



# Valutazione della qualità dell'aria in Umbria Anno 2013

Relazione tecnica

Giugno 2014

arpa umbria

**3 / Capitolo 1 – Introduzione – Quadro Normativo**

**5 / Capitolo 2 Gli inquinanti – Esposizione della popolazione**

- 5 / 2.1 Particolato fine (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>)
- 6 / 2.2 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)
- 7 / 2.3 Monossido di carbonio (CO)
- 8 / 2.4 Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)
- 8 / 2.5 Idrocarburi aromatici (benzene e benzo(a)pirene)
- 9 / 2.6 Metalli pesanti (Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel)
- 10 / 2.7 Ozono (O<sub>3</sub>)
- 11 / 2.8 Indicatori della Qualità dell'Aria

**13 / Capitolo 3. La rete di monitoraggio**

**15 / Capitolo 4 Risultati monitoraggio da stazioni fisse – Esposizione popolazione**

- 15 / 4.1 Particolato fine (PM<sub>10</sub>)
- 16 / 4.2 Particolato fine (PM<sub>2.5</sub>)
- 17 / 4.3 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)
- 18 / 4.4 Monossido di carbonio (CO)
- 19 / 4.5 Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)
- 20 / 4.6 Idrocarburi aromatici (benzene e benzo(a)pirene)
  - 20 / 4.6.1 Benzene
  - 21 / 4.6.2 Benzo(a)pirene
- 22 / 4.7 Metalli pesanti (Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel)
  - 22 / 4.7.1 Piombo
  - 22 / 4.7.2 Arsenico
  - 23 / 4.7.3 Cadmio
  - 23 / 4.7.4 Nichel
- 24 / 4.8 Ozono (O<sub>3</sub>)

**25 / Capitolo 5 Risultati monitoraggio da stazioni mobili – Esposizione popolazione**

- 25 / 5.1 Posizionamenti dei mezzi mobili
- 26 / 5.2 Particolato fine (PM<sub>10</sub>)
- 29 / 5.3 Particolato fine (PM<sub>2.5</sub>)
- 30 / 5.4 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)
- 32 / 5.5 Monossido di carbonio (CO)
- 33 / 5.6 Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)
- 35 / 5.7 Idrocarburi aromatici - Benzene
- 36 / 5.8 Ozono (O<sub>3</sub>)
- 37 / 5.9 . Idrocarburi aromatici - Benzene in alcuni comuni della regione
- 37 / 5.10 Deposizioni - contenuto di metalli e IPA

**38 / Capitolo 6. Simulazioni – Esposizione popolazione**

- 38 / 6.1 Il modello e i dati di input utilizzati
- 39 / 6.2 Concentrazioni al suolo
- 39 / 6.3 Particolato fine (PM<sub>10</sub>)
- 41 / 6.4 Particolato fine (PM<sub>2.5</sub>)
- 42 / 6.5 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

## Pag / indice

44 / 6.6 Monossido di carbonio (CO)

45 / 6.7 Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)

47 / 6.8 Ozono (O<sub>3</sub>)

### 50 / **Capitolo 7 Conclusioni – Valutazioni qualitative sulla QA regionale e situazioni di criticità**

50 / 7.1 Particolato fine (PM<sub>10</sub>)

55 / 7.2 Particolato fine (PM<sub>2,5</sub>)

57 / 7.3 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

61 / 7.4 Monossido di carbonio (CO)

63 / 7.5 Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)

65 / 7.6 Idrocarburi aromatici (benzene e benzo(a)pirene)

65 / 7.6.1 Benzene

67 / 7.6.2 Benzo(a)pirene

69 / 7.7 Metalli pesanti (Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel)

69 / 7.7.1 Piombo

69 / 7.7.2 Arsenico

69 / 7.7.3 Cadmio

70 / 7.7.4 Nichel

71 / 7.8 Ozono (O<sub>3</sub>)

### 73 / **Allegato 1 Trend dei monitoraggio da stazioni fisse**

73 / A1.1 Particolato fine (PM<sub>10</sub>)

79 / A1.2 Particolato fine (PM<sub>2,5</sub>)

83 / A1.3 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

87 / A1.4 Monossido di carbonio (CO)

89 / A1.5 Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)

90 / A1.6 Idrocarburi aromatici (benzene e benzo(a)pirene)

90 / A1.6.1 Benzene

92 / A1.6.2 Benzo(a)pirene

94 / 4.7 Metalli pesanti (Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel)

94 / A1.7.1 Piombo

95 / A1.7.2 Arsenico

96 / A1.7.3 Cadmio

97 / A1.7.4 Nichel

98 / A1.8 Ozono (O<sub>3</sub>)

## Capitolo 1. Introduzione – Quadro Normativo

Il D.Lgs. n. 155/2010 *“Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa”*, modificato con D.Lgs. n. 250/2012, è la nuova normativa cui si deve far riferimento per la pianificazione regionale in merito alla gestione della qualità dell'aria.

Il D.Lgs., attuando la Direttiva 2008/50/CE, riordina completamente la normativa in materia di gestione e tutela della qualità dell'aria per i seguenti inquinanti: biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, ozono, arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene. Le funzioni amministrative relative alla valutazione e alla gestione della qualità dell'aria ambiente competono allo Stato, alle Regioni e agli Enti locali.

Il D.Lgs. n. 155/2010 costituisce un quadro normativo unitario per la valutazione e gestione della qualità dell'aria; esso, infatti, abroga e sostituisce le seguenti norme:

- D.Lgs. n. 351/1999 *“Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria”*;
- D.M. 2 aprile 2002, n. 60 *“Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle di piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio”*;
- Il D.Lgs. n. 183/2004 *“Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria”*;
- Il D.Lgs. n. 152/2007 *“Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente”*.

I vincoli più generali sono il rispetto dei limiti di concentrazione per ciascun inquinante misurati tramite una rete di monitoraggio con stazioni fisse e mobili di misurazione rappresentative di ampie aree di territorio.

Gli scopi del decreto si possono riassumere come:

- individuare gli obiettivi di qualità dell'aria per evitare o ridurre gli impatti sulla salute umana e sull'ambiente;
- introdurre standard di valutazione delle caratteristiche dell'aria nel territorio nazionale;
- ottenere informazioni sulla qualità dell'aria con la finalità di individuare le misure da adottare per contenere l'inquinamento;
- mantenere o migliorare la qualità dell'aria;
- garantire al pubblico le informazioni sulla qualità dell'aria.

Il Decreto si basa sul principio di mantenere elevati standard qualitativi ed omogenei di valutazione e gestione della qualità dell'aria su tutto il territorio nazionale; di organizzare secondo criteri di tempestività il sistema di acquisizione, di trasmissione e di messa a disposizione dei dati e delle informazioni finalizzate alla qualità dell'aria; di realizzare una zonizzazione e classificazione del territorio regionale e nazionale sulla base del carico emissivo, delle caratteristiche orografiche, meteo-climatiche e di urbanizzazione; di effettuare la valutazione della qualità dell'aria fondata sulla razionalizzazione della rete di misura e di determinate tecniche di valutazione; di indicare la gestione e controllo pubblico della rete di misura e di indicare la predisposizione di piani e misure da attuare in caso di individuazione di una o più aree di superamento dei valori limite di concentrazione degli inquinanti.

