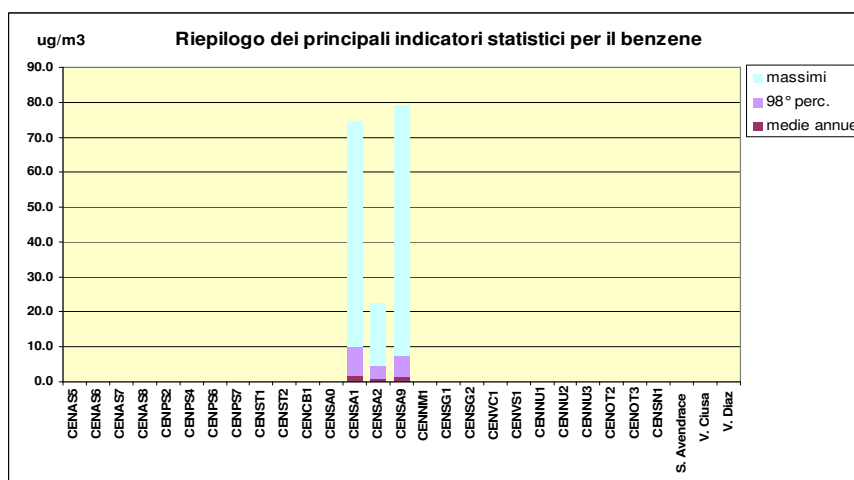


Figura 2 – Principali indicatori statistici per il benzene (C₆H₆)

Regione Autonoma della Sardegna
 Relazione sulla qualità dell'aria in Sardegna nell'anno 2004

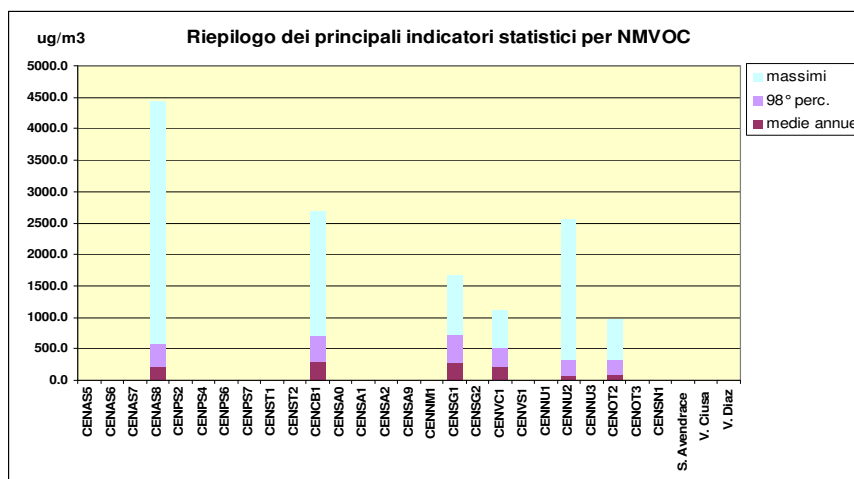


Figura 3 – Principali indicatori statistici per gli idrocarburi diversi dal metano (NMVOC)

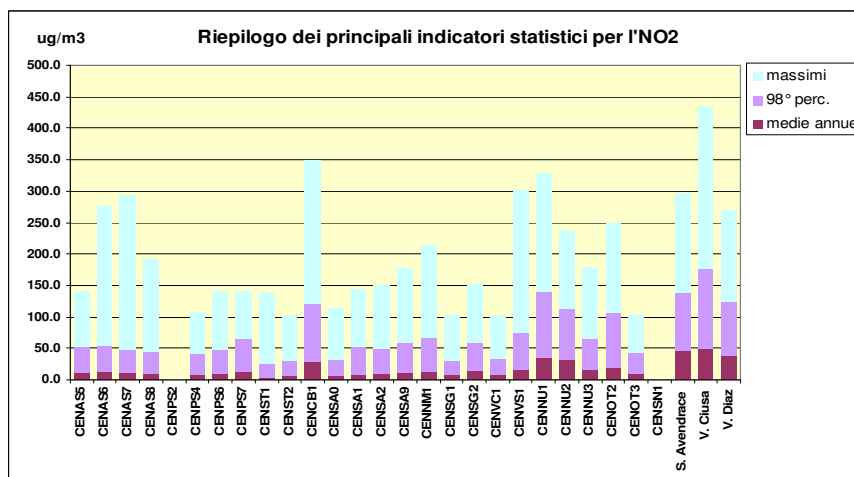


Figura 4 – Principali indicatori statistici per il biossido di azoto (NO2)

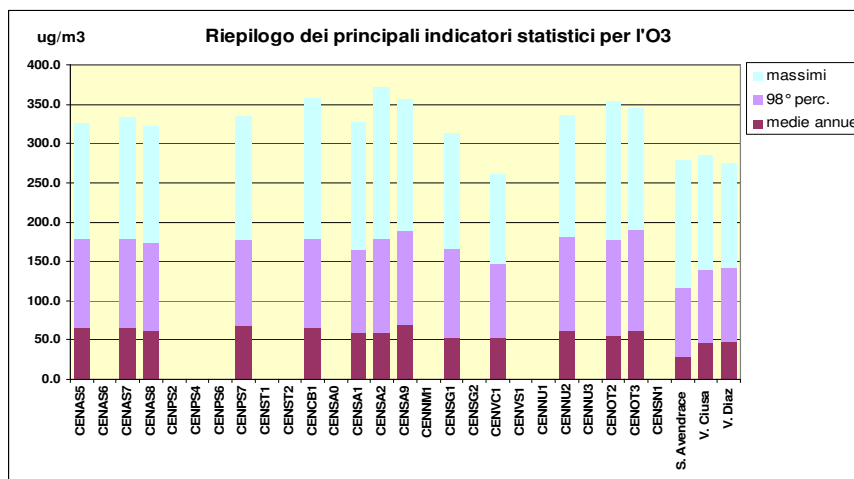


Figura 5 - Principali indicatori statistici per l'ozono (O3)

Regione Autonoma della Sardegna
Relazione sulla qualità dell'aria in Sardegna nell'anno 2004

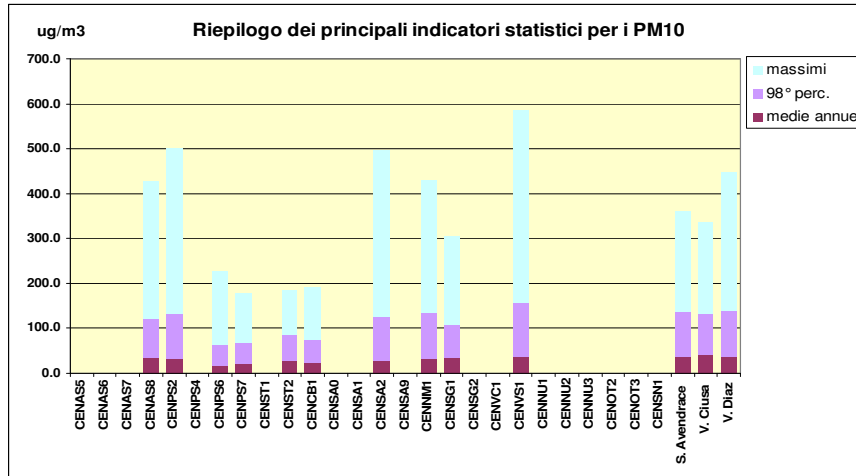


Figura 6 - Principali indicatori statistici per le polveri sottili (PM10)

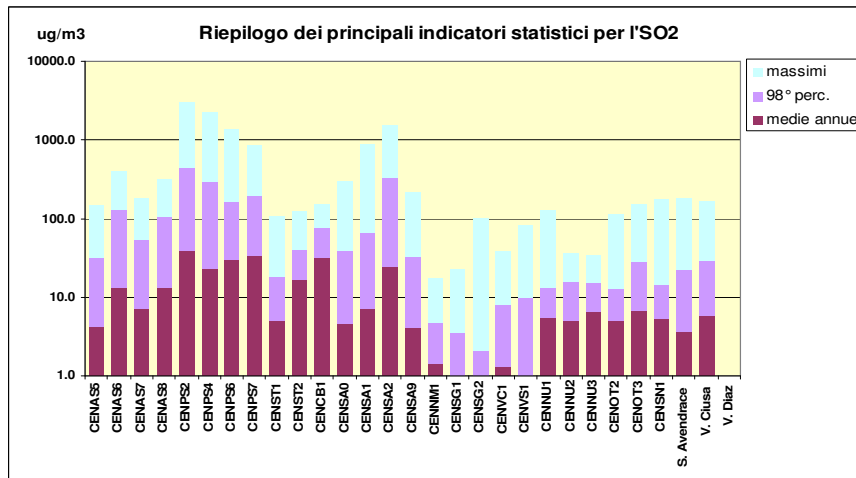


Figura 7 - Principali indicatori statistici per il biossido di zolfo (SO2)

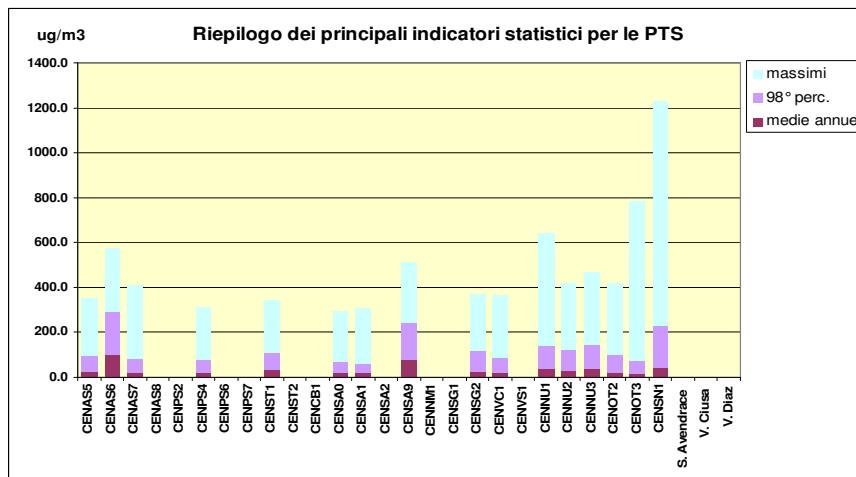


Figura 8 - Principali indicatori statistici per le polveri totali sospese (PTS)

La seguente tabella riassume i limiti di legge, con le relative tolleranze previste per l'anno 2004, utilizzati per il controllo dei dati di qualità dell'aria; non vengono utilizzati i limiti riferiti alla protezione della vegetazione perché nessuna stazione di monitoraggio può essere considerata rappresentativa per questo scopo ai sensi della normativa vigente. Una esposizione più dettagliata delle norme in materia di qualità dell'aria si può trovare nell'Appendice D.

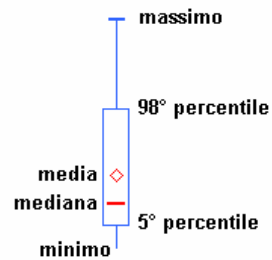
| Inquinante | Dato utilizzato | Limite 2004 | Descrizione |
|------------------|---------------------------------------|------------------------|--|
| Benzene | Media annuale | 10 µg/m ³ | Valore limite per la protezione della salute umana |
| CO | Massima media mobile di 8 ore | 12 mg/m ³ | Valore limite per la protezione della salute umana |
| NO ₂ | Media oraria | 260 µg/m ³ | Valore limite per la protezione della salute umana; da non superare più di 18 volte per anno civile |
| | Media oraria | 400 µg/m ³ | Soglia di allarme; da non superare per più di due ore consecutive |
| | Media annua | 52 µg/m ³ | Valore limite per la protezione della salute umana. |
| Ozono | Media oraria | 180 µg/m ³ | Soglia di informazione |
| | Media oraria | 240 µg/m ³ | Soglia di allarme; da non superare per più di due ore consecutive |
| PM ₁₀ | Media giornaliera | 55 µg/m ³ | Valore limite per la protezione della salute umana; da non superare più di 35 volte per anno civile. |
| | Media annua | 41.6 µg/m ³ | Valore limite per la protezione della salute umana |
| PTS | Media annuale delle medie giornaliere | 150 µg/m ³ | Standard di qualità dell'aria (corrisponde al livello di attenzione del DM 15 Aprile 1994) |
| SO ₂ | Media oraria | 380 µg/m ³ | Valore limite per la protezione della salute umana; da non superare più di 24 volte per anno civile. |
| | Media oraria | 500 µg/m ³ | Soglia di allarme; da non superare per più di due ore consecutive |

Tabella 1 – Limiti di legge utilizzati

È utile ricordare il significato delle varie denominazioni utilizzate:

- **inquinante**: qualsiasi sostanza immessa direttamente o indirettamente dall'uomo nell'aria ambiente che può avere effetti dannosi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso;
- **livello**: concentrazione nell'aria ambiente di un inquinante;
- **soglia di informazione**: livello 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 dalla legge;
- **soglia di allarme**: livello oltre il quale vi è un rischio per la salute in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale devono essere adottate le misure previste dalla legge;
- **valore limite**: livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso;
- **standard di qualità dell'aria**: limite massimo di accettabilità delle concentrazioni relativamente ad inquinanti in aria ambiente (per le PTS cessa di validità a partire dal 1 gennaio 2005).

Una tipologia di grafico proposta varie volte nel documento necessita di una precisazione per una corretta lettura; si tratta dei grafici a box-plot, che riportano contemporaneamente sei indicatori statistici: valore minimo, medio, massimo annuo, 5° percentile, mediana (cioè 50° percentile) e 98° percentile. La rappresentazione dei valori per ogni barra del grafico è la seguente.



PROVINCIA DI CAGLIARI

AREA INDUSTRIALE DI MACCHIAREDDU

L'area industriale di **Macchiareddu**, nella Sardegna meridionale, ospita una serie di insediamenti industriali di diversa natura la cui produzione varia dalla cordicella d'acciaio per pneumatici, all'energia elettrica da centrale turbogas, ai prodotti chimici, ai derivati del fluoro, ai mattoni refrattari, ecc..

Nell'area sono presenti quattro stazioni di misura dislocate intorno all'insediamento ex Enichem; la postazione CENAS6 è dotata di strumentazione per la rilevazione dei parametri meteorologici. Le stazioni sono purtroppo dislocate troppo vicine al principale insediamento industriale dell'area, con la massima distanza tra loro che non arriva a tre km e, di conseguenza, con ridondanza delle misure e scarsa rappresentatività ai fini della valutazione del rispetto dei limiti per la protezione della salute umana.

Nell'anno 2004 le stazioni di misura dell'area industriale di Assemini hanno avuto una funzionalità più che soddisfacente, con percentuali di dati utili sul totale quasi sempre superiori al 90%.

Pur tenendo in debita considerazione il fatto che non vengono misurati tutti i parametri normati e che le quattro stazioni di misura dell'area non hanno la stessa dotazione strumentale, nell'anno 2004 non sono stati rilevati superamenti dei limiti di legge.

Il benzene non è rilevato in alcuna stazione di misura, mentre il monossido di carbonio è rilevato solo nella stazione CENAS8; il valore massimo orario registrato è di 2.1 mg/m³, abbondantemente al di sotto del limite di 12 mg/m³ per la massima media mobile di otto ore.