La normativa regionale vede con Deliberazione del Consiglio Regionale 9 febbraio 2005, n. 466 l'approvazione del Piano regionale di Risanamento e Mantenimento della Qualità dell'aria realizzato in base alle norme in vigore all'atto della sua approvazione. Attualmente sulla base dei dettami del D.Lgs. n. 155/10 è in fase di approvazione il nuovo piano che vede realizzata, tra l'altro, una nuova zonizzazione e classificazione del territorio regionale e la realizzazione di una nuova rete di monitoraggio che si inserisce all'interno del programma di valutazione previsto dal nuovo decreto.

Il programma di valutazione è uno strumento di valutazione della qualità dell'aria che indica, tra l'altro, le stazioni di misurazione della rete di misura utilizzate per le misurazioni in siti fissi e come queste si possano integrare con le tecniche di modellizzazione al fine di stabilire la qualità dell'aria su tutto il territorio regionale.

La nuova rete di monitoraggio è in fase di allestimento, pertanto nel presente documento verrà presentata la valutazione della qualità dell'aria utilizzando le stazioni fisse esistenti nel 2013 integrata con le tecniche di modellizzazione.

## Capitolo 2. Gli inquinanti – Esposizione della popolazione

La valutazione della qualità dell'aria è finalizzata alla valutazione dell'esposizione della popolazione e dell'ambiente nel suo complesso sull'intero territorio nazionale e alla valutazione dell'esposizione degli ecosistemi e della vegetazione in specifiche zone.

L'articolo 5 del D.Lgs. n. 155/10 individua la necessità di siti fissi di misura per la valutazione della qualità dell'aria ambiente per le concentrazioni nell'aria di: biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

In particolare, viene stabilito che al fine di fornire un adeguato livello di informazione circa la qualità dell'aria ambiente:

- nelle zone in cui i livelli degli inquinanti superano la rispettiva soglia di valutazione superiore<sup>1</sup>, le misurazioni in siti fissi sono obbligatorie e possono essere integrate da tecniche di modellizzazione o da misurazioni indicative.
- nelle zone in cui i livelli degli inquinanti sono compresi tra la rispettiva soglia di valutazione inferiore<sup>2</sup> e la rispettiva soglia di valutazione superiore, le misurazioni in siti fissi sono obbligatorie e possono essere combinate con misurazioni indicative o tecniche di modellizzazione.
- nelle zone in cui i livelli degli inquinanti sono inferiori alla rispettiva soglia di valutazione inferiore, sono utilizzate, anche in via esclusiva, tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva.

Per ogni inquinante la norma individua limiti, valori obiettivo e soglie di valutazione. Per tutti gli inquinanti obiettivo imprescindibile è che i valori di concentrazione al suolo siano inferiori ai limiti stabiliti dalla legge su tutto il territorio regionale. Inoltre, il trend deve essere quello di migliorare le concentrazioni al suolo verso valori che siano il più possibile uguali e inferiori alle soglie di valutazione.

Di seguito sono presentati per gli inquinanti le caratteristiche, le principali sorgenti e i rispettivi indicatori individuati dalla legge per la valutazione dell'esposizione della popolazione.

### 2.1 Particolato fine (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>)

Il termine PM<sub>10</sub> identifica materiale presente nell'atmosfera in forma di particelle microscopiche, il cui diametro è inferiore o uguale a 10 µm (10 millesimi di millimetro).

Analogamente, il particolato fine detto PM<sub>2.5</sub> sono particelle con diametro inferiore a 2.5 µm, è presente nel PM<sub>10</sub> con percentuali che variano tra il 50 % e il 60 %.

Le polveri fini sono costituite da polvere, fumo e microgocce di sostanze liquide; la loro presenza in atmosfera è dovuta sia all'emissione diretta dalle sorgenti (polveri primarie) sia dalla formazione in aria (polveri secondarie) a seguito delle reazioni chimiche di alcuni gas (precursori del PM) emessi da attività umane, principalmente composti dell'azoto e dello zolfo.

Le principali fonti di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> sono:

---

<sup>1</sup> soglia di valutazione superiore: livello al di sotto del quale le misurazioni in siti fissi possono essere combinate con misurazioni indicative o tecniche di modellizzazione.

<sup>2</sup> soglia di valutazione inferiore: livello al di sotto del quale è previsto, anche in via esclusiva, l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva.

- sorgenti naturali: l'erosione del suolo, gli incendi boschivi, le eruzioni vulcaniche, la dispersione di pollini, il sale marino e le sabbie sahariane (queste ultime prevalentemente polveri grossolane – PM<sub>10</sub>);
- sorgenti legate all'attività dell'uomo: processi di combustione (tra cui quelli che avvengono nei motori a scoppio, negli impianti di riscaldamento, in molte attività industriali, negli inceneritori e nelle centrali termoelettriche), usura di pneumatici, freni e asfalto.

La nocività delle polveri fini dipende dalle loro dimensioni e dalla loro capacità di raggiungere le diverse parti dell'apparato respiratorio, nonché dalla loro natura chimica. In genere, le patologie legate all'inquinamento da polveri fini sono riconosciute essere l'asma, le affezioni cardio-polmonari e la diminuzione delle funzionalità polmonari.

Per la valutazione della qualità dell'aria per la protezione della salute la normativa individua i seguenti indici:

### **PM<sub>10</sub>**

- media annua delle concentrazioni medie giornaliere
  - valore limite 40 µg/m<sup>3</sup>;
  - soglia di valutazione inferiore (SVI): 20 µg/m<sup>3</sup>
  - soglia di valutazione superiore (SVS): 28 µg/m<sup>3</sup>
- numero di giorni di superamento che non deve essere superato più di 35 volte in un anno civile del valore delle concentrazioni medie giornaliere
  - valore limite per la protezione della salute: 50 µg/m<sup>3</sup>
  - soglia di valutazione inferiore (SVI): 25 µg/m<sup>3</sup>
  - soglia di valutazione superiore (SVS): 35 µg/m<sup>3</sup>

### **PM<sub>2.5</sub>**

- media annua delle concentrazioni medie giornaliere:
  - valore limite 25 µg/m<sup>3</sup>, la norma prevede un margine di tolleranza (MT) pari a 20% di riduzione annua a partire da giugno 2008 sino a gennaio 2015. Applicando tale margine di tolleranza per l'anno 2012 il valore da considerare è Limite+MT, pari a 27 µg/m<sup>3</sup>
  - soglia di valutazione inferiore (SVI): 12 µg/m<sup>3</sup>
  - soglia di valutazione superiore (SVS): 17 µg/m<sup>3</sup>

## **2.2 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)**

Il biossido di azoto si presenta come un gas di colore rosso-bruno e dall'odore forte e pungente. Si può ritenere uno degli inquinanti atmosferici più pericolosi, sia per la sua natura irritante, sia perché in condizioni di forte irraggiamento solare provoca reazioni fotochimiche secondarie che creano altre sostanze inquinanti primo fra tutti l'ozono; inoltre, gli ossidi di azoto sono tra i precursori delle polveri fini secondarie.

Le principali sorgenti di ossidi d'azoto sono gli impianti di riscaldamento civile e industriale, il traffico autoveicolare, le centrali per la produzione di energia e un ampio spettro di processi industriali. L'introduzione delle marmitte catalitiche non ha ridotto in maniera incisiva la concentrazione di NO<sub>2</sub> che, nell'ultimo decennio, non ha avuto un calo tanto

netto quanto il monossido di carbonio. Ciò è anche dovuto al fatto che i motori a benzina non sono l'unica fonte di NO<sub>2</sub>, ma altrettanto inquinanti sono i veicoli Diesel e gli impianti per la produzione d'energia.