Per il biossido di azoto i valori osservati mostrano una variazione dei valori medi annui tra 10 e 13 µg/m³ (abbondantemente al di sotto del limite di legge di 52 µg/m³), mentre i 98ⁱ percentili variano tra 34 e 42 µg/m³ e i massimi orari sono compresi tra 87 e 246 µg/m³; i massimi orari più alti vengono rilevati dalle postazioni CENAS6 e CENAS7.

L'ozono, rilevato da 3 cabine su 4, oscilla come valori medi annui tra 62 e 66 µg/m³, con 98ⁱ percentili compresi tra 111 e 114 µg/m³ e massimi orari tra 147 e 154 µg/m³; si tratta di valori tra loro perfettamente confrontabili che denotano, da un lato, l'omogeneità dei livelli nella zona e, dall'altro, una certa ridondanza delle misure della rete. I valori orari massimi sono nettamente al di sotto della soglia di informazione di 180 µg/m³. Dalla figura seguente, relativa alla stazione CENAS8, emerge chiaramente l'andamento stagionale delle concentrazioni di questo inquinante, favorite dalla elevate temperature e dall'irraggiamento solare.

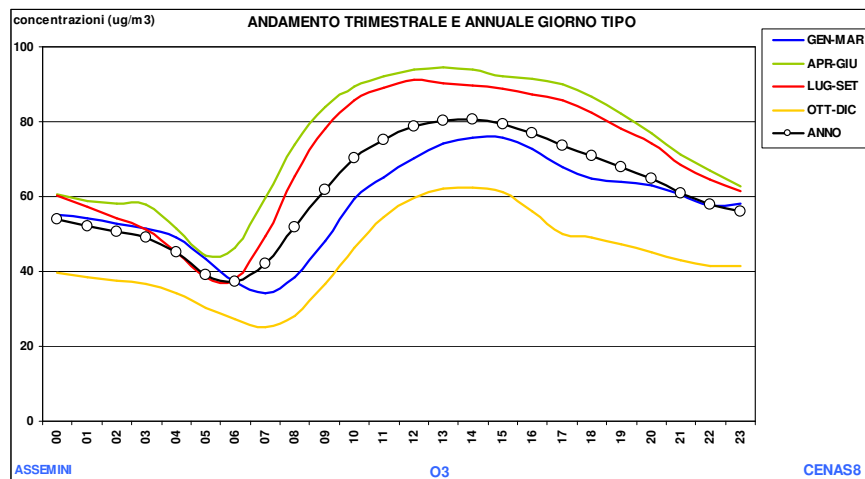


Figura 9 – Giorno tipo delle concentrazioni di Ozono in funzione del trimestre per la stazione CENAS8

Per quanto riguarda il PM10 (particolato con diametro inferiore a 10 μm), l'unica cabina dell'area che rileva tale parametro (CENAS8) restituisce un valore medio annuo di circa 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 98° percentile pari a 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e valore massimo orario pari a 306 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Il limite di legge sulla media giornaliera (55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) viene superato 19 volte, ma in numero inferiore al massimo di 35 volte ammesso attualmente dalla normativa. La figura seguente, sempre relativa alla stazione CENAS8, mostra valori mediamente più alti nel trimestre Luglio-Settembre e, soprattutto, a ore caratteristiche della giornata, probabilmente più per l'influsso del traffico autoveicolare da e per l'area industriale che non per le emissioni degli stabilimenti.

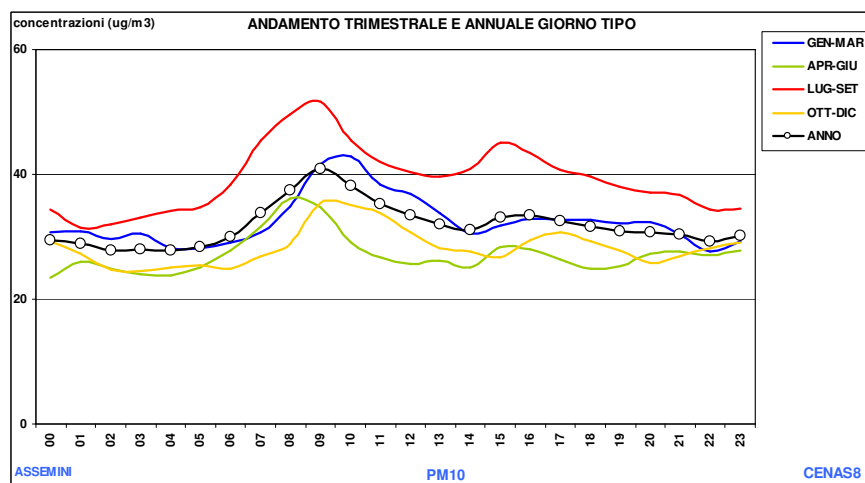


Figura 10 – Giorno tipo delle concentrazioni di PM10 in funzione del trimestre per la stazione CENAS8

Per il biossido di zolfo i valori medi oscillano tra 4 e 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, i 98° percentili tra 28 e 114 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e i massimi orari tra 115 e 263 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; i valori più elevati sono riscontrati nella stazione CENAS6.

Il particolato totale sospeso ha medie annue comprese circa tra 22 e 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 98° percentili compresi tra 59 e 192 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e valori massimi orari tra 259 e 329 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

AREA DEL SULCIS

L'area in esame comprende diverse realtà emissive, di tipo industriale, minerario e urbano. Le attività più inquinanti sono localizzate nell'area industriale di Portoscuso, la quale ospita una serie di insediamenti industriali di diversa natura la cui produzione varia dalla energia elettrica, all'intera filiera dell'alluminio, ai metalli non ferrosi (piombo e zinco), ecc..

La rete presente nell'intera area è costituita da sette cabine, di cui quattro danno origine ad una sotto-rete intorno all'area industriale di Portoscuso; due delle stazioni dislocate attorno all'area industriale (CENPS2 e CENPS4) sono molto vicine alle fonti emissive e, specialmente la CENPS2, poco rappresentative ai fini della valutazione del rispetto dei limiti per la protezione della salute umana.

Le stazioni di misura dell'area hanno avuto una funzionalità generalmente compresa tra l'85 e il 90%, con due casi di funzionalità inferiore al 70% e vari casi di funzionalità superiore al 90%.

Nell'area sono stati rilevati alcuni superamenti dei limiti di legge, limitati al solo inquinante SO₂ e a due stazioni (CENPS2 e CENPS4) posizionate ai limiti dell'area industriale di Portovesme.

Il benzene è misurato solo in una stazione (CENPS7), ma la funzionalità dello strumento nel corso dell'anno non è stata tale da poter considerare le misure rappresentative.

Il monossido di carbonio è misurato solo da una stazione di misura (CENPS4); la media annua è pari a 0.2 mg/m³, il 98° percentile è pari 1 mg/m³ e la massima media oraria è pari a 9 mg/m³, quindi inferiore al limite di legge di 12 mg/m³ sulla massima media mobile di otto ore.

Per il biossido di azoto si rileva una variazione dei valori medi annui tra 4 e 28 µg/m³, dei 98ⁱ percentili tra 21 e 93 µg/m³ e dei valori massimi orari tra 66 e 227 µg/m³. I valori più alti, in tutti i casi, si riscontrano nella stazione di Carbonia (CENCB1), posta alla periferia del centro abitato e nelle vicinanze di una strada abbastanza trafficata; dopo la CENCB1 la stazione che registra i valori maggiori è la CENPS7, nel centro urbano di Portoscuso. Il grafico seguente, che rappresenta il giorno tipo per trimestre per la stazione di Carbonia, evidenzia come le concentrazioni dell'inquinante seguano un andamento tipico, con due picchi centrati sulle ore di maggior traffico.

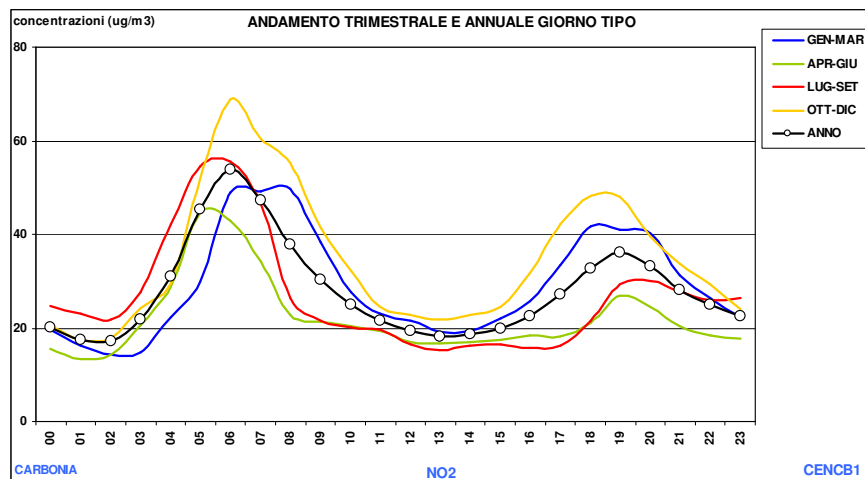


Figura 11 – Giorno tipo delle concentrazioni di NO₂ in funzione del trimestre per la stazione CENCB1

Per quanto riguarda il biossido di azoto, in definitiva, la principale fonte di inquinamento per la zona di Carbonia è costituita dal traffico autoveicolare e non dal contributo delle sorgenti industriali dell'area di Portovesme. Anche nel centro urbano di Portoscuso i dati rilevati evidenziano un fenomeno del tutto analogo.

Per quanto riguarda l'ozono, misurato solo nelle stazioni CENPS7 e CENCB1, i valori medi annui oscillano tra 65 e 68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, i 98ⁱ percentili tra 110 e 113 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e i valori massimi orari tra 157 e 179 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Anche in questo caso, come per l'area di Assemini, i valori statistici delle diverse serie storiche sono tra loro confrontabili. Il massimo valore orario ha sfiorato nella stazione CENCB1 il limite della soglia di informazione (180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). L'andamento delle concentrazioni di ozono è legato all'irraggiamento solare e alla temperatura, mostrando un andamento stagionale e giornaliero tipico.

Il PM10 è misurato in cinque stazioni su sette; i valori medi annui variano tra 17 e 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, i 98ⁱ percentili tra 46 e 99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e i valori massimi orari tra 98 e 369 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. I valori più elevati sono riscontrati nella stazione CENPS2, posta nelle immediate vicinanze delle sorgenti emmissive. Le stazioni CENPS2 e CENPS6 riportano varie violazioni (rispettivamente 29 e 2) della media giornaliera relativa al valore limite per la protezione della salute umana, ma non in numero tale perché la norma sia violata; la legge prevede infatti che la media giornaliera di 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ non sia superata più di 35 volte nell'anno civile. È da rilevare il fatto che il limite di legge non è violato né nella stazione CENPS6, posta nella frazione di Paringianu, né nella stazione CENPS7, posta nel centro abitato di Portoscuso.

Per il biossido di zolfo i valori medi annui oscillano tra 5 e 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, i 98ⁱ percentili tra circa 13 e 403 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e i massimi orari tra 77 e 2531 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; i valori più elevati si riscontrano nella stazione CENPS2, seguita dalla CENPS4 e dalla CENPS6; la stazione CENPS7 (centro urbano di Portoscuso) presenta un valore orario massimo di 669 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. I valori massimi registrati nelle stazioni di Sant'Antioco e Carbonia sono molto lontani dai limiti di legge, essendo inferiori a 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Relativamente al limite per la protezione della salute umana sulla media oraria (pari a 380 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) si riscontrano 167, 109, 6 e 13 superamenti rispettivamente nelle stazioni CENPS2, CENPS4, CENPS6 e CENPS7; poiché il limite di 380 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ non deve essere superato, per legge, più di 24 volte nell'anno civile, le stazioni CENPS6 e CENPS7 non rilevano una situazione fuori norma, a differenza delle stazioni CENPS2 e CENPS4, le quali in compenso sono poco rappresentative per la protezione della salute umana, essendo situate al di fuori dei centri abitati.

La soglia di allarme (tre ore consecutive con valori maggiori di 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) viene superata solamente nelle stazioni CENPS2 e CENPS4, rispettivamente 15 e 7 volte.

Per analizzare i valori elevati nella zona di Portoscuso è importante tenere in considerazione il seguente grafico che esprime, in percentuale, la frequenza di provenienza dei venti nell'anno 2004 elaborata sulla base dei dati meteorologici della stazione CENPS2; per elaborare il grafico sono stati presi in considerazione solo i dati per i quali la direzione del vento era ben definita (con l'esclusione, dunque, delle situazioni di calma e variabilità). Come si può vedere i venti dominanti sono stati quelli da NO e da ENE.

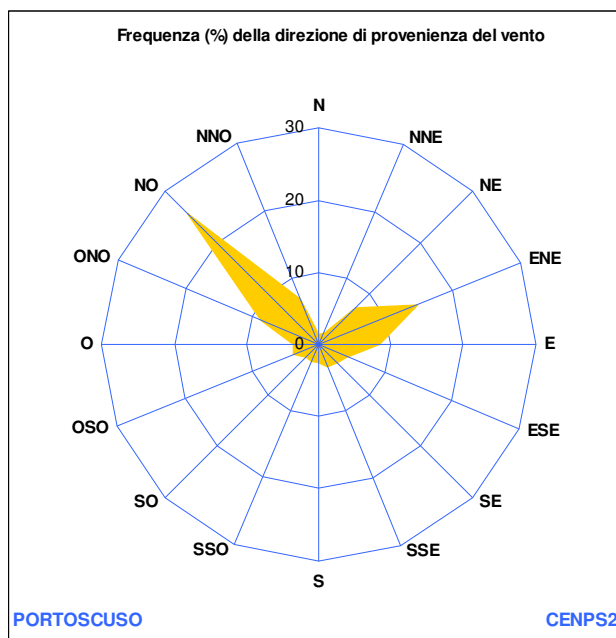


Figura 12 – Rosa dei venti elaborata dai dati rilevati dalla stazione CENPS2 di Portoscuso

La seguente figura riporta, con il metodo dei box-plot, i principali indicatori statistici (media, mediana, 98^o percentili e massimi) per i valori di SO₂ registrati nella stazione CENPS2 in funzione della direzione del vento, la cui frequenza per settore è riportata con la linea continua. Come si può notare i valori più elevati in assoluto si riscontrano per venti provenienti dal settore ONO, mentre i 98^o percentili più elevati si riscontrano in corrispondenza dei tre settori centrati su NO, cioè la direzione prevalente di provenienza del vento.

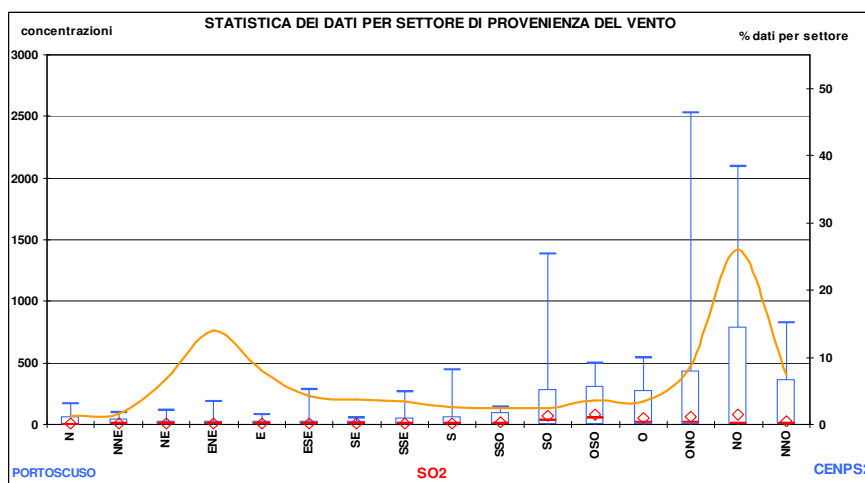


Figura 13 – Principali indicatori statistici per l'SO₂ (CENPS2) in funzione della direzione del vento

Ancora più evidente appare la situazione se si riportano in grafico i valori che superano determinate soglie in funzione della direzione di provenienza del vento; in questo caso le soglie utilizzate sono la mediana, il 90^o, il 95^o e il 98^o percentile. Il grafico esprime i superamenti delle soglie in percentuale sul totale. Come si può notare i superamenti degli indicatori statistici più elevati (dal 90^o al 98^o percentile) si riscontrano quasi esclusivamente per i settori che vanno da SO a NNO, passando per il settore O.