Per la valutazione della qualità dell'aria per la protezione della salute la normativa individua due indici:

- media annua delle concentrazioni medie orarie:
  - valore limite 40 µg/m<sup>3</sup>;
  - soglia di valutazione inferiore (SVI): 26 µg/m<sup>3</sup>
  - soglia di valutazione superiore (SVS): 32 µg/m<sup>3</sup>
- media oraria da non superarsi più di 18 volte in un anno civile
  - valore limite 200 µg/m<sup>3</sup>;
  - soglia di valutazione inferiore (SVI): 100 µg/m<sup>3</sup>
  - soglia di valutazione superiore (SVS): 140 µg/m<sup>3</sup>
- soglia di allarme evento per 3 ore consecutive<sup>3</sup>
  - valore limite 400 µg/m<sup>3</sup>

## 2.3 Monossido di carbonio (CO)

Il monossido di carbonio (CO) è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera, tanto che l'unità di misura con la quale si esprimono le sue concentrazioni è il milligrammo al metro cubo (mg/m<sup>3</sup>). Il CO si forma principalmente dalla combustione incompleta degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili. Quando la combustione avviene in condizioni ideali si forma esclusivamente anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), mentre quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente, si forma anche CO. La principale sorgente di questa sostanza è rappresentata dal traffico veicolare (circa l'80% della produzione complessiva, percentuale che in ambito urbano può arrivare anche fino al 90-95%), in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina. La concentrazione di CO emessa dagli scarichi dei veicoli è strettamente correlata alle condizioni di funzionamento del motore: si registrano concentrazioni più elevate con motore a bassi regimi e in fase di decelerazione, condizioni tipiche di traffico urbano intenso e rallentato. Altre sorgenti sono gli impianti termici e alcuni processi industriali, come per esempio la produzione di acciaio.

Per la valutazione della qualità dell'aria per la protezione della salute la normativa individua un indice:

- massima giornaliera della media calcolata su otto ore
  - valore limite 10 mg/m<sup>3</sup>
  - soglia di valutazione inferiore (SVI): 5 mg/m<sup>3</sup>
  - soglia di valutazione superiore (SVS): 7 mg/m<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> La soglia deve essere misurata su tre ore consecutive, presso siti fissi di campionamento aventi un'area di rappresentatività di almeno 100 km<sup>2</sup> oppure pari all'estensione dell'intera zona o dell'intero agglomerato se tale zona o agglomerato sono meno estesi

## 2.4 Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

Il biossido di zolfo si forma nel processo di combustione per ossidazione dello zolfo presente nei combustibili solidi e liquidi (carbone, olio combustibile, gasolio). Le fonti di emissione principali sono legate alla produzione di energia, agli impianti termici, ai processi industriali e al traffico. L'SO<sub>2</sub> è il principale responsabile delle "piogge acide", in quanto tende a trasformarsi in anidride solforica e, in presenza di umidità, in acido solforico.

Per la valutazione della qualità dell'aria per la protezione della salute la normativa individua due indici:

- media giornaliera da non superare più di 3 volte in un anno civile
  - valore limite 125 µg/m<sup>3</sup>
  - soglia di valutazione inferiore (SVI): 50 µg/m<sup>3</sup>
  - soglia di valutazione superiore (SVS): 75 µg/m<sup>3</sup>
- media oraria da non superarsi più di 24 volte in un anno civile
  - valore limite 350 µg/m<sup>3</sup>
- soglia di allarme evento per 3 ore consecutive<sup>4</sup>
  - valore limite 500 µg/m<sup>3</sup>

## 2.5 Idrocarburi aromatici (benzene e benzo(a)pirene)

Il benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) è un idrocarburo aromatico monociclico presente in aria in seguito a processi evaporativi (emissioni industriali) e a combustione incompleta sia di natura antropica (veicoli a motore), che naturale (incendi). Tra queste, la maggiore fonte emissiva è costituita dai gas di scarico dei veicoli a motore, alimentati con benzina (principalmente auto e ciclomotori). Il benzene rilasciato dai veicoli deriva dalla frazione di carburante incombusto, da reazioni di trasformazione di altri idrocarburi e, in parte, anche dall'evaporazione che si verifica durante la preparazione, distribuzione e stoccaggio delle benzine, comprese le fasi di marcia e sosta prolungata dei veicoli. A causa dell'accertata cancerogenicità di questo composto, lo IARC (International agency for research on cancer) lo ha classificato nel gruppo 1 dei cancerogeni per l'uomo.

Per la valutazione della qualità dell'aria per la protezione della salute, la normativa individua per il C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> il seguente indice:

- media annua
  - valore limite: 5.0 µg/m<sup>3</sup>;
  - soglia di valutazione inferiore (SVI): 2.0 µg/m<sup>3</sup>
  - soglia di valutazione superiore (SVS): 3.5 µg/m<sup>3</sup>

Il benzo(a)pirene (B(a)P) fa parte degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA); questi sono presenti ovunque in atmosfera e derivano dalla combustione incompleta di materiale organico e dall'uso di olio combustibile, gas, carbone e legno nella produzione di energia.

Gli IPA sono molto spesso associati alle polveri sospese. In questo caso la dimensione

---

<sup>4</sup> Le soglie devono essere misurate su tre ore consecutive, presso siti fissi di campionamento aventi un'area di rappresentatività di almeno 100 km<sup>2</sup> oppure pari all'estensione dell'intera zona o dell'intero agglomerato se tale zona o agglomerato sono meno estesi

delle particelle del particolato aerodisperso rappresenta il parametro principale che condiziona l'ingresso e la deposizione nell'apparato respiratorio e, quindi, la relativa tossicità. Presenti nell'aerosol urbano, sono generalmente associati alle particelle con diametro aerodinamico minore di 2 micron e, quindi, in grado di raggiungere facilmente la regione alveolare del polmone e da qui il sangue e i tessuti. Oltre a essere degli irritanti di naso, gola ed occhi, gli IPA sono riconosciuti per le proprietà mutagene e cancerogene. Lo IARC (International Agency for Research on Cancer) ha inserito il benzo(a)pirene e altri IPA nelle classi 2A o 2B (possibili o probabili cancerogeni per l'uomo).

Poiché è stato evidenziato che la relazione tra B(a)P e gli altri IPA, detto profilo IPA, è relativamente stabile nell'aria delle diverse città, la concentrazione di B(a)P viene utilizzata come indice del potenziale cancerogeno degli IPA totali.

Per la valutazione della qualità dell'aria per la protezione della salute la normativa individua per il B(a)P il seguente indice:

- media annua riferito al tenore dell'inquinante presente nella frazione di PM<sub>10</sub>
  - valore obiettivo: 1.0 ng/m<sup>3</sup>;
  - soglia di valutazione inferiore (SVI): 0.4 ng/m<sup>3</sup>
  - soglia di valutazione superiore (SVS): 0.6 ng/m<sup>3</sup>

## 2.6 Metalli pesanti (Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel)

Alla categoria dei metalli pesanti appartengono circa 70 elementi (con densità >5 g/cm<sup>3</sup>), anche se, quelli rilevanti da un punto di vista ambientale, sono solo una ventina. La normativa nazionale ha stabilito gli obiettivi di miglioramento della qualità dell'aria per alcuni di essi: Piombo (Pb), Arsenico (As), Cadmio (Cd) e Nichel (Ni).

Il piombo (Pb) è un elemento che in aria è presente in tracce; è altamente tossico e provoca avvelenamento per gli esseri umani. Assorbito attraverso l'epitelio polmonare entra nel circolo sanguigno e si distribuisce in quantità decrescenti nelle ossa, nel fegato, nei reni, nei muscoli e nel cervello. La principale fonte di inquinamento atmosferico è costituita dagli scarichi dei veicoli alimentati con benzina super (il piombo tetraetile veniva usato come additivo antidetonante). Con il definitivo abbandono della benzina "rossa" i livelli di piombo nell'aria urbana sono notevolmente diminuiti. Altre fonti antropiche derivano dalla combustione del carbone e dell'olio combustibile, dai processi di estrazione e lavorazione dei minerali che contengono Pb, dalle fonderie, dalle industrie ceramiche e dagli inceneritori di rifiuti.

Gli altri metalli sottoposti a controllo (arsenico, cadmio e nichel), hanno come prevalenti fonti antropiche, responsabili dell'incremento della quantità naturale di metalli, l'attività mineraria, le fonderie e le raffinerie, la produzione energetica, l'incenerimento dei rifiuti e l'attività agricola. I composti del nichel (Ni) e del cadmio (Cd) sono classificati dalla Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro come cancerogeni per l'uomo; l'esposizione ad arsenico (As) inorganico può causare vari effetti sulla salute, quali irritazione dello stomaco e degli intestini, e irritazione dei polmoni.

In generale, metalli pesanti sono presenti in atmosfera sotto forma di particolato aerotrasportato; le dimensioni delle particelle a cui sono associati e la loro composizione chimica dipende fortemente dalla tipologia della sorgente di emissione.

Per la valutazione della qualità dell'aria per la protezione della salute la normativa individua il seguente indice:

- media annua riferito al tenore dell'inquinante presente nella frazione di PM<sub>10</sub>

### **Piombo (Pb)**

- valore limite: 0.50 µg/m<sup>3</sup>
- soglia di valutazione inferiore: 0.25 µg/m<sup>3</sup>
- soglia di valutazione superiore: 0.35 µg/m<sup>3</sup>

### **Arsenico (As)**

- valore obiettivo: 6.0 ng/m<sup>3</sup>
- soglia di valutazione inferiore: 2.4 ng/m<sup>3</sup>
- soglia di valutazione superiore: 3.6 ng/m<sup>3</sup>

### **Cadmio (Cd)**

- valore obiettivo: 5.0 ng/m<sup>3</sup>
- soglia di valutazione inferiore: 2.0 ng/m<sup>3</sup>
- soglia di valutazione superiore: 3.0 ng/m<sup>3</sup>

### **Nichel (Ni)**

- valore obiettivo 20 ng/m<sup>3</sup>
- soglia di valutazione inferiore: 10 ng/m<sup>3</sup>
- soglia di valutazione superiore: 14 ng/m<sup>3</sup>

## **2.7 Ozono (O<sub>3</sub>)**

L'ozono (O<sub>3</sub>) troposferico è di origine sia antropica che naturale ed è un inquinante cosiddetto secondario, cioè non viene emesso direttamente da una o più sorgenti ma si produce per effetto della radiazione solare in presenza di alcuni inquinanti primari; tra questi ci sono gli ossidi d'azoto (NO<sub>x</sub>) e i composti organici volatili (COV), prodotti in larga parte dai motori a combustione e dall'uso di solventi organici, alcuni COV sono anche di origine naturale. Il ruolo svolto dalla radiazione solare spiega il tipico andamento temporale, giornaliero e stagionale, delle concentrazioni dell'ozono, che si attesta sui valori più elevati nelle ore più calde del pomeriggio.

Il fenomeno della produzione di ozono si manifesta generalmente su aree geografiche ampie in periodi di forte irraggiamento solare e bassa umidità, prevalentemente in ore pomeridiane. Le concentrazioni di ozono più elevate si registrano normalmente nelle zone distanti dai centri abitati ove minore è la presenza di sostanze inquinanti con le quali, a causa del suo elevato potere ossidante, può reagire. In ambienti interni la concentrazione di ozono è notevolmente inferiore per questa sua elevata reattività che ne consente la rapida distruzione.

L'ozono è un inquinante molto tossico per l'uomo: è un irritante per tutte le membrane mucose e una esposizione critica e prolungata può causare tosse, mal di testa e perfino edema polmonare. Fra gli inquinanti atmosferici, è quello che svolge una marcata azione fitotossica nei confronti degli organismi vegetali con effetti immediatamente visibili di necrosi fogliare ed effetti meno visibili come alterazioni enzimatiche e riduzione dell'attività di fotosintesi. Pertanto, in situazioni di "allarme" a causa di alti livelli in aria, le persone più sensibili e/o a rischio è consigliabile rimangano in casa.

Per la valutazione della qualità dell'aria per la protezione della salute la normativa individua i seguenti indici:

#### Soglia di informazione

livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso e il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive:

- media oraria: valore limite  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### Soglia di allarme

livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso e il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati, deve essere misurato o previsto un superamento per tre ore consecutive:

- media oraria: valore limite  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### Valore obiettivo

livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita. Il raggiungimento dei valori obiettivo è valutato nel 2013, con riferimento al triennio 2010-2012:

- media massima giornaliera calcolata su 8 ore valore soglia  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni.

#### Obiettivo lungo termine

livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana:

- media massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'arco di un anno civile valore soglia  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## **2.8 Indicatori della Qualità dell'Aria**

Partendo dagli indici di legge ricordati nei paragrafi precedenti, al fine di una semplice visualizzazione della valutazione della qualità dell'aria misurata dalle stazioni di monitoraggio saranno utilizzati gli indicatori di qualità dell'aria: Buona, Accettabile, Scadente.

Gli indicatori della qualità dell'aria, riportati in tabella 2.1, sono stati individuati partendo dai limiti e dalle soglie di valutazione indicati dalla normativa. Gli intervalli per le tre classificazioni fanno riferimento al valore previsto come limite o come obiettivo e alle soglie di valutazione superiore.

Viene indicata con buona la valutazione quando il parametro ha un valore inferiore alla soglia di valutazione superiore, accettabile quando il valore è compreso tra soglia e limite o obiettivo, scadente quando non viene rispettato il limite o l'obiettivo.

**Tabella 2.1:** Indicatori della Qualità dell'Aria

<b>Inquinanti</b>	<b>Buona</b>	<b>Accettabile</b>	<b>Scadente</b>
<b>Polveri fini - PM10</b> superamenti annui media 24h	< 35	35	>35
<b>Polveri fini - PM10</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) media annuale	$\leq 28$	29-40	>40
<b>Polveri fini - PM2.5</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) media annuale	$\leq 17$	18-25	>25
<b>Biossido di azoto - NO<sub>2</sub></b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) media annua	$\leq 32$	32-40	>40
<b>Biossido di azoto - NO<sub>2</sub></b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) media 1 H	$\leq 140$	140-200	>200
<b>Biossido di azoto - NO<sub>2</sub></b> numero superamenti media 1 H	$\leq 18$	-	>18
<b>Ossido di carbonio - CO</b> ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) media 8h	$\leq 7$	8-10	>10
<b>Biossido di zolfo - SO<sub>2</sub></b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) media 24h	$\leq 75$	76-125	>125
<b>Biossido di zolfo - SO<sub>2</sub></b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) media 1h	$\leq 350$	-	>350
<b>Benzene</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) media annuale	$\leq 3.5$	3.5 - 5	> 5
<b>Benzo(a)pirene</b> ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) media annuale	$\leq 0.6$	0.6 - 1	> 1
<b>Piombo</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) media annuale	$\leq 0.35$	0.35 - 0.5	> 0.5
<b>Arsenico</b> ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) media annuale	$\leq 3.6$	3.6 - 6	> 6
<b>Cadmio</b> ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) media annuale	$\leq 3$	3 - 5	> 5
<b>Nichel</b> ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) media annuale	$\leq 14$	14 - 20	> 20
<b>Ozono O<sub>3</sub></b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) media mobile 8h	$\leq 120$	-	> 120
<b>Ozono O<sub>3</sub></b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) media 1h	$\leq 180$	-	> 180
<b>Ozono O<sub>3</sub></b> numero superamenti media 1h	0	-	$\neq 0$