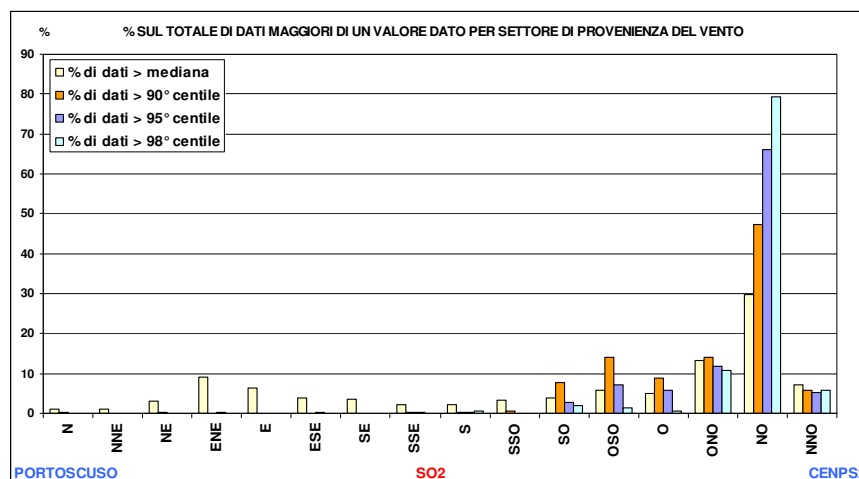


Figura 14 – Superamenti delle soglie per l'SO2 in funzione della direzione del vento (CENPS2)

Se però si rapportano i valori alle frequenze di provenienza del vento, si ottiene un grafico abbastanza diverso che mette in evidenza il “rischio” dei settori centrati su OSO.

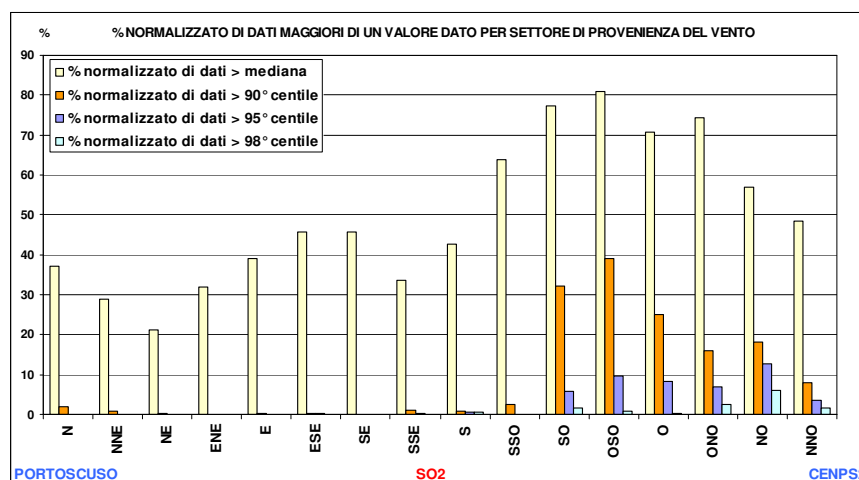


Figura 15 – Superamenti normalizzati delle soglie per l'SO2 in funzione della direzione del vento (CENPS2)

In altri termini, NO è il settore di provenienza del vento per il quale si registra il numero più elevato di alte concentrazioni ma, in rapporto alle frequenze di provenienza del vento, sono i settori centrati su OSO quelli che evidenziano il maggior “grado di rischio”.

Se si elabora lo stesso istogramma per le stazioni CENPS4, CENPS6 e CENPS7 si ottengono risultati diversi: per le stazioni CENPS4 e CENPS7, in prossimità del centro abitato di Portoscuso, i maggiori “gradi di rischio” si riscontrano in corrispondenza di settori centrati approssimativamente su ESE e ENE, mentre per la stazione CENPS6, sita nella frazione di Paringianu, per settori centrati su NNO.

Regione Autonoma della Sardegna
Relazione sulla qualità dell'aria in Sardegna nell'anno 2004

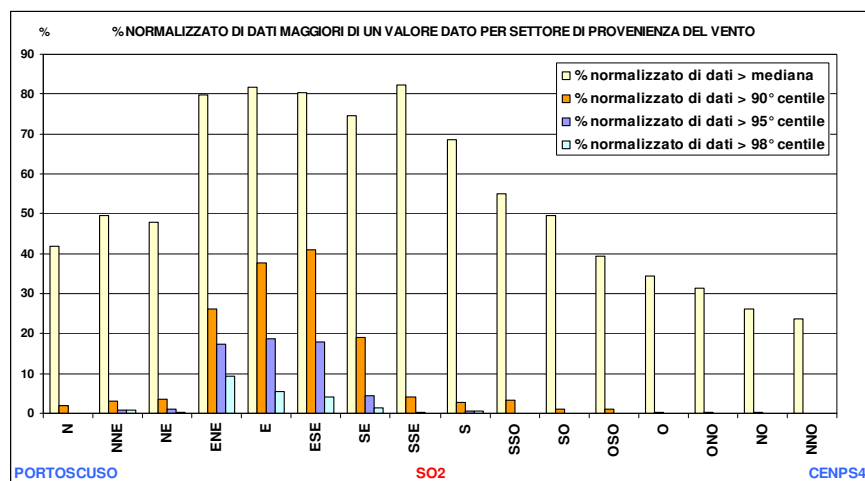


Figura 16 – Superamenti normalizzati delle soglie per l'SO2 in funzione della direzione del vento (CENPS4)

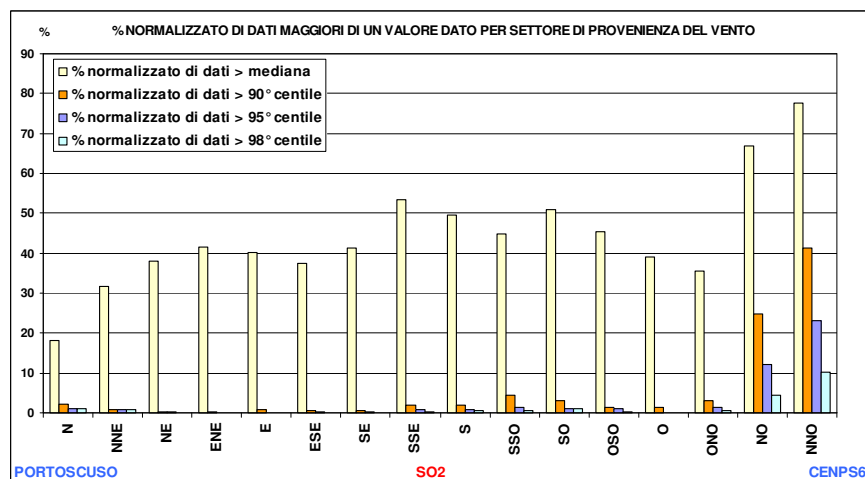


Figura 17 – Superamenti normalizzati delle soglie per l'SO2 in funzione della direzione del vento (CENPS6)

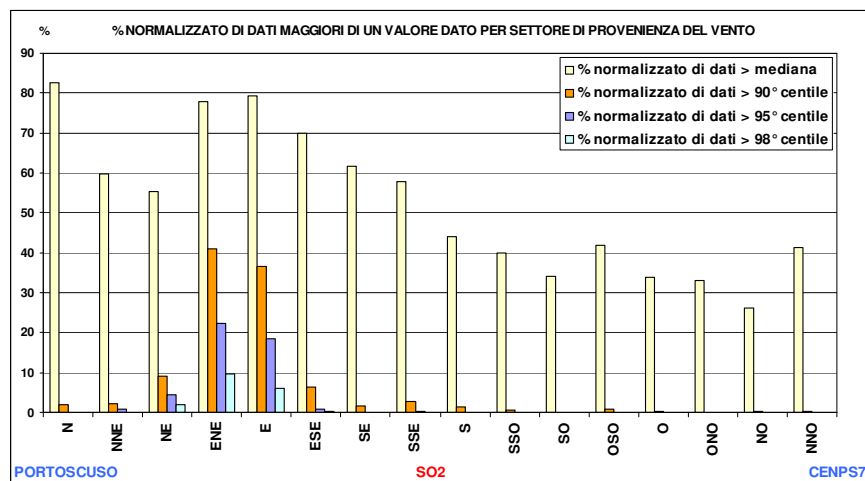


Figura 18 – Superamenti normalizzati delle soglie per l'SO2 in funzione della direzione del vento (CENPS7)

Questa situazione è spiegabile con la diversa posizione delle stazioni di rilevamento rispetto alla parte nord dell'area industriale (fig. 8 dell'Appendice A), che evidentemente fornisce il maggior contributo alle emissioni che hanno l'impatto più rilevante sulla zona immediatamente circostante. Particolarmente significativa anche la rotazione della direzione di maggior rischio tra le stazioni CENPS4 e CENPS7, poste a circa 700 m di distanza tra loro.

Esaminando il numero di superamenti di una soglia prefissata (ad esempio 500 µg/m³) per ora della giornata, si evidenzia un andamento tipico e contrapposto per le stazioni CENPS2 e CENPS4, dovuto presumibilmente al particolare regime dei venti dell'area, influenzato dalla posizione costiera.

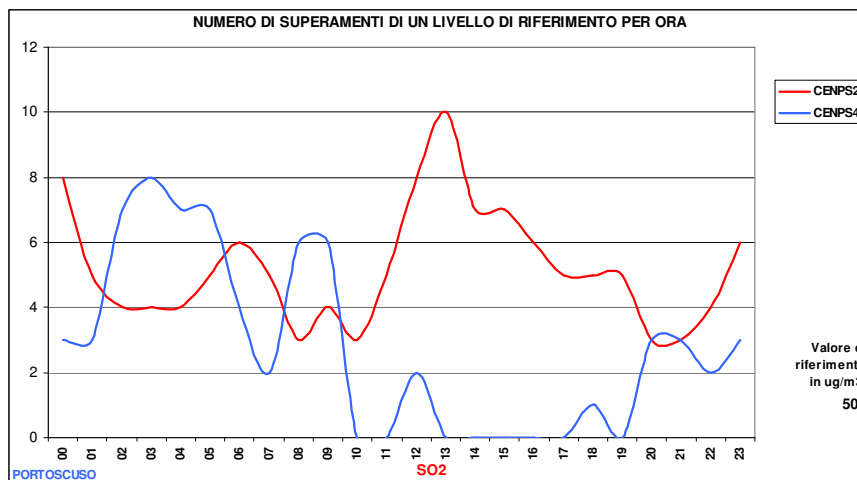


Figura 19 – Numero di superamenti del livello di 500 µg/m³ per ora della giornata per l'SO₂ a Portoscuso (CENPS2 e CENPS4)

Le polveri totali sospese vengono rilevate dalle cabine CENPS4 e CENST1; i valori medi annui variano tra 21 e 30 µg/m³, i 98ⁱ percentili tra 62 e 84 µg/m³ e i valori massimi biorari sono in entrambi i casi pari a circa 232 µg/m³.

Nel complesso l'area di Portoscuso presenta elevate concentrazioni di PM₁₀ e, soprattutto, di SO₂; per fortuna nell'anno 2004 i superamenti dei limiti di legge sono stati rilevati solamente in stazioni poste al di fuori dei centri abitati e quindi meno rilevanti per la protezione della salute umana.

AREA DI SARROCH

L'area di Sarroch comprende un consistente comprensorio industriale nel quale si trova una grossa installazione di chimica di base (raffineria) e numerosi impianti di trasformazione di chimica fine.

Nell'area sono operative 4 stazioni di rilevamento ubicate ai margini dell'area industriale; la CENSA2 è installata in zona suburbana, alla periferia del centro abitato.

Nell'anno 2004 le stazioni di misura dell'area industriale di Sarroch hanno avuto una funzionalità più che soddisfacente, con percentuali di dati utili sul totale quasi sempre superiori all'85%.

Nell'area sono stati rilevati alcuni superamenti dei limiti di legge, relativamente all'ozono e all'SO₂, in entrambi i casi nella stazione CENSA2, posta alla periferia del centro abitato.

Il benzene è misurato in tre stazioni su quattro (con l'esclusione della CENSA0); la media annua varia tra 0.9 e 1.6 µg/m³, il 98° percentile tra 4 e 9 µg/m³ e la massima media oraria è compresa tra 18 e 72 µg/m³. I valori più elevati si riscontrano in stazioni poste fuori dal centro abitato; in ogni caso la media annua è molto lontana dal limite di legge di 10 µg/m³.

Il monossido di carbonio è misurato solo da una stazione di misura (CENSA2); la media annua è pari a 0.3 mg/m³, il 98° percentile è pari a 1 mg/m³ e la massima media oraria è pari a 3 mg/m³, quindi ben inferiore al limite di legge di 12 mg/m³ sulla massima media mobile di otto ore.

Per il biossido di azoto si rileva una variazione dei valori medi annui tra 6 e 11 µg/m³, dei 98ⁱ percentili tra 27 e 49 µg/m³ e dei valori massimi orari tra 81 e 119 µg/m³. I valori rilevati sono ben al di sotto dei limiti di legge sulla media oraria (260 µg/m³), sulla soglia di allarme (400 µg/m³) e sulla media annua (52 µg/m³).

L'ozono è misurato in tre stazioni su quattro (con l'esclusione della CENSA0); i valori medi annui oscillano tra 59 e 70 µg/m³, i 98ⁱ percentili tra 105 e 120 µg/m³ e i valori massimi orari tra 163 e 193 µg/m³. Una sola volta è stata superata, a fine Agosto, la soglia di informazione di 180 µg/m³ sulla media oraria; la stazione interessata al fenomeno è la CENSA2, che registra anche il valore più elevato del 98° percentile.

Il PM₁₀ è misurato in una sola stazione, la stazione CENSA2; la media annua è pari a 29 µg/m³, il 98° percentile a 96 µg/m³ e la massima media oraria a 371 µg/m³. Il limite di legge sulla media giornaliera, pari a 55 µg/m³, viene violato nell'anno per diciotto volte, inferiore al numero di 35 che la normativa richiede di non superare; la situazione rimane pertanto entro i limiti di legge, sebbene il fenomeno sia da monitorare con attenzione. La media annua è invece abbastanza lontana dal limite di legge di 41.6 µg/m³.

Anche in questo caso, come per Portoscuso, è importante studiare i dati in funzione della direzione di provenienza del vento; il grafico seguente illustra la frequenza di provenienza del vento, ripartita per settori; i settori dominanti sono centrati su O, NE e S.

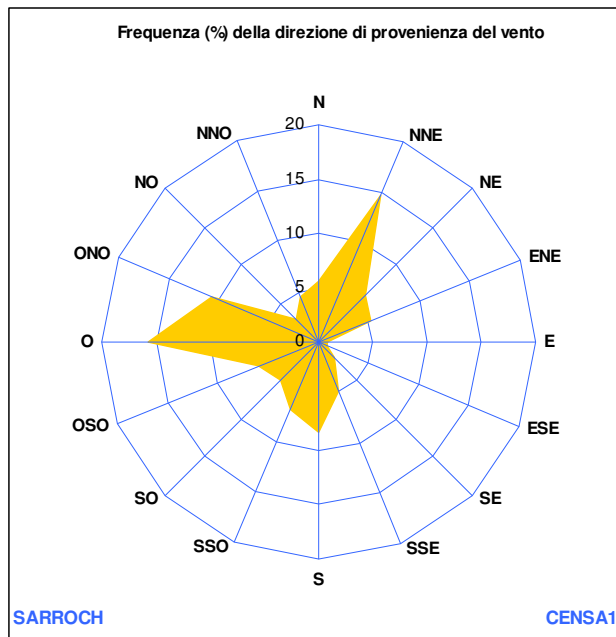


Figura 20 – Rosa dei venti elaborata dai dati rilevati dalla stazione CENSA1 di Sarroch

La figura successiva illustra invece le frequenze percentuali di superamento di alcune soglie (mediana, 90°, 95° e 98° percentile) in funzione del settore di provenienza del vento; le soglie utilizzate valgono rispettivamente 24.2, 52.0, 68.1 e 96.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; come si può vedere le direzioni del vento per le quali si hanno, in percentuale, le maggiori frequenze di superamento delle soglie sono quelle con dei venti prevalenti. È da notare, in particolare, l'elevato numero di superamenti per i settori centrati sulla direzione O, che non corrispondono alla direzione dell'area industriale. Questo può significare che alcune delle cause di inquinamento da polveri sottili non siano da ricercare nelle attività industriali della zona.

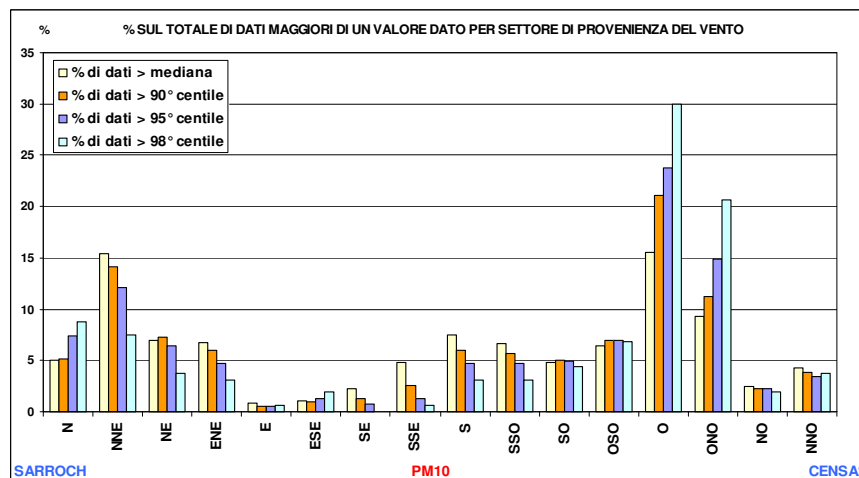


Figura 21 – Superamenti di alcune soglie di PM10 in funzione del settore di provenienza del vento (CENSA2)

Esaminando lo stesso istogramma con frequenze normalizzate per ogni settore si evidenzia come non esistano direzioni del vento realmente preferenziali per i fenomeni di inquinamento da PM10, facendo supporre un inquinamento da fonti diffuse.

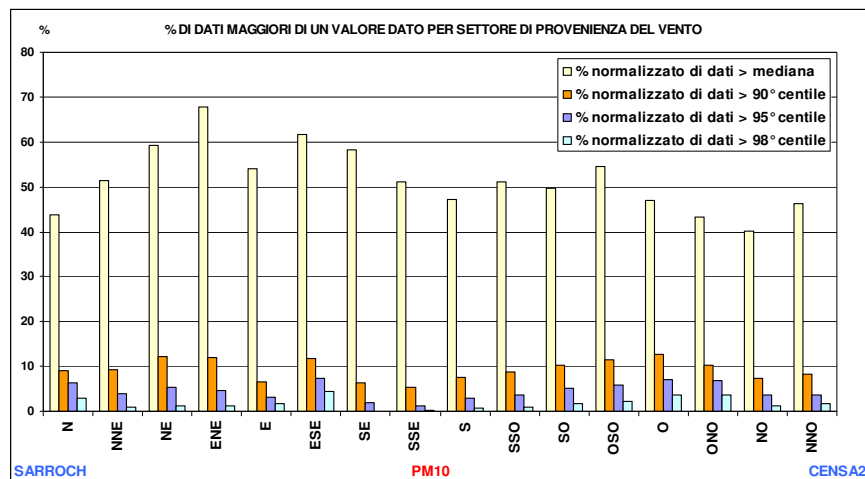


Figura 22 – Superamenti normalizzati delle soglie per i PM10 in funzione della direzione del vento (CENSA2)

Il seguente grafico del giorno tipo di PM10 per le varie ore della giornata evidenzia infatti un andamento a due picchi tipico, ad esempio, dell'inquinamento da traffico; abbastanza caratteristico, anche se non troppo marcato in questo caso, l'abbassamento dei livelli durante la domenica.

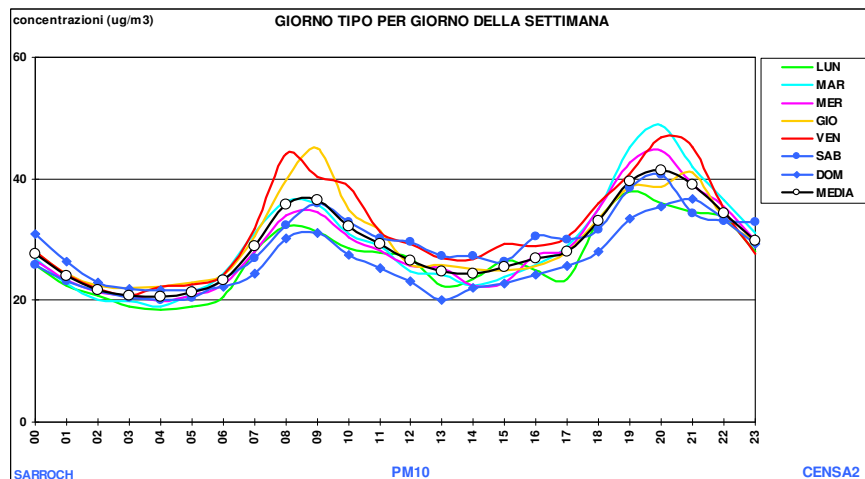


Figura 23 – Giorno tipo in funzione dei giorni della settimana per i PM10 della stazione CENSA2

Per il biossido di zolfo i valori medi annui oscillano tra 4 e 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, i 98ⁱ percentili tra 29 e 307 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e i massimi orari tra 185 e 1216 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; i valori più elevati si riscontrano purtroppo nella stazione CENSA2, in ambito urbano; i valori medi e i 98ⁱ percentili delle altre stazioni sono tra loro confrontabili, mentre il massimo orario rilevato dalla CENSA1 (812 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) è molto superiore a quello delle altre due. Il valore limite per la protezione della salute umana sulla media oraria, pari a 380 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, viene superato 4 volte nella CENSA1 (un numero inferiore a quello massimo di 24 consentito dalla legge), ma ben 117 volte nella CENSA2, comportando un netto superamento del limite di legge. La soglia di allarme (tre ore consecutive con valori maggiori di 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) viene superata solamente nella stazione CENSA2, per 4 volte.

Riportando in grafico il numero di superamenti dei livelli orari di 380 e 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la stazione CENSA2 in funzione della direzione di provenienza del vento si rende evidente la direzionalità delle cause di inquinamento. Infatti il settore NE fa registrare circa il 50% dei superamenti del

livello di 380 µg/m³ e il settore NNE poco meno del 40%; per quanto riguarda il superamento del livello di 500 µg/m³ sono ancora i settori NE e NNE a essere fortemente prevalenti; i settori da E a NNO in senso orario (praticamente tutti i settori non rivolti verso l'area industriale) non presentano superamenti.

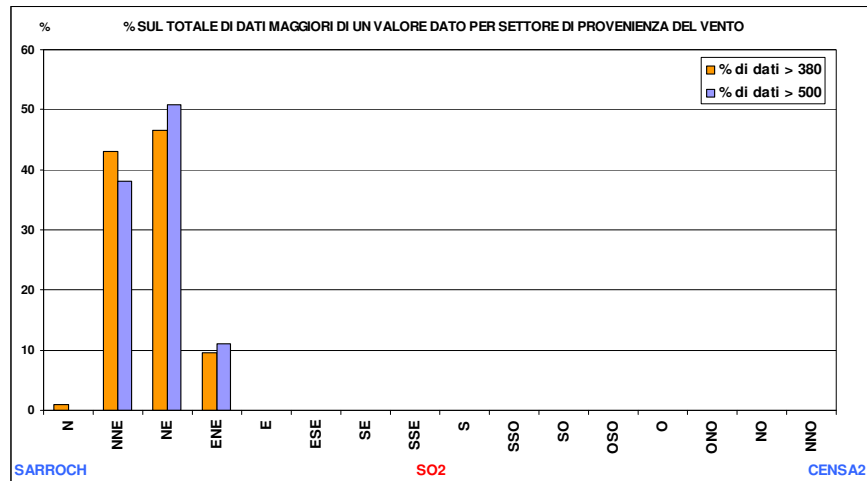


Figura 24 – Superamenti di alcune soglie di SO₂ in funzione del settore di provenienza del vento (CENSA2)

Analoga situazione si ha per la stazione CENSA1 posta a NNO della CENSA2; la rotazione dei picchi verso ENE è abbastanza indicativa del posizionamento delle sorgenti emissive più rilevanti per le due stazioni, corrispondente alla parte dell'area industriale posta a NE del centro abitato.

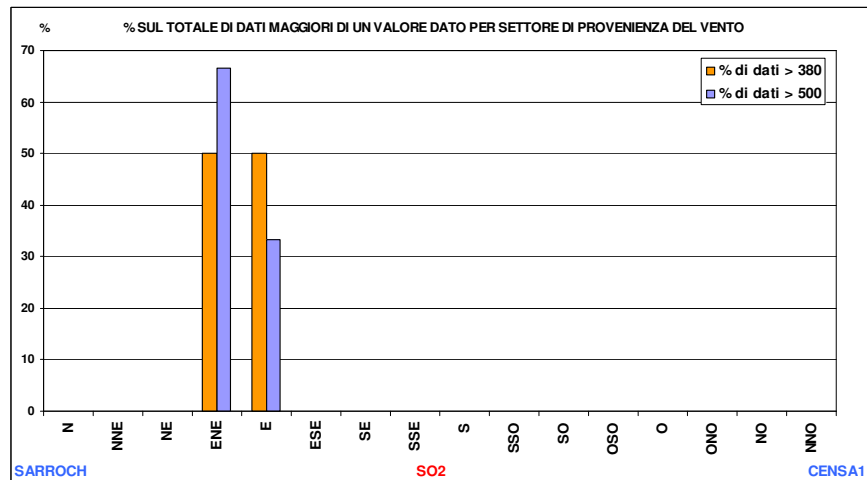


Figura 25 – Superamenti di alcune soglie di SO₂ in funzione del settore di provenienza del vento (CENSA1)

I valori più elevati, come dimostra il grafico seguente, si verificano generalmente durante le ore finali della mattinata; questo è dovuto alle particolari situazioni meteorologiche del sito, principalmente al regime di brezze tipico delle località marine.

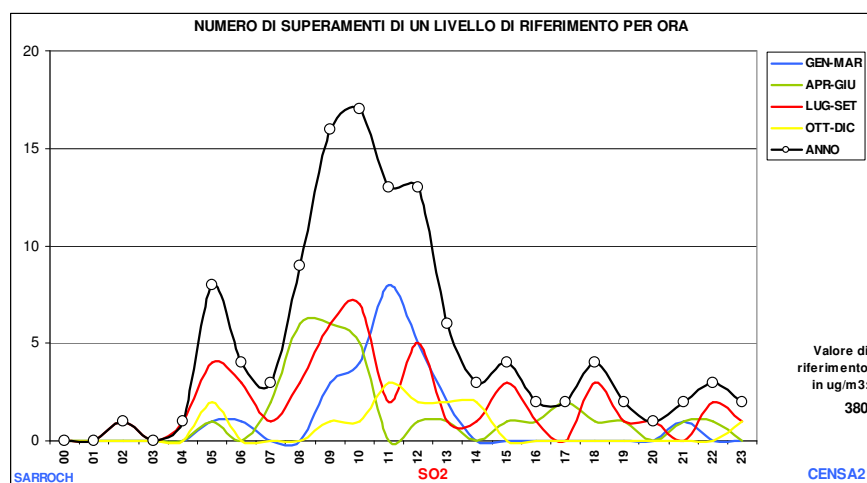


Figura 26 – Numero di superamenti del livello di 380 µg/m³ per ora della giornata per l'SO₂ (CENSA2)

Le polveri totali sospese sono rilevate dalle stazioni che non misurano i PM10; i valori medi annui variano tra 19 e 77 µg/m³, i 98ⁱ percentili tra 40 e 164 µg/m³ e i valori massimi biorari, abbastanza vicini tra loro, tra 226 e 269 µg/m³.

Nel complesso l'area di Sarroch, come quella di Portoscuso, presenta elevate concentrazioni di polveri e, soprattutto, di SO₂; a differenza della zona di Portoscuso, tuttavia, i superamenti dei limiti di legge per il biossido di zolfo sono stati rilevati in area urbana e, di conseguenza, assumono una maggiore rilevanza per la protezione della salute umana.

AREA DEL CAMPIDANO

In realtà l'area del Campidano comprende diverse situazioni: San Gavino, dotata di due stazioni di misura in posizioni diametralmente opposte rispetto al centro urbano, Nuraminis, con una stazione ubicata in funzione del controllo delle emissioni del vicino cementificio, Villacidro, la cui stazione si trova in area industriale, e Villasor, con una stazione alla periferia del centro abitato.

Nell'anno 2004 le stazioni di misura hanno avuto una funzionalità più che soddisfacente, con percentuali di dati utili sul totale quasi sempre superiori all'85%.

Nell'area sono stati rilevati alcuni superamenti dei limiti di legge nelle stazioni di Nuraminis e Villasor, relativamente ai PM10.

Nessuna delle cinque stazioni dell'area misura il benzene e il ossido di carbonio.

Per quanto riguarda il biossido di azoto le medie annue variano tra 7 e 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, i 98ⁱ percentili tra 25 e 61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e i massimi orari tra 70 e 225 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; i valori più elevati si riscontrano nelle stazioni di Nuraminis e Villasor.

L'ozono è misurato solo in due stazioni (San Gavino e Villacidro); le medie annue sono attestate in entrambi i casi sui 53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, i 98ⁱ percentili variano tra 94 e 112 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e i massimi orari tra 114 e 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La stazione di San Gavino mostra i valori più elevati.