### Capitolo 3. La rete di monitoraggio

La Rete Regionale di Monitoraggio della qualità dell'aria nel corso del 2013 è stata aggiornata in base alle indicazioni del D.Lgs. n. 155/10 sia in termini di strumentazione che di punti di misura.

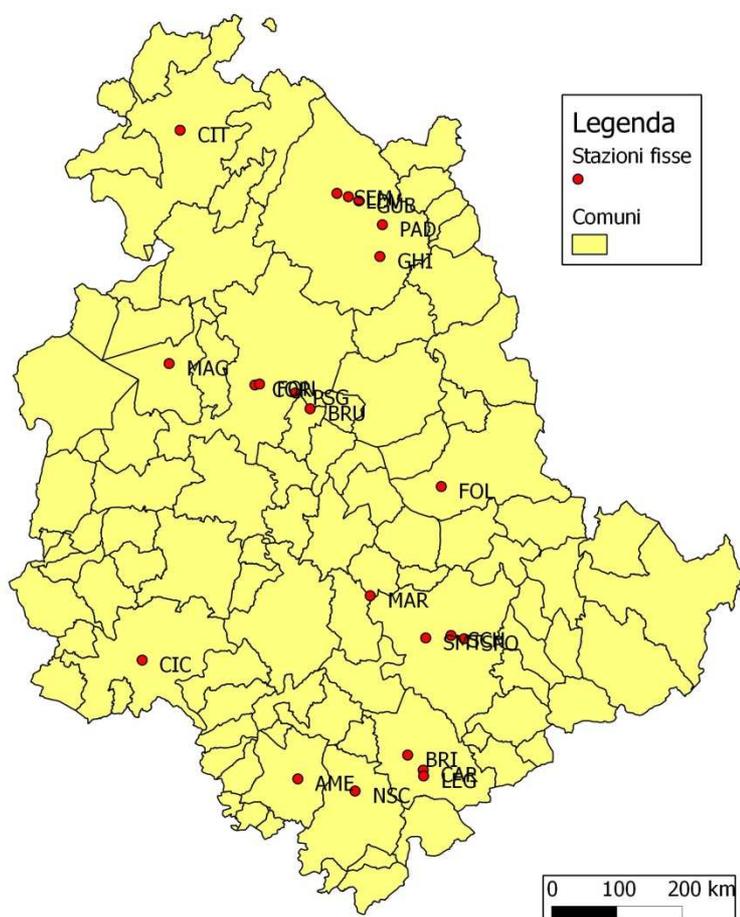
La nuova rete, ha previsto:

- stazioni fisse in territori sino ad ora non monitorati con sistemi fissi: Magione, Città di Castello e Amelia;
- lo spostamento della stazioni di Narni Scalo;
- lo spostamento della stazioni di Orvieto Ciconia in altra area della stessa Località;
- lo spegnimento di una stazione Terni - Verga;
- l'inserimento nella rete delle stazioni di tipo industriale in alcuni territori regionali prossimi a importanti siti industriali;
- l'aggiornamento di molta strumentazione, vetusta e non più rispondente alle specifiche tecniche della norma.

In generale, le stazioni della rete sono localizzate nelle aree più urbanizzate e/o industrializzate della regione.

Nella cartina di figura 3.1 è riportata la dislocazione indicativa delle stazioni fisse della Rete di Monitoraggio Regionale di Qualità dell'Aria.

Nella tabella 3.1 sono riportati i dati relativi alla collocazione, al tipo di stazione e gli inquinanti misurati.



**Figura 3.1:** Rete Regionale – Localizzazione delle stazioni

**Tabella 3.1: Stazione fisse di monitoraggio della qualità dell'aria**

Località	Nome Stazione	Tipo stazione	SO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Pb Cd As	B(a)P
Perugia	Fontivegge <sup>(****)</sup>	Urbana/Traffico		SI	SI		SI		SI		SI
Perugia	Ponte San Giovanni	Urbana/Traffico		SI	SI		SI		SI <sup>(+)</sup>		
Foligno	Porta Romana	Urbana/Traffico		SI	SI		SI	SI	SI	SI	SI
Terni	Carrara	Urbana/Traffico		SI	SI		SI	SI	SI		
Terni	Le Grazie	Urbana/Traffico-Industriale		SI	SI		SI		SI	SI	SI
Terni	Verga <sup>(*)</sup>	Urbana/Traffico		SI	SI		SI				
Perugia	Parco Cortonese	Urbana/Fondo	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
Gubbio	Piazza 40 martiri	Urbana / Fondo		SI	SI	SI	SI	SI	SI <sup>(+)</sup>	SI	SI
Città di Castello	C Castello <sup>(**)</sup>	Urbana/Fondo		SI	SI		SI	SI	SI <sup>(+)</sup>	SI	SI
Spoletto	Piazza Vittoria	Urbana/Fondo		SI	SI		SI	SI	SI		
Terni	Borgo Rivo	Urbana/Fondo		SI	SI	SI	SI		SI <sup>(+)</sup>	SI <sup>(§)</sup>	SI <sup>(§)</sup>
Amelia	Amelia <sup>(****)</sup>	Urbana/Fondo		SI	SI	SI	SI		SI		
Magione	Magione <sup>(**)</sup>	Suburbana/Fondo		SI	SI	SI	SI				
Narni	Narni Scalo <sup>(****)</sup>	Suburbana/Fondo		SI	SI	SI	SI	SI	SI		
Orvieto	Ciconia2 <sup>(****)</sup>	Suburbana/Fondo		SI	SI	SI	SI		SI <sup>(+)</sup>		
Torgiano	Brufa	Rurale/Fondo		SI	SI	SI	SI		SI <sup>(+)</sup>		
Giano dell'Umbria	M Martani	Rurale/Fondo		SI	SI		SI				
Gubbio	Ghigiano	Suburbana/Industriale	SI	SI	SI		SI			SI	SI
Gubbio	Semonte Alta	Suburbana/Industriale	SI	SI	SI		SI				
Gubbio	Via L. Da Vinci	Suburbana/Industriale	SI	SI	SI		SI			SI	SI
Gubbio	Padule	Suburbana/Industriale	SI	SI	SI		SI				
Spoletto	Santo Chiodo	Suburbana/Industriale		SI	SI		SI	SI		SI	SI
Spoletto	S. Martino in Trignano	Suburbana/Industriale		SI	SI					SI	SI
Spoletto	Madonna di Lugo	Suburbana/Industriale	SI	SI	SI		SI				

(\*) La stazione di Terni – Verga è stata disattivata a novembre 2012

(\*\*) Le stazioni di Città di Castello e Magione sono state attivate a fine 2012

(\*\*\*) La stazione Fontivegge è stata riposizionata nel Febbraio 2010 mentre Narni Scalo nel febbraio 2013

(\*\*\*\*) La stazione Amelia e Ciconia2 sono state attivate a fine 2013

(+) Misure effettuate con campionamento diffuso su assorbente solido e analisi offline

(§) Le misure sono state avviate a fine 2013 pertanto i risultati di pochi mesi non saranno riportati nella presente relazione

## Capitolo 4 Risultati monitoraggio da stazioni fisse – Esposizione popolazione

Di seguito vengono riportati i valori registrati dalle stazioni fisse della qualità dell'aria per l'anno 2013. Per le stazioni per cui sono disponibili, in Allegato 1 sono riportati i trend dall'anno 2009 al 2013.

Per gli inquinanti, vengono generalmente riportate le misure che rispettano gli obiettivi di qualità dei dati previsti dal D.Lgs. 155/10: se il numero di dati validi è inferiore alle soglie previste dalla norma e, nei casi in cui previsto, non viene rispettato il periodo minimo di copertura annuale, il dato rielaborato non viene presentato.

Infine, le stazioni di Amelia e Ciconia<sup>2</sup> sono state attivate a fine 2013, pertanto per esse i dati non raggiungono gli obiettivi di qualità.

### 4.1 Particolato fine (PM<sub>10</sub>)

**Tabella 4.1:** Anno 2013 numero superamenti della concentrazione media 24 H e concentrazione media annua

Stazione	Tipo staz. <sup>1</sup>	Superamenti <sup>2</sup>	Media annua µg/m <sup>3</sup>
Perugia - Fontivegge	U/T	19	20
Perugia - P S Giovanni	U/T	28	23
Foligno - P Romana	U/T	38	27
Terni - Carrara	U/T	50	31
Terni- Le Grazie	U/T-I	63	36
Perugia - Cortonese	U/F	20	21
Gubbio - P 40 Martiri	U/F	21	22
Città di Castello - C Castello	U/F	35	24
Spoletto - P Vittoria	U/F	14	19
Terni - Borgo Rivo	U/F	50	29
Magione - Magione	S/F	15	21
Narni - Scalo <sup>(*)</sup>	S/F	-	23
Torgiano - Brufa	R/F	5	17
Giano dell'Umbria - M. Martani <sup>(*)</sup>	R/F	-	9
Gubbio - Ghigiano	S/I	0	15
Gubbio - Semonte Alta <sup>(*)</sup>	S/I	-	14
Gubbio - L da Vinci	S/I	10	18
Gubbio - Padule	S/I	5	16
Spoletto - S. Chiodo	S/I	14	20
Spoletto - S. M. in Trignano	S/I	23	24
Spoletto - M di Lugo	S/I	10	20

(1) U/T-I= Urbana o Suburbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale

(2) Superamenti annui media 24h – max 35 superamenti

<sup>(\*)</sup> Numero di dati validi è < 90% stabilito dall'obiettivo di qualità ma uniformemente distribuite nell'anno All. I tab. 1 note 1 e 4 - misure indicative

#### Legenda

	Buona	Accettabile	Scadente
Polveri fini - PM <sub>10</sub> superamenti annui media 24h	< 35	35	>35
Polveri fini - PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) media annuale	≤ 28	29-40	>40

## 4.2 Particolato fine (PM<sub>2.5</sub>)

Tabella 4.2: Anno 2013 concentrazione media annua

Stazione	Tipo staz. <sup>1</sup>	Media annua µg/m <sup>3</sup>
Perugia - Fontivegge	U/T	14
Perugia - P S Giovanni	U/T	15
Foligno - P Romana	U/T	19
Terni - Carrara	U/T	22
Terni- Le Grazie	U/T-I	23
Perugia - Cortonese	U/F	14
Gubbio - P 40 Martiri	U/F	15
Città di Castello - C Castello	U/F	19
Spoletto - P Vittoria	U/T	13
Terni - Borgo Rivo	U/F	22
Magione - Magione	S/F	14
Narni - Scalo (*)	S/F	17
Torgiano - Brufa	R/F	12
Giano dell'Umbria - M. Martani	R/F	6
Gubbio - Ghigiano	S/I	9
Gubbio - Semonte Alta (*)	S/I	9
Gubbio - L da Vinci	S/I	13
Gubbio - Padule	S/I	12
Spoletto - S. Chiodo (*)	S/I	14
Spoletto - S. M. in Trignano	S/I	18
Spoletto - M di Lugo	S/I	14

(1) U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale

(\*) Numero di dati validi è < 90% stabilito dall'obiettivo di qualità ma uniformemente distribuite nell'anno All. I tab. 1 note 1 e 4 - misure indicative

### Legenda

**Buona**

**Accettabile**

**Scadente**

Polveri fini – PM<sub>2.5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) media annua

≤ 17

18-25

>25

## 4.3 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

**Tabella 4.3:** Anno 2013 numero superamenti della concentrazione media 1 ora e concentrazione media annua

Stazione	Tipo staz. <sup>1</sup>	Superamenti <sup>2</sup>	Media annua µg/m <sup>3</sup>
Perugia - Fontivegge	U/T	0	34
Perugia - P S Giovanni	U/T	0	36
Foligno - P Romana	U/T	0	30
Terni - Carrara	U/T	0	28
Terni- Le Grazie	U/T-I	0	18
Perugia - Cortonese	U/F	0	11
Gubbio - P 40 Martiri	U/F	0	19
Magione - Magione	S/F	0	15
Città di Castello - C. Castello	U/F	0	18
Spoletto - P Vittoria	U/F	0	26
Narni - Scalo	S/F	0	14
Terni - Borgo Rivo	U/F	0	21
Orvieto - Ciconia 2 (*)	S/F	-	-
Amelia - Amelia (*)	U/F	-	-
Torgiano - Brufa	R/F	0	7
Giano dell'Umbria - M. Martani (*)	R/F	-	-
Gubbio - Ghigiano	S/I	0	11
Gubbio - Semonte Alta (**)	S/I	0	8
Gubbio - L da Vinci	S/I	0	16
Gubbio - Padule	S/I	0	13
Spoletto - S. Chiodo	S/I	0	12
Spoletto - Madonna di Lugo	S/I	0	18

(1) U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale

(2) Superamenti annui media oraria - max 18 superamenti

(\*) numero di dati validi è < 90% stabilito dalla normativa

(\*\*) Numero di dati validi è < 90% stabilito dall'obiettivo di qualità ma uniformemente distribuite nell'anno All. I tab. 1 nota 4 - misure indicative

NOTA: la soglia di allarme non è mai stata superata

Legenda	Buona	Accettabile	Scadente
Biossido di azoto - NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) media annua	≤ 32	32-40	>40
Biossido di azoto - NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) media 1 H	≤ 140	140-200	>200
Biossido di azoto - NO <sub>2</sub> numero superamenti media 1 H	≤ 18	-	>18

## 4.4 Monossido di carbonio (CO)

**Tabella 4.4:** Anno 2013 massimo annuale della concentrazione media massima giornaliera calcolata su otto ore

Stazione	Tipo staz. <sup>1</sup>	Massimo media mobile 8 H mg/m <sup>3</sup>
Perugia - Fontivegge	U/T	2.9
Foligno - P Romana	U/T	2.7
Terni - Carrara	U/T	5.4
Perugia - Cortonese	U/F	3.4
Gubbio - P 40 Martiri	U/F	2.1
Spoleto - P Vittoria	U/F	6.1
Narni - Scalo	S/F	2.2
Spoleto - S. Chiodo	S/I	3.1