Le polveri fini sono monitorate in tre stazioni (Nuraminis, San Gavino e Villasor); i valori medi annui variano tra 32 e 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, i 98ⁱ percentili tra 76 e 118 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e i massimi orari tra 199 e 431 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La stazione con i valori più elevati è quella di Villasor (CENVS1). Il limite sulla media giornaliera di 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ è violato nell'anno 14 volte nella stazione CENSG1 di San Gavino (inferiore al numero massimo di 35 volte ammesso dalla legge), ma 45 volte nella stazione di Nuraminis e 50 volte nella stazione di Villasor.

Esaminando il caso di Nuraminis, appare evidente dal seguente grafico come i valori più elevati si riscontrino nel periodo che va da Giugno a Ottobre, con un altro picco, meno accentuato, a Dicembre.

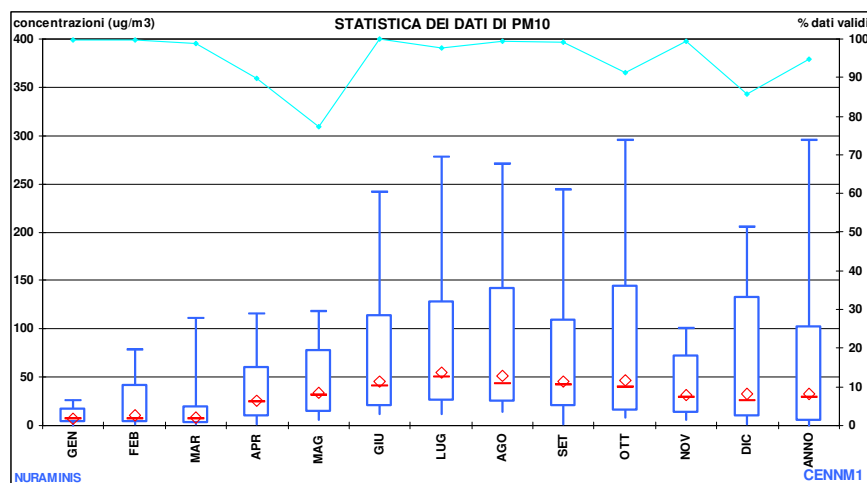


Figura 27 – Andamento delle concentrazioni di PM10 nel corso dell'anno per la stazione di Nuraminis

Esaminando, nella seguente figura, la ripartizione dei valori più elevati per direzione di provenienza del vento si notano due picchi, uno centrato sulla direzione NNO e l'altro sulla direzione SSE, diametralmente opposta. I valori presi come riferimento sono la mediana, il 90°, 95° e 98° percentile delle medie orarie di PM10 che, nel caso della stazione di Nuraminis, valgono rispettivamente 28.6, 58.1, 72.0 e 90.7 µg/m³; per l'elaborazione sono state tenute in considerazione solo le ore dell'anno per le quali si aveva contemporaneamente una misurazione valida di PM10 e di direzione del vento e velocità del vento non nulla (in totale 5472 ore).

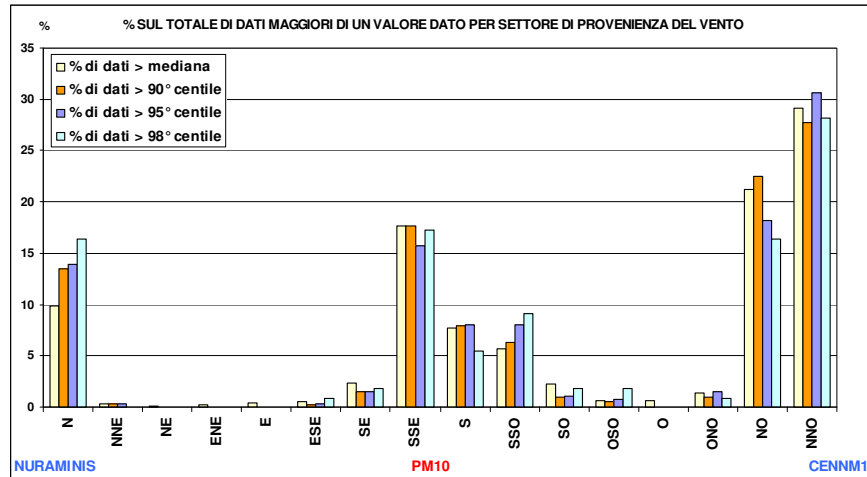


Figura 28 – Ripartizione dei valori più elevati di PM10 per direzione di provenienza del vento (CENN1)

I picchi rispettano la distribuzione percentuale della direzione dei venti nel sito, riportata nella figura successiva; i venti dominanti sono quelli da NO, NNO e SSE.

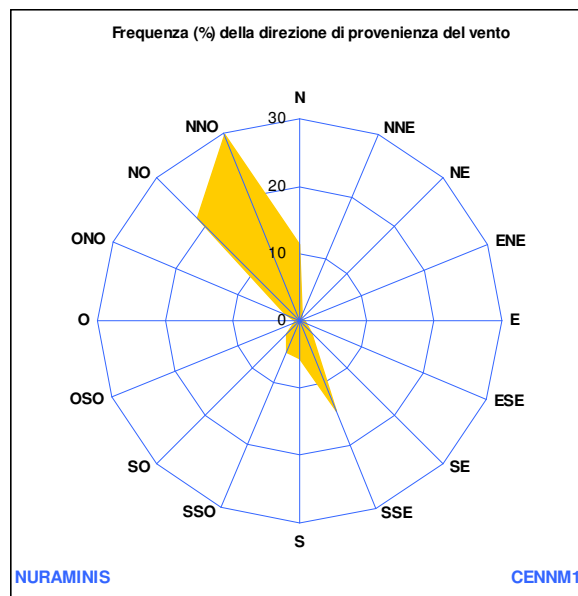


Figura 29 – Direzioni prevalenti di provenienza del vento a Nuraminis

La causa dei valori elevati in corrispondenza dei settori settentrionali è spiegabile, almeno in parte, con la collocazione della stazione di misura rispetto al cementificio di Samatzai (circa 1 km a sud – sud est), sottovento rispetto ai venti dominanti. Meno immediata é la spiegazione dei valori elevati dai settori meridionali, dove sono presenti nel breve-medio raggio solamente attività di natura

agricola; un fattore di confondimento potrebbe essere rappresentato dal traffico veicolare lungo la prospiciente strada Nuraminis – Samatzai. In effetti, riportando su grafico il giorno tipo ripartito per i giorni della settimana (figura successiva), appare evidente come le concentrazioni più elevate si ritrovino in corrispondenza delle ore 6, 7 e 8 del mattino, con la quasi totale scomparsa del relativo picco il sabato e, soprattutto, la domenica.

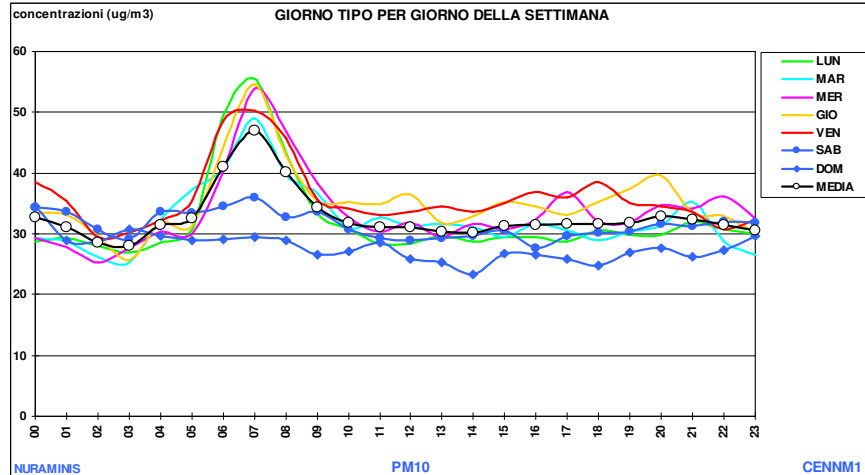


Figura 30 – Giorno tipo per giorno della settimana per i PM10 a Nuraminis

In ogni caso la stazione di Nuraminis, posta lontano dai centri abitati, è poco significativa per la protezione della salute umana.

Per quanto riguarda i superamenti nella stazione di Villasor, questi dovrebbero essere principalmente dovuti ai lavori in corso per la sistemazione dell'argine di un vicino canale che passa a poca distanza dalla stazione in direzione approssimativamente ENE-SSO; questi lavori comportano infatti un rilevante traffico di mezzi pesanti per movimentazione terra. È difficile invece che i superamenti possano essere attribuiti solamente all'attività del stabilimento per la lavorazione della barbabietola da zucchero, posto a NO a poca distanza dalla stazione di misura. Lo stabilimento ha infatti un ciclo di lavorazione stagionale, basato sulla disponibilità della materia prima; le attività principali hanno la durata di circa un mese e i loro effetti sono evidenti soprattutto sulle concentrazioni di H2S e SO2, riportate nei seguenti grafici.

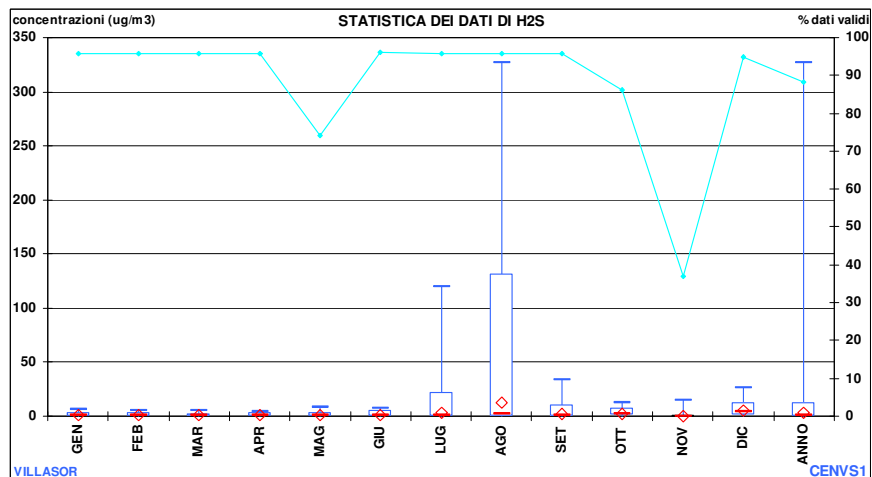


Figura 31 – Andamento mensile dei valori di H2S a Villasor

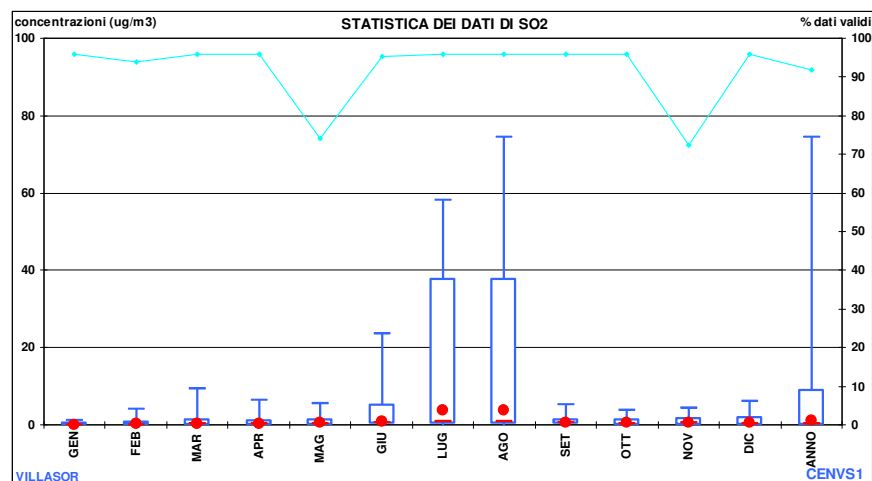


Figura 32 – Andamento mensile dei valori di SO2 a Villasor

I valori di PM10, invece, pur evidenziando una crescita nel periodo Luglio-Agosto, non mostrano differenze troppo marcate tra un mese e l'altro.

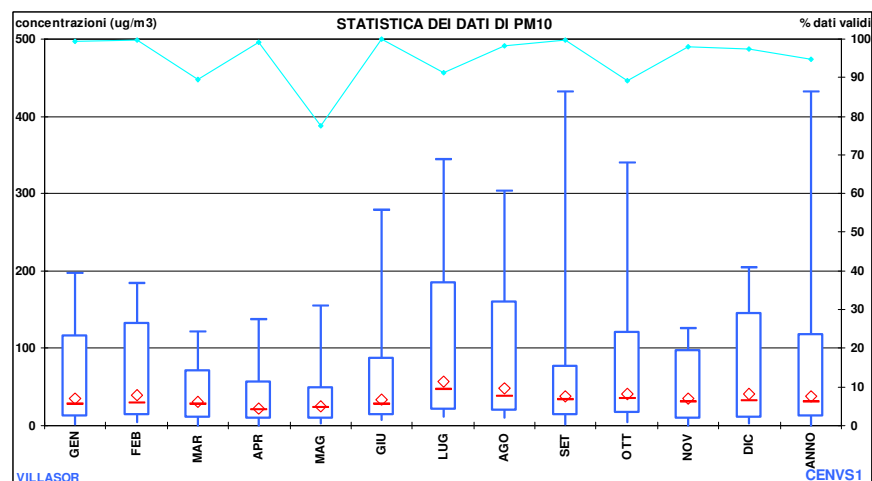


Figura 33 – Andamento mensile dei valori di PM10 a Villasor

Se si analizza (figura successiva) il numero di superamenti di alcune soglie di PM10 (mediana, 90°, 95° e 98° percentile) per direzione di provenienza del vento per la stazione di Villasor, normalizzato rispetto ad ogni direzione, si può vedere come non risultino evidenti direzioni predominanti per i livelli elevati di concentrazione; questo è probabilmente indice della presenza di sorgenti diffuse. I valori di confronto sono pari a 29.8, 64.5, 84.3 e 120.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Anche il grafico del numero di superamenti di una soglia per ora della giornata fa pensare a cause diverse dalle lavorazioni industriali; in questo caso, con soglia impostata a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, si evidenzia l'assenza di superamenti nelle ore notturne e la flessione alle ore 12, spiegabile con una interruzione temporanea delle emissioni inquinanti dovuta a una pausa nelle attività che le producono. I picchi attorno alle ore 7 e alle ore 20 possono essere probabilmente attribuiti al normale traffico veicolare.