(1) U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale

### Legenda

**Buona**

**Accettabile**

**Scadente**

Ossido di carbonio - CO (mg/m<sup>3</sup>) media 8h

≤ 7

8-10

>10

## 4.5 Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)

**Tabella 4.5:** Anno 2013 concentrazione massimo annuale della media 1H e 24H

Stazione	Tipo staz. <sup>1</sup>	Massimo media 1 H <sup>2</sup> µg/m <sup>3</sup>	Media 24 H <sup>3</sup> µg/m <sup>3</sup>
Perugia - Cortonese	U/F	11	9
Gubbio - Ghigiano	S/I	79	12
Gubbio - Semonte Alta	S/I	9	6
Gubbio - L da Vinci	S/I	27	11
Gubbio - Padule	S/I	16	13
Spoletto - Madonna di Lugo	S/I	18	4

(1) U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale

(2) La norma prevede sino a un max 24 superamenti

(3) La norma prevede sino a un max 3 superamenti

**NOTA: la soglia di allarme non è mai stata superata**

### Legenda

	Buona	Accettabile	Scadente
Biossido di zolfo - SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) media 24h	≤ 75	76-125	>125
Biossido di zolfo - SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) media 1h	≤ 350		>350

## 4.6 Idrocarburi aromatici (benzene e benzo(a)pirene)

### 4.6.1 Benzene

**Tabella 4.6:** Anno 2013 concentrazione media annua

Stazione	Tipo staz. <sup>1</sup>	Media annua $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Perugia - Fontivegge	U/T	1.5
Perugia - P S Giovanni	U/T	1.4
Foligno - P Romana (*)	U/T	2.3
Terni - Carrara	U/T	1.6
Terni- Le Grazie	U/T-I	1.3
Perugia - Cortonese	U/F	1.1
Gubbio - P 40 Martiri	U/F	0.9
Città di Castello - C Castello	U/F	0.9
Spoleto - P Vittoria	U/F	1.5
Terni - Borgo Rivo	U/F	1.1
Magione - Magione	S/F	0.9
Narni - Scalo	S/F	1.3
Orvieto - Ciconia (**)	S/F	1.0
Torgiano - Brufa	R/F	0.5

(1) U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale

(\*) numero dati validi < 90% ma uniformemente distribuite nell'anno All I tab 1 note 1 e 4 - misure indicative

(\*\*) la misura è stata eseguita con sistema passivo nella vecchia posizione

Le misure presentate sono state effettuate con sistema passivo ad eccezione di Cortonese, Fontivegge, Porta Romana, Piazza Vittoria effettuate con sistema in continuo.

#### Legenda

**Buona      Accettabile      Scadente**

**Benzene** ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) media annuale

≤ 3.5

3.5 - 5

> 5

## 4.6.2 Benzo(a)pirene

**Tabella 4.7:** Anno 2013 concentrazione media annua

Stazione	Tipo stazione <sup>1</sup>	Media annua ng/m <sup>3</sup>
Perugia - Fontivegge	U/T	0.5
Foligno - P Romana	U/T	1.2
Terni- Le Grazie	U/T-I	1.2
Gubbio - P 40 Martiri	U/F	0.7
Città di Castello - C Castello	U/F	1.5
Gubbio - Ghigiano	S/I	0.2
Gubbio - L da Vinci	S/I	0.9
Spoletto - S. Chiodo	S/I	0.6
Spoletto - S. M in Trignano	S/I	0.9

(1) U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale

### Legenda

**Buona      Accettabile      Scadente**

**Benzo(a)pirene** (ng/m<sup>3</sup>) media annuale

≤ 0.6

0.6 - 1

> 1

## 4.7 Metalli pesanti (Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel)

### 4.7.1 Piombo

**Tabella 4.8:** Anno 2013 concentrazione media annua

Stazione	Tipo stazione <sup>1</sup>	Media annua $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Foligno - P Romana	U/T	0.004
Terni- Le Grazie	U/T-I	0.072
Perugia - Cortonese	U/F	0.004
Città di Castello - C. Castello	U/F	0.003
Gubbio - P 40 Martiri	U/F	0.003
Gubbio - Ghigiano	S/I	0.002
Gubbio - L da Vinci	S/I	0.003
Spoletto - S. Chiodo <sup>(*)</sup>	S/I	0.004
Spoletto - S. M in Trignano	S/I	0.003

(1) U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale

(\*) numero dati validi < 90% ma uniformemente distribuite nell'anno All I tab 1 note 1 e 4 - misure indicative

#### Legenda

**Buona      Accettabile      Scadente**

**Piombo** ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) media annuale

≤ 0.35

0.35 - 0.5

> 0.5

### 4.7.2 Arsenico

**Tabella 4.9:** Anno 2013 concentrazione media annua

Stazione	Tipo stazione <sup>1</sup>	Media annua $\text{ng}/\text{m}^3$
Foligno - P Romana	U/T	0.3
Terni- Le Grazie	U/T-I	0.6
Perugia - Cortonese	U/F	0.3
Città di Castello - C. Castello	U/F	0.3
Gubbio - P 40 Martiri	U/F	0.3
Gubbio - Ghigiano	S/I	0.3
Gubbio - L da Vinci	S/I	0.3
Spoletto - S. Chiodo	S/I	0.3
Spoletto - S. M in Trignano	S/I	0.3

(1) U-S/T-I= Urbana o Suburbana da Traffico e/o Industriale, U-S/F = Urbana o Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale

#### Legenda

**Buona      Accettabile      Scadente**

**Arsenico** ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) media annuale

≤ 3.6

3.6 - 6

> 6

### 4.7.3 Cadmio

**Tabella 4.10:** Anno 2013 concentrazione media annua

Stazione	Tipo stazione <sup>1</sup>	Media annua ng/m <sup>3</sup>
Foligno - P Romana	U/T	0.1
Terni- Le Grazie	U/T-I	0.2
Perugia - Cortonese	U/F	0.1
Città di Castello - C. Castello	U/F	0.1
Gubbio - P 40 Martiri	U/F	0.1
Gubbio - Ghigiano	S/I	0.2
Gubbio - L da Vinci	S/I	0.1
Spoletto - S. Chiodo	S/I	0.1
Spoletto - S. M in Trignano	S/I	0.1

(1) U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale

#### Legenda

**Buona      Accettabile      Scadente**

**Cadmio** (ng/m<sup>3</sup>) media annuale

≤ 3

3 - 5

> 5

### 4.7.4 Nichel

**Tabella 4.11:** Anno 2013 concentrazione media annua

Stazione	Tipo stazione <sup>1</sup>	Media annua ng/m <sup>3</sup>
Foligno - P Romana	U/T	1.5
Terni- Le Grazie	U/T-I	12.8
Perugia - Cortonese	U/F	1.4
Città di Castello - C. Castello	U/F	1.0
Gubbio - P 40 Martiri	U/F	1.0
Gubbio - Ghigiano	S/I	1.2
Gubbio - L da Vinci	S/I	1.0
Spoletto - S. Chiodo	S/I	1.5
Spoletto - S. M in Trignano	S/I	1.5

(1) U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale

#### Legenda

**Buona      Accettabile      Scadente**

**Nichel** (ng/m<sup>3</sup>) media annuale

≤ 14

14 - 20

> 20

## 4.8 Ozono (O<sub>3</sub>)

Il D.Lgs. n.155/2010 stabilisce che le misure di ozono all'interno delle singole zone in cui viene suddiviso il territorio regionale vanno misurate in stazioni di tipo suburbano e fondo e non in quelle urbane.