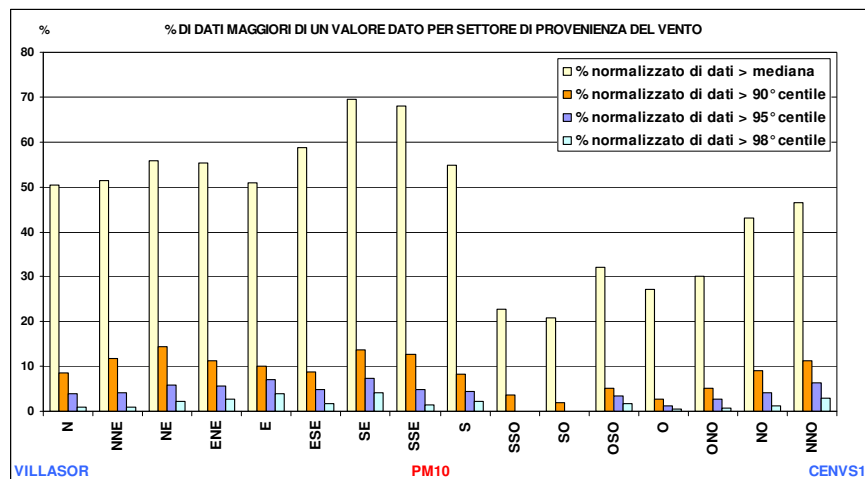


Figura 34 – Superamenti normalizzati delle soglie per i PM10 in funzione della direzione del vento (CENVS1)

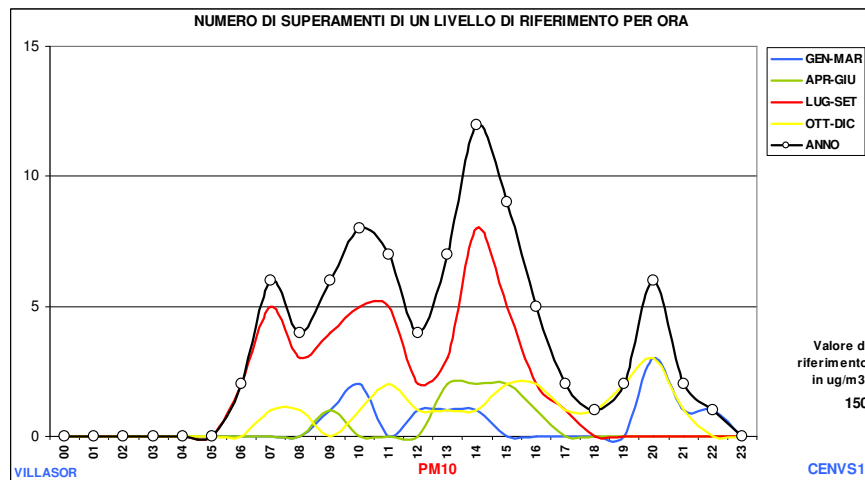


Figura 35 – Superamenti normalizzati delle soglie di 150 µg/m³ per i PM10 in funzione dell'ora della giornata (CENVS1)

Meno facile è individuare la causa dei superamenti del limite di 55 µg/m³ sulla media giornaliera per i PM10 nella stazione CENSG1, a San Gavino; la stazione è posta appena al di fuori del centro abitato, ai bordi del parcheggio esterno dell'ospedale. I grafici del giorno tipo per il PM10 non forniscono informazioni particolari, tranne un leggero innalzamento del valore medio in corrispondenza delle ore 9 e 10 e delle ore 21 rispetto alle altre ore. L'andamento non sembra influenzato in maniera rilevante nemmeno dal giorno della settimana (anche se si nota un leggero abbassamento dei valori nelle ore serali della domenica); appare più evidente la differenza tra i vari periodi dell'anno, ma senza che questo conduca a informazioni precise sulle cause del fenomeno. Considerando il giorno tipo calcolato solo sui giorni in cui c'è stato il superamento della media giornaliera (Figura 38), si può notare dal grafico, che riporta anche le oscillazioni tra minimo e massimo dei valori orari, come le ore centrate attorno alle 13 e 14 siano quelle in cui si registrano i valori più elevati. Queste ore potrebbero corrispondere con quelle dell'ingresso-uscita dei visitatori all'ospedale nel primo pomeriggio, ma in tal caso non si comprende come un analogo picco non si registri anche per le visite della sera.

Purtroppo non è possibile correlare i dati della stazione con la direzione del vento perché le due stazioni di San Gavino non sono dotate di apparecchiature per la misura dei parametri meteorologici.

Regione Autonoma della Sardegna
 Relazione sulla qualità dell'aria in Sardegna nell'anno 2004

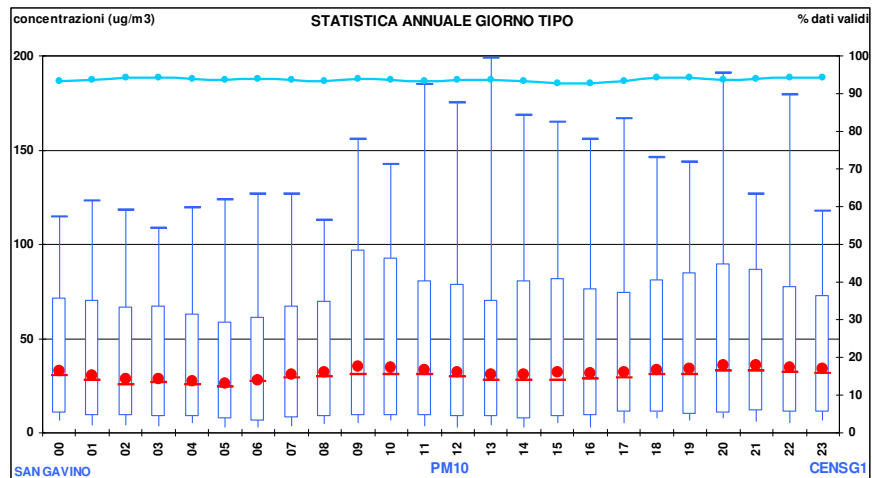


Figura 36 – Principali indicatori statistici del giorno tipo per i PM10 nella stazione CENSG1

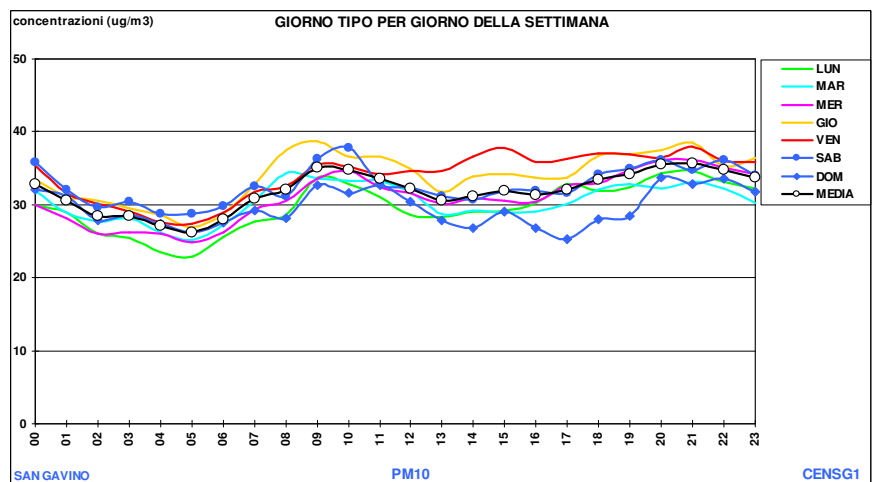


Figura 37 – Giorno tipo per giorno della settimana per i PM10 nella stazione CENSG1

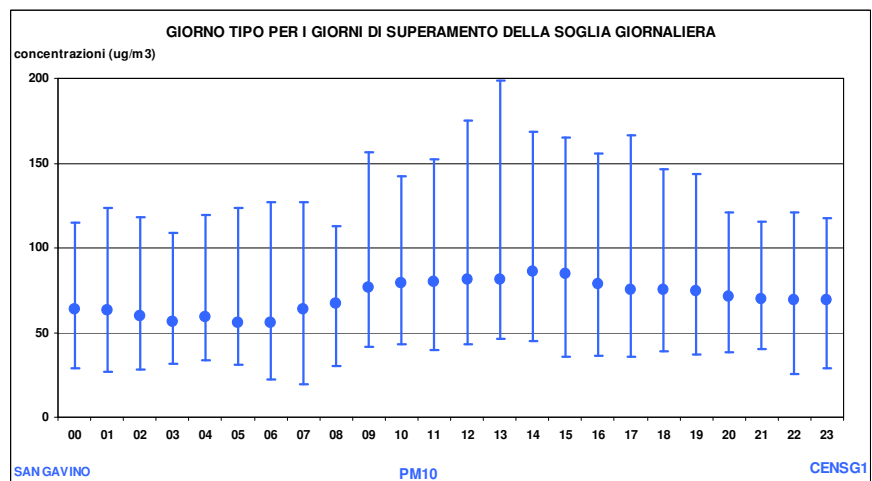


Figura 38 – Giorno tipo elaborato sui giorni di superamento della media giornaliera per i PM10 nella stazione CENSG1

Le concentrazioni di biossido di zolfo si mantengono molto basse rispetto ai limiti di legge: le medie annue oscillano attorno a 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, i 98ⁱ percentili variano tra 2 e 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e i valori orari massimi tra 13 e 99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le polveri totali sospese sono misurate nelle due stazioni (San Gavino e Villacidro) che non misurano i PM10; le media annue variano tra 21 e 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, i 98ⁱ percentili tra 65 e 87 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e i valori biorari massimi tra 253 e 276 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'area del Campidano centrale non mostra situazioni particolarmente allarmanti, poiché i valori rilevati per i vari inquinanti risultano generalmente nella norma; da tenere sotto controllo l'inquinamento da polveri sottili.

PROVINCIA DI NUORO

NUORO CITTÀ

Le stazioni di monitoraggio relative alla città di Nuoro sono ubicate in zona urbana (due stazioni) e in area urbana periferica (campo CONI); il carico inquinante rilevato deriva quindi principalmente dal traffico veicolare e, nel periodo invernale, dal riscaldamento degli edifici.

Nell'anno 2004 le stazioni di misura di Nuoro hanno avuto una funzionalità più che soddisfacente, con percentuali di dati utili sul totale quasi sempre superiori al 90%.

Nell'anno 2004 non si registrano superamenti dei limiti di legge, ma bisogna tenere in debita considerazione il fatto che le tre stazioni di monitoraggio non dispongono di strumentazione per la misura di benzene e, soprattutto, di PM10.

Il monossido di carbonio è rilevato in tutte le stazioni; il valore massimo orario registrato è di 11.2 mg/m³, comunque al di sotto del limite di 12 mg/m³ per la massima media mobile di otto ore. I valori medi annui oscillano tra 0.7 e 1.2 mg/m³ e i 98ⁱ percentili tra 1.3 e 2.6 mg/m³.

Per il biossido di azoto i valori osservati mostrano una variazione dei valori medi annui tra 16 e 34 µg/m³ (al di sotto del limite di legge di 52 µg/m³), mentre i 98ⁱ percentili variano tra 48 e 107 µg/m³ e i massimi orari sono compresi tra 115 e 187 µg/m³; i valori più elevati vengono misurati nella stazione CENNU1 e quelli più bassi nella CENNU3.

Il giorno tipo per NO₂ riferito a un trimestre della stazione CENNU2, riportato nel grafico seguente, evidenzia chiaramente l'influenza della stagione per le concentrazioni di questo inquinante; le stagioni fredde sono quelle in cui si hanno i valori maggiori, a causa probabilmente dell'influenza delle emissioni degli impianti di riscaldamento. I due picchi in corrispondenza delle ore 8 e 19 denotano invece l'influenza del traffico; evidenziato e reso ancora più comprensibile nel grafico successivo, che riporta il giorno tipo per giorno della settimana, in cui è evidente l'abbassamento dei valori nei giorni di sabato e, soprattutto, di domenica.

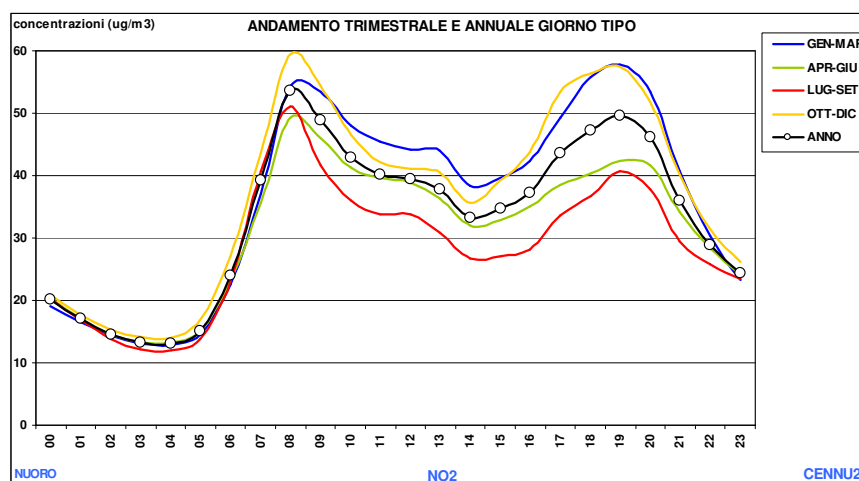


Figura 39 – Giorno tipo per trimestre per l'NO₂ della stazione CENNU2

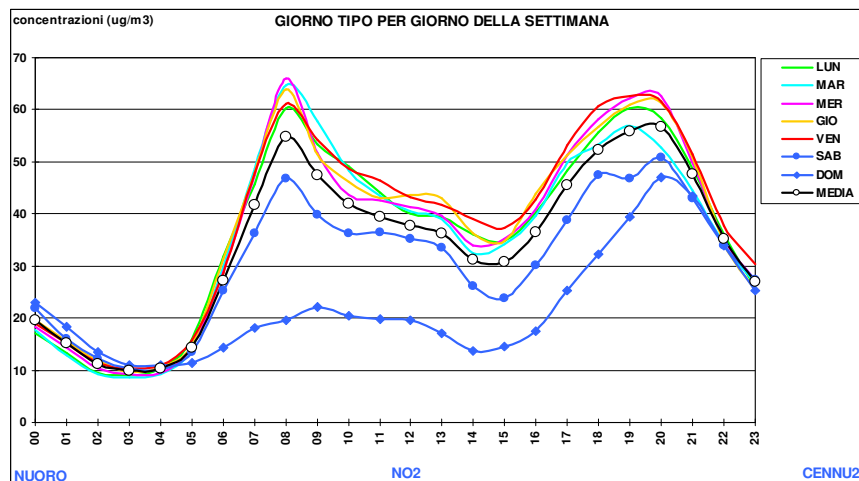


Figura 40 – Giorno tipo per giorno della settimana per l'NO2 della stazione CENNU2

L'ozono è misurato solo dalla stazione CENNU2; la media annua è pari a 63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, il 98° percentile a 119 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e il massimo valore orario a 155 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, al di sotto della soglia di informazione di 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dalla figura seguente emerge chiaramente l'andamento stagionale delle concentrazioni di questo inquinante, favorite dalla elevate temperature e dall'irraggiamento solare, e si evidenzia l'influenza del traffico, le cui emissioni determinano gli abbassamenti in corrispondenza delle ore 8 e delle ore 19-20. Come al solito in area urbana i massimi di NO2 sono in relazione con i minimi di O3 e viceversa, a causa della particolare dinamica di formazione degli inquinanti secondari.

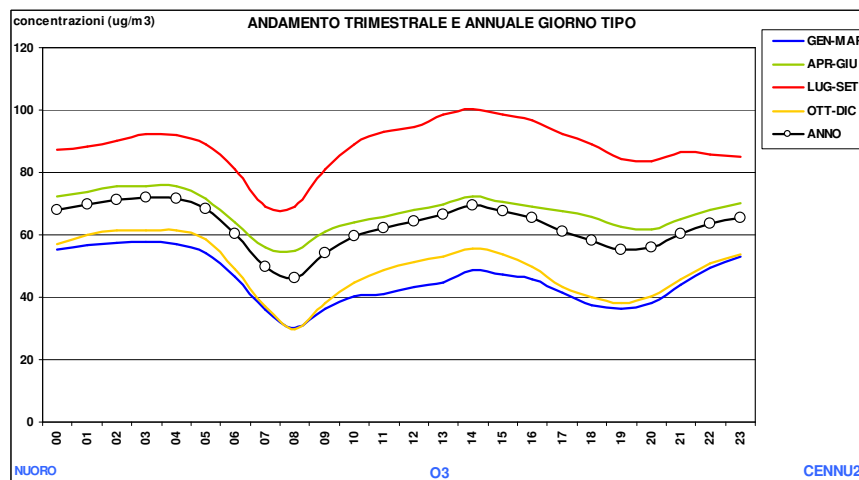


Figura 41 – Giorno tipo delle concentrazioni di Ozono in funzione del trimestre per la stazione CENAS8

Per il biossido di zolfo i valori medi oscillano tra 5 e 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, i 98ⁱ percentili tra 8 e 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e i massimi orari tra 18 e 114 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Il valore massimo orario di 114 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (rilevato nella CENNU1) è certamente dovuto a cause anomale rispetto ai livelli normali in città; questo valore e tutti i valori superiori ai 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sono stati registrati, infatti, in un unico giorno dell'anno.

Il particolato totale sospeso ha medie annue comprese circa tra 30 e 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 98ⁱ percentili compresi tra 90 e 111 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e valori massimi orari tra 297 e 503 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Purtroppo non è possibile

rapportare questi valori con quelli di PM10, che potrebbero costituire, come in altre aree urbane, il maggiore problema di inquinamento atmosferico.

AREA DI OTTANA

Le due stazioni ubicate in questa zona sono posizionate a ovest del centro abitato, ai margini dell'area industriale che accoglie una centrale elettrica e diversi stabilimenti di chimica fine e di produzione di materie plastiche, peraltro ormai in forte crisi. Una stazione (CENOT2) si trova ai margini occidentali dell'area industriale, l'altra (CENOT3), dotata anche di stazione meteorologica, si trova invece interposta tra l'area industriale e il centro abitato, a circa cinquecento metri da esso.

Nell'anno 2004 le stazioni di misura di Ottana hanno avuto una funzionalità più che soddisfacente, con percentuali di dati utili sul totale quasi sempre superiori al 90%.

Nell'anno 2004 non si registrano superamenti dei limiti di legge, ma bisogna tenere in considerazione che le stazioni di monitoraggio non dispongono di strumentazione per la misura di PM10.

Una sola stazione misura il monossido di carbonio; la media annua è pari a 0.9 mg/m³, il 98° percentile a 1.6 mg/m³ e il massimo valore orario a 2.2 mg/m³, abbondantemente al di sotto del limite di legge di 12 mg/m³ sulla media mobile di otto ore.

Per quanto riguarda il biossido di azoto le medie annue oscillano tra 10 e 20 µg/m³, i 98ⁱ percentili tra 33 e 86 µg/m³, i massimi orari tra 60 e 144 µg/m³; i valori più elevati si riscontrano nella stazione CENOT2.

L'ozono ha medie annue che oscillano tra 55 e 62 µg/m³, 98ⁱ percentili tra 122 e 128 µg/m³ e massimi orari tra 155 e 177 µg/m³. I grafici dei giorni tipo per entrambe le stazioni evidenziano l'innalzamento dei valori nel periodo caldo e un andamento, nell'arco della giornata, tipico di siti non influenzati in maniera importante dal traffico veicolare. A titolo di esempio si riportano i due grafici per la stazione CENOT3; l'andamento è del tutto simile per l'altra stazione. È evidente anche la scarsissima influenza del giorno della settimana sugli andamenti.

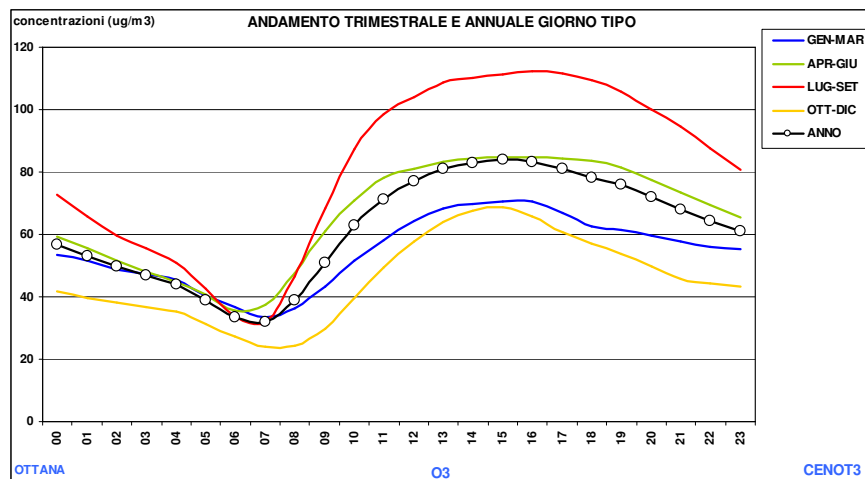


Figura 42 – Giorno tipo in funzione del trimestre per l'O₃ della stazione CENOT3

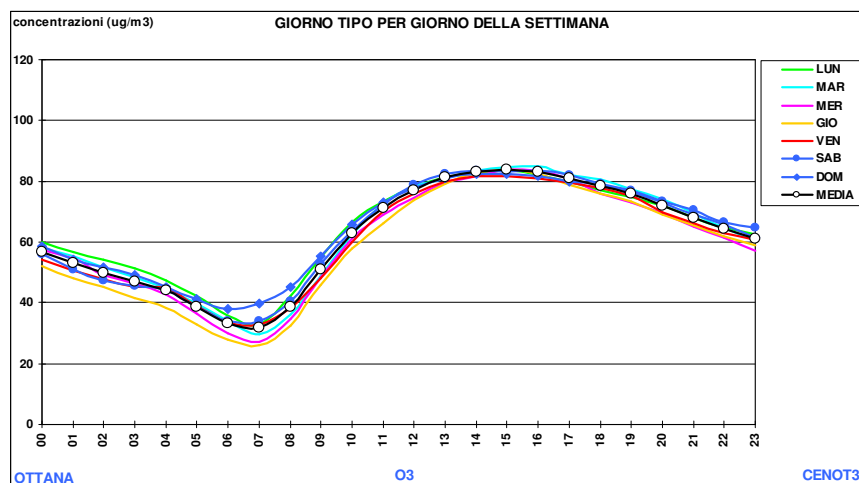


Figura 43 – Giorno tipo in funzione del giorno della settimana per l'O3 della stazione CENOT3

Per quanto riguarda il biossido di zolfo le medie annue variano tra 5 e 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, i 98ⁱ percentili tra 8 e 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e i valori massimi orari tra 103 e 124 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le polveri totali sospese variano nelle medie annue tra 17 e 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, i 98ⁱ percentili tra 55 e 79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e le massime medie orarie tra 323 e 713 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; i valori orari più elevati si riscontrano nella CENOT3, mentre la CENOT2 ha 98ⁱ percentili e media annua più elevati.

SINISCOLA

La stazione, che rileva solamente SO₂ e PTS ed è dotata di stazione meteorologica, è ubicata a sud del centro abitato, in direzione del polo industriale dove è presente un cementificio.

La stazione mostra una funzionalità elevata, oltre il 95%, per entrambi gli strumenti di misura.

Nell'anno 2004 non sono stati rilevati superamenti né per l'SO₂ né per le PTS.

Il valore medio annuo di biossido di zolfo è pari a 5 µg/m³, il 98° percentile a 9 µg/m³ e il massimo orario a 159 µg/m³. Il valore di 159 µg/m³ e tutti i valori più elevati di 20 µg/m³ sono con tutta probabilità dei valori spuri, sfuggiti alla validazione. In ogni caso i dati rilevati mostrano livelli di inquinamento di tutta tranquillità.

Il valore medio annuo di polveri totali sospese è pari a 41 µg/m³, il 98° percentile a 188 µg/m³ e il massimo orario a 999 µg/m³. Il grafico del giorno tipo per trimestre mostra un andamento abbastanza marcato, con valori più elevati nelle ore centrali della giornata. È notevole anche la differenza tra diversi periodi dell'anno; i due trimestri caldi hanno un andamento simile tra loro, così come i trimestri freddi, pur con differenze abbastanza marcate nelle concentrazioni. Il grafico del giorno tipo per giorno della settimana non fornisce invece particolari informazioni.

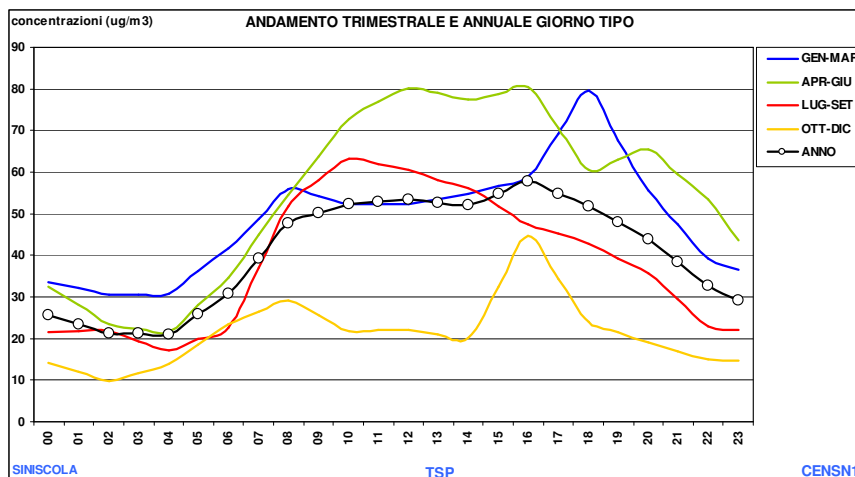


Figura 44 – Giorno tipo per trimestre per le PTS della stazione CENS1

Analizzando i dati in funzione della direzione del vento si hanno invece ulteriori dettagli sull'inquinamento da polveri. Anzitutto è utile riportare la rosa dei venti elaborata sui dati della stazione; come si può vedere le direzioni prevalenti di provenienza del vento sono ONO, O, OSO, SSO, NE e ENE, con settore dominante ONO.

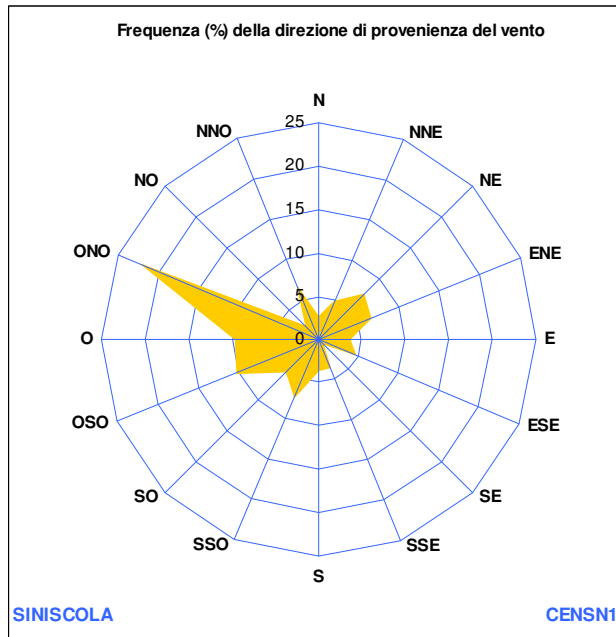


Figura 45 – Rosa dei venti elaborata sui dati della stazione CENSNI

Analizzando la ripartizione dei dati maggiori di alcune soglie assegnate (in questo caso mediana, 90°, 95° e 98° percentile) per settore di provenienza del vento risulta evidente come questi si distribuiscano seguendo le direzioni di provenienza prevalenti.

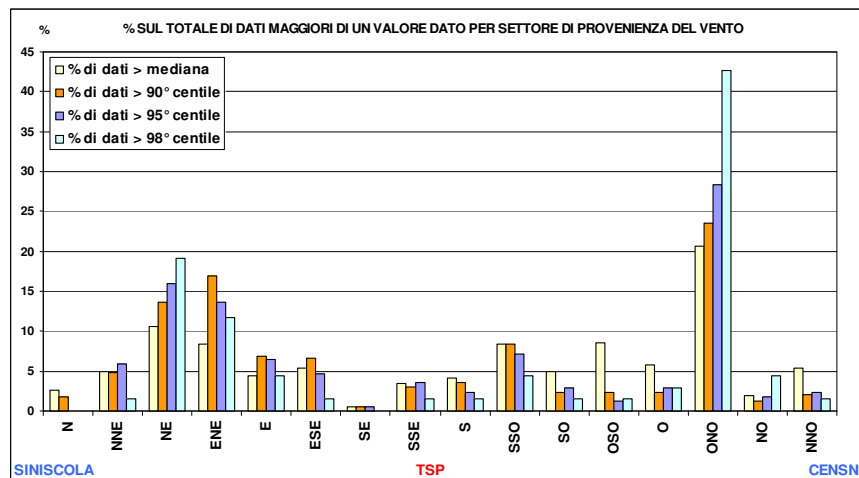


Figura 46 – Ripartizione dei dati maggiori di alcune soglie assegnate per direzione di provenienza dei venti per le PTS della stazione CENSNI

Analizzando la stessa distribuzione (figura seguente) con una normalizzazione per settore si evidenziano invece le direzioni di provenienza di “maggior rischio”, che risultano quelle centrate sul settore ENE (in direzione del centro abitato) e, in misura minore, quelle incentrate sui settori SSO (in direzione della zona industriale) e ONO (in direzione della superstrada), queste ultime praticamente alla pari.

Regione Autonoma della Sardegna
Relazione sulla qualità dell'aria in Sardegna nell'anno 2004

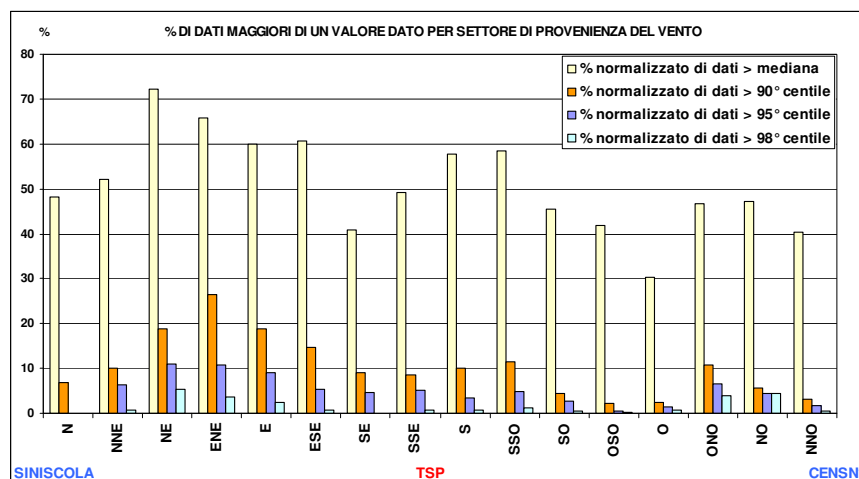


Figura 47 – Ripartizione normalizzata dei dati maggiori di alcune soglie assegnate per direzione di provenienza dei venti per le PTS della stazione CENSNI

Analizzando i superamenti di due soglie orarie prefissate (250 e 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) per direzione di provenienza del vento risulta abbastanza chiaro come, quasi sempre, i valori di concentrazione più elevata si abbiano con venti provenienti da ONO. Le situazioni di maggior inquinamento generate da emissioni provenienti dalla zona industriale sembrano quindi relativamente meno numerose.

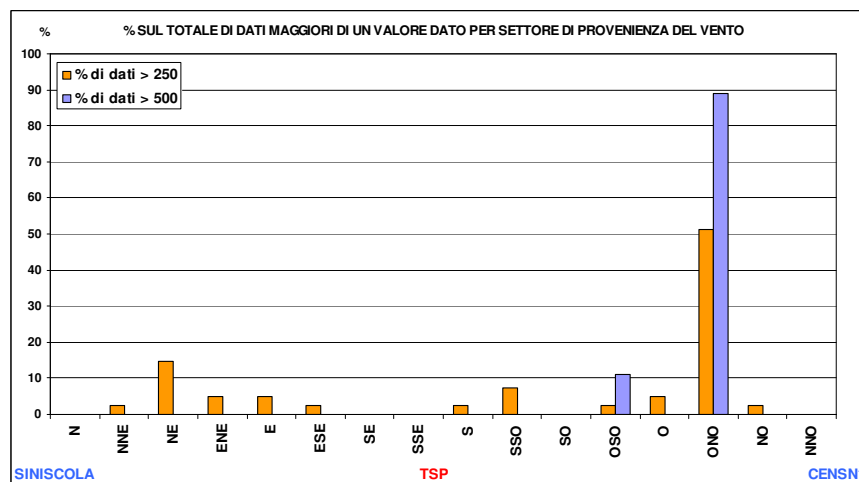


Figura 48 – Ripartizione dei valori superiori ad alcune soglie per direzione di provenienza dei venti per le PTS della stazione CENSNI

COMUNE DI CAGLIARI

La rete del comune di Cagliari è formata da sette stazioni di misura tradizionali e da due DOAS, queste ultime non funzionanti nell'anno 2004. Le stazioni di misura sono tutte dislocate, tranne quella di Tuvixeddu, in prossimità di strade ad elevato traffico e, in alcuni casi, nelle immediate vicinanze di incroci e semafori. Queste stazioni non possono essere ritenute rappresentative dei livelli medi di inquinamento in città, ma solo delle situazioni di inquinamento più acuto.

Nell'anno 2004 solamente tre stazioni (Sant'Avendrace, Viale Diaz e Viale Ciusa) hanno avuto una quantità di dati sufficienti per poter elaborare gli indicatori statistici necessari alla verifica del rispetto dei limiti di legge; tutte le analisi successive verranno quindi effettuate solamente sui dati di queste tre stazioni.

Nell'anno 2004 sono stati riscontrati 58, 34 e 34 superamenti del limite di 55 µg/m³ sulla media giornaliera per i PM₁₀, rispettivamente nelle stazioni di Sant'Avendrace, Viale Diaz e Viale Ciusa; solo nel caso della stazione di Sant'Avendrace il numero di superamenti viola il numero massimo consentito dalla legge (35), mentre le altre sono molto vicine a tale limite.

Nessuna stazione di misura ha avuto una percentuale sufficiente di dati validi per il benzene.

Per quanto riguarda il monossido di carbonio le medie annue variano tra 0.6 e 0.9 mg/m³, i 98ⁱ percentili tra 1.8 e 2.7 mg/m³ e i valori massimi orari tra 7.4 e 15.0 mg/m³; in ogni caso il limite di 12.0 mg/m³ sulla massima media mobile di otto ore non viene mai violato.

Analizzando il giorno tipo per giorno della settimana per la stazione di viale Ciusa appare evidente la dipendenza dal traffico dei livelli di inquinamenti da CO: sono nettissimi i picchi in corrispondenza delle ore 8 e delle ore 19 e gli abbassamenti dei livelli di inquinamento il sabato e, soprattutto, la domenica.

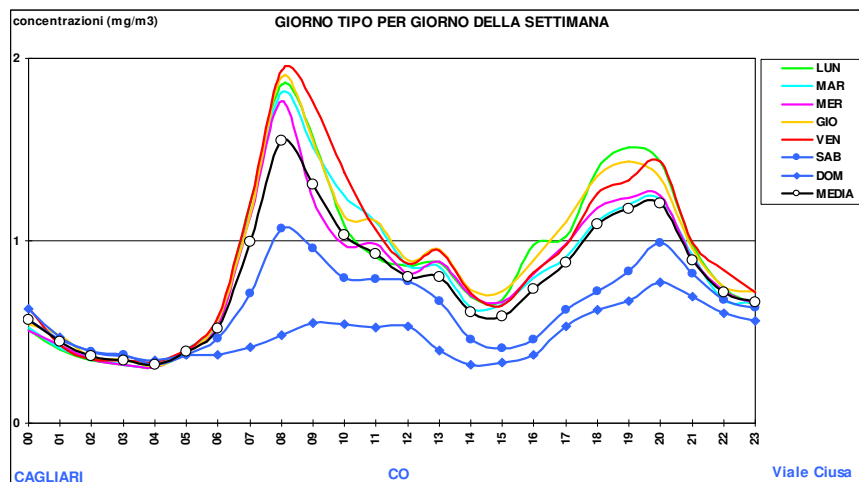


Figura 49 – Giorno tipo di CO per giorno della settimana per la stazione di Viale Ciusa

Le medie annue di biossido di azoto variano tra 37 e 49 µg/m³, i 98ⁱ percentili tra 87 e 128 µg/m³, i valori massimi orari tra 150 e 258 µg/m³, non raggiungendo mai il valore di 260 µg/m³ del livello

di protezione della salute umana. I valori più elevati sono stati raggiunti nella stazione di viale Ciusa.

Anche nel caso del biossido di azoto, questa volta rappresentato per la stazione di Viale Diaz, l'influenza del traffico è netta: sono evidenti i picchi relativi alle ore di maggior traffico, gli abbassamenti dei livelli diurni il sabato e la domenica e l'innalzamento dei valori notturni del fine settimana, questi ultimi corrispondenti al traffico relativo alle uscite serali e notturne della popolazione.

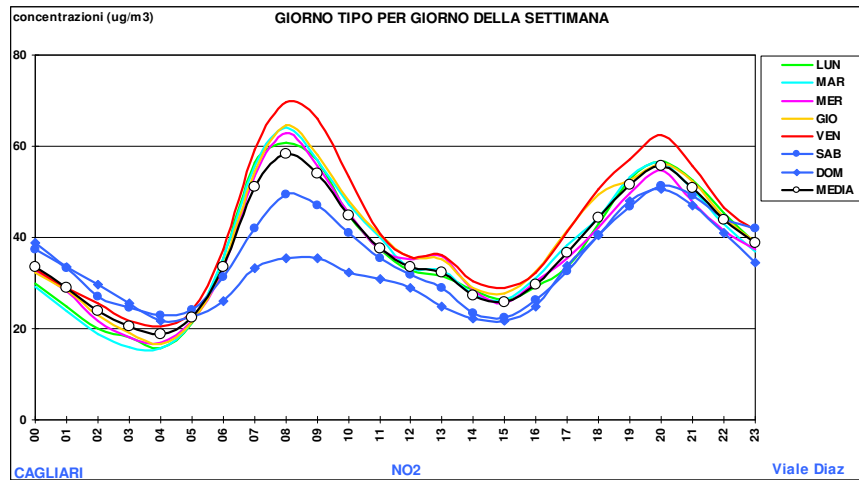


Figura 50 – Giorno tipo di NO₂ per giorno della settimana per la stazione di Viale Diaz

Nel caso dell'ozono le medie annue variano tra 29 e 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, i 98ⁱ percentili tra 88 e 95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e i valori massimi orari tra 133 e 162 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, non raggiungendo mai la soglia di informazione di 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Anche l'ozono, pur non essendo un inquinante emesso, risente in città dell'influenza delle emissioni del traffico, in particolare degli ossidi di azoto. Il grafico del giorno tipo, sempre per la stazione di viale Diaz, mostra chiaramente l'andamento in controtendenza con le concentrazioni di NO₂; particolarmente significative le curve del sabato e della domenica. Il grafico del giorno tipo per trimestri mostra invece l'influenza delle temperature e della radiazione solare sui livelli di questo inquinante.

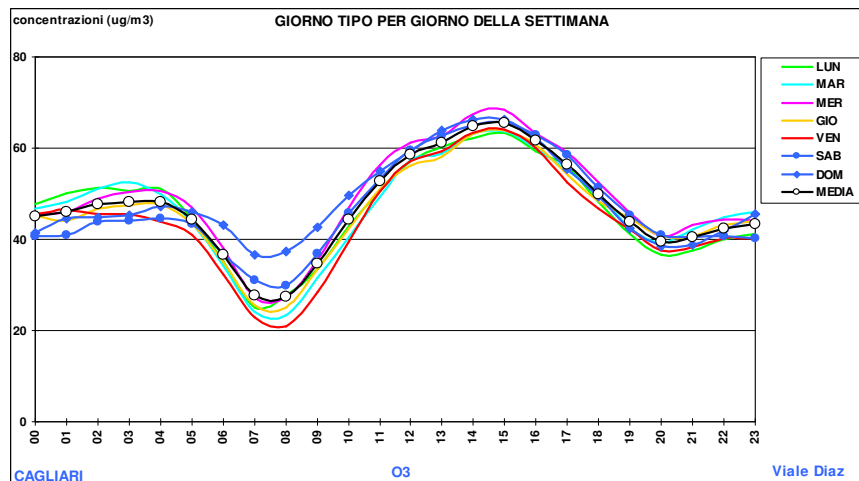


Figura 51 – Giorno tipo di O₃ per giorno della settimana per la stazione di Viale Diaz

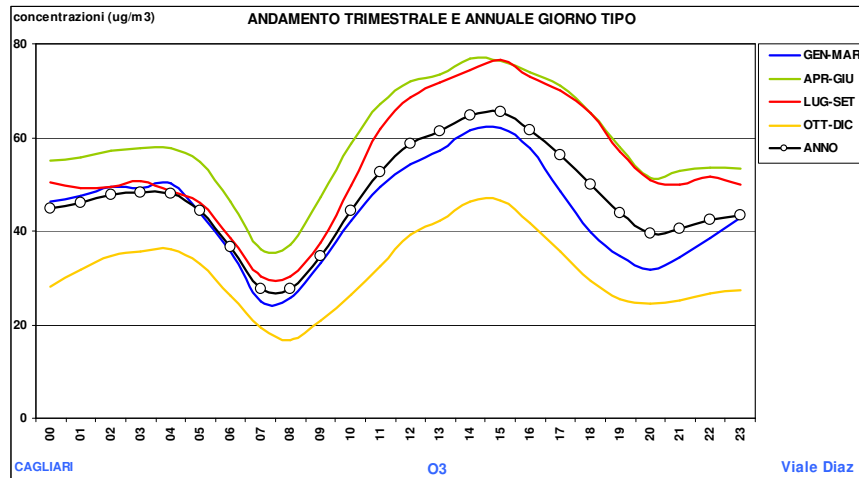


Figura 52 – Giorno tipo di O3 per trimestre per la stazione di Viale Diaz

Le polveri fini con diametro inferiore a 10 µm hanno medie annue che variano tra 38 e 41 µg/m³, 98ⁱ percentili tra 89 e 101 µg/m³ e valori massimi orari tra 205 e 308 µg/m³. I valori più elevati (98° percentile e valore massimo orario) si riscontrano nella stazione di Viale Diaz, mentre la più alta media annua è quella di Viale Ciusa.

Anche in questo caso è netta l'influenza del traffico (seppure con un andamento diverso rispetto agli ossidi di azoto) e della stagione, come si può evincere dalle due seguenti figure relative alla stazione di S.Avendrace. Nel caso dei PM10, come è noto, le particolari condizioni meteorologiche del periodo invernale favoriscono l'accumulo delle polveri sottili in atmosfera; gli stessi fenomeni di accumulo, probabilmente, ritardano e rendono meno evidente il picco serale di concentrazione rispetto all'NO₂.

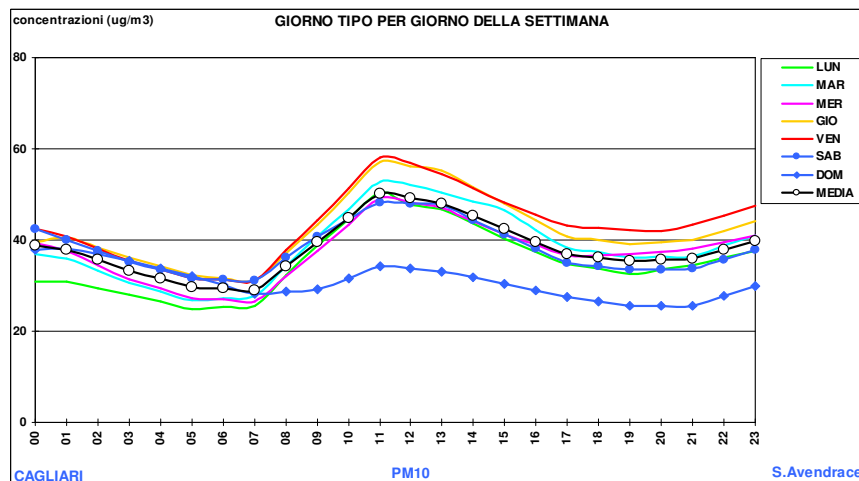


Figura 53 – Giorno tipo di PM10 per giorno della settimana per la stazione di viale S. Avendrace

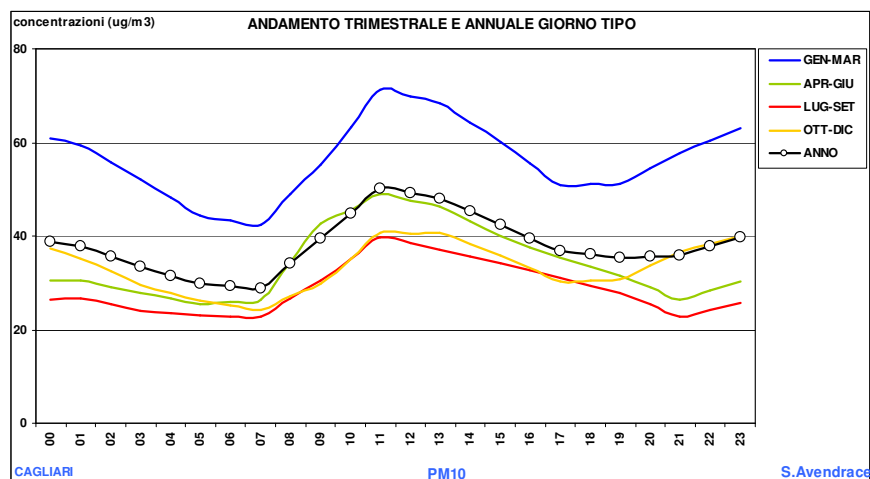


Figura 54 – Giorno tipo di PM10 per trimestre per la stazione di viale S. Avendrace

Infine, per quanto riguarda il biossido di zolfo, non misurato nella stazione di Viale Ciusa, le medie annue variano tra 4 e 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, i 98ⁱ percentili tra 18 e 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e i massimi valori orari tra 141 e 158 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

In definitiva, non disponendo di dati sufficientemente rappresentativi per il benzene, a Cagliari l'unico inquinante monitorato che desta qualche preoccupazione ai fini della protezione della salute umana è il PM10. Bisogna però ricordare che i valori elevati registrati dalle stazioni di monitoraggio si riferiscono a punti di elevato inquinamento, non rappresentativi dell'inquinamento medio cittadino. Sarebbe auspicabile che le stazioni venissero riposizionate in modo da restituire un quadro più significativo della situazione nell'area urbana.