In attuazione della nuova rete regionale, applicativa della nuova zonizzazione, nel presente capitolo vengono riportati i valori misurati dalle stazioni individuate per la valutazione dell'esposizione della popolazione all'ozono (tabella 3.2).

**Tabella 4.12:** Anno 2013 numero superamenti della concentrazione media 1 ora, concentrazione massima annuale della media 1 ore e massimo annuale della concentrazione media mobile 8 ore

Stazione	Tipo staz. <sup>1</sup>	Superamenti <sup>2</sup>	Massimo annuale media 1h µg/m <sup>3</sup>	Massimo annuale media 8h µg/m <sup>3</sup>
Torgiano - Brufa	R/F	0	163	144
Narni - Narni Scalo <sup>(*)</sup>	S/F	0	169	145
Magione - Magione	S/F	0	146	134
Perugia - Parco Cortonese	U/F	0	146	127
Gubbio - Piazza 40 Martiri <sup>(*)</sup>	U/F	0	145	124
Terni - Borgo Rivo	U/F	0	153	137
Amelia - Amelia <sup>(*)</sup>	U/F	0	153	136

(1) U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo

(2) Superamenti annui media 1h

(\*) numero dati validi < 90% ma dati estivi >10% - misure indicative

NOTA: la soglia di allarme non è mai stata superata

Legenda	Buona	Accettabile	Scadente
Ozono O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) media mobile 8h	≤ 120	-	> 120
Ozono O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) media 1h	≤ 180	-	> 180
Ozono O <sub>3</sub> numero superamenti media 1h	0	-	≠0

**Tabella 4.13:** Media anni 2011-2013 dei giorni di superamento della concentrazione media mobile 8 ore

Stazione	Tipo staz. <sup>1</sup>	Numero superamenti 2011-2013
Torgiano - Brufa	R/F	39
Narni - Narni Scalo <sup>(*)(+)</sup>	S/F	21
Magione - Magione <sup>(*)</sup>	S/F	14
Perugia - Parco Cortonese	U/F	25
Gubbio - P.zza 40 Martiri <sup>(**)(+)</sup>	U/F	13
Terni - Borgo Rivo	U/F	14
Amelia - Amelia <sup>(*)(+)</sup>	U/F	23

(1) U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo

(\*) Solo anno 2013

(\*\*) Anni 2010-2012 in quanto il 2013 ha dati validi < 90%

(+) numero dati validi < 90% ma uniformemente distribuite nell'anno

## Capitolo 5 Risultati monitoraggio da stazioni mobili – Esposizione popolazione

Di seguito vengono riportate con tabelle e figure i valori registrati dalle stazioni mobili della qualità dell'aria per l'anno 2013.

Le stazioni mobili, o mezzi mobili, sono generalmente posizionate per periodi inferiori all'anno. Pertanto, il confronto con gli indici di legge, limiti e soglie di valutazione è solo qualitativo e non permette di verificare il rispetto o meno dei limiti ma solo individuare eventuali situazioni di attenzione e l'eventuale presenza di eventi acuti.

Oltre alle stazioni mobili vengono effettuate anche misure di benzene in numerosi punti della regione utilizzando rivelatori passivi. Per tale inquinante, pertanto, saranno presentate anche le misure annuali effettuate in questi punti di controllo.

Infine, nel capitolo sono presentati anche i confronti delle misure effettuate sulle deposizioni.

### 5.1 Posizionamenti dei mezzi mobili

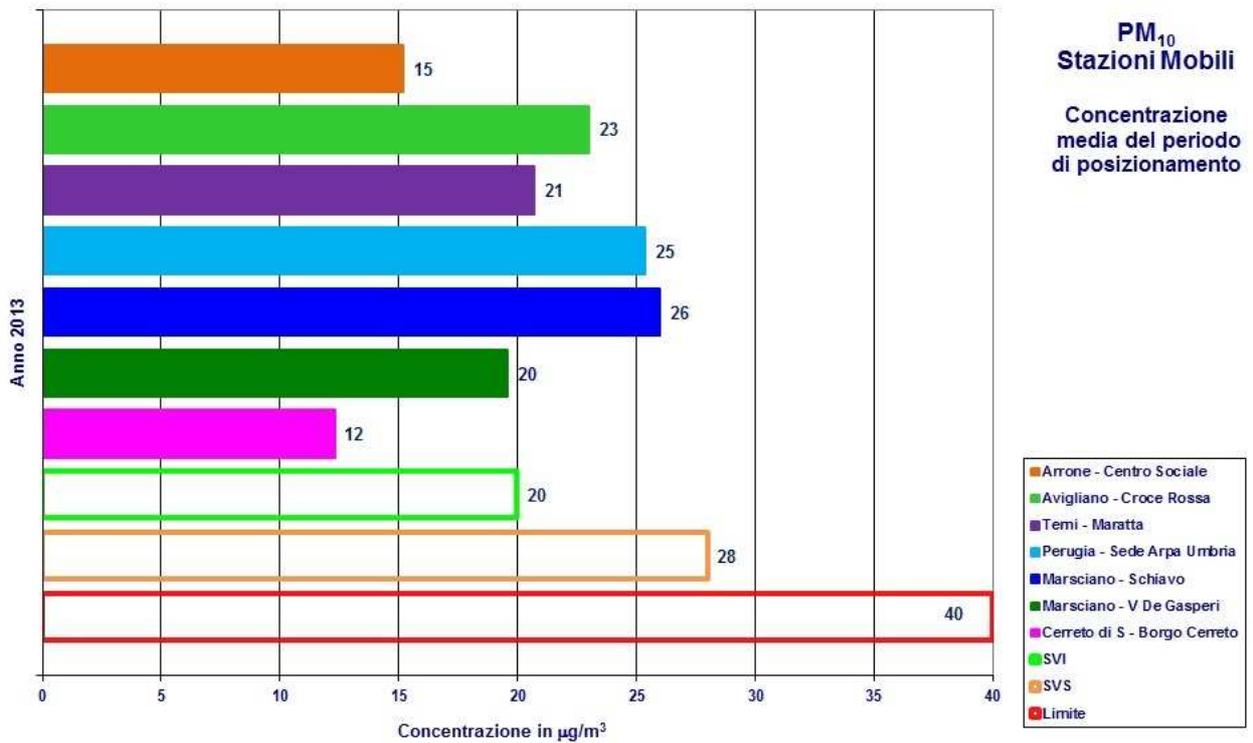
#### Posizionamenti:

Cerreto di Spoleto - Borgo Cerreto	dal 9 gennaio al 31 dicembre
Marsciano - Via De Gasperi	dal 4 febbraio al 31 dicembre
Marsciano - Schiavo di Marsciano	dal 1 novembre all' 8 dicembre
Perugia - Sede Arpa San Sisto	dal 1 gennaio al 22 aprile
Terni - Maratta	dal 24 aprile al 29 ottobre
Avigliano Umbro - Sede Croce Rossa	dal 4 marzo al 14 aprile
Arrone - Centro sociale	dal 1 maggio al 4 giugno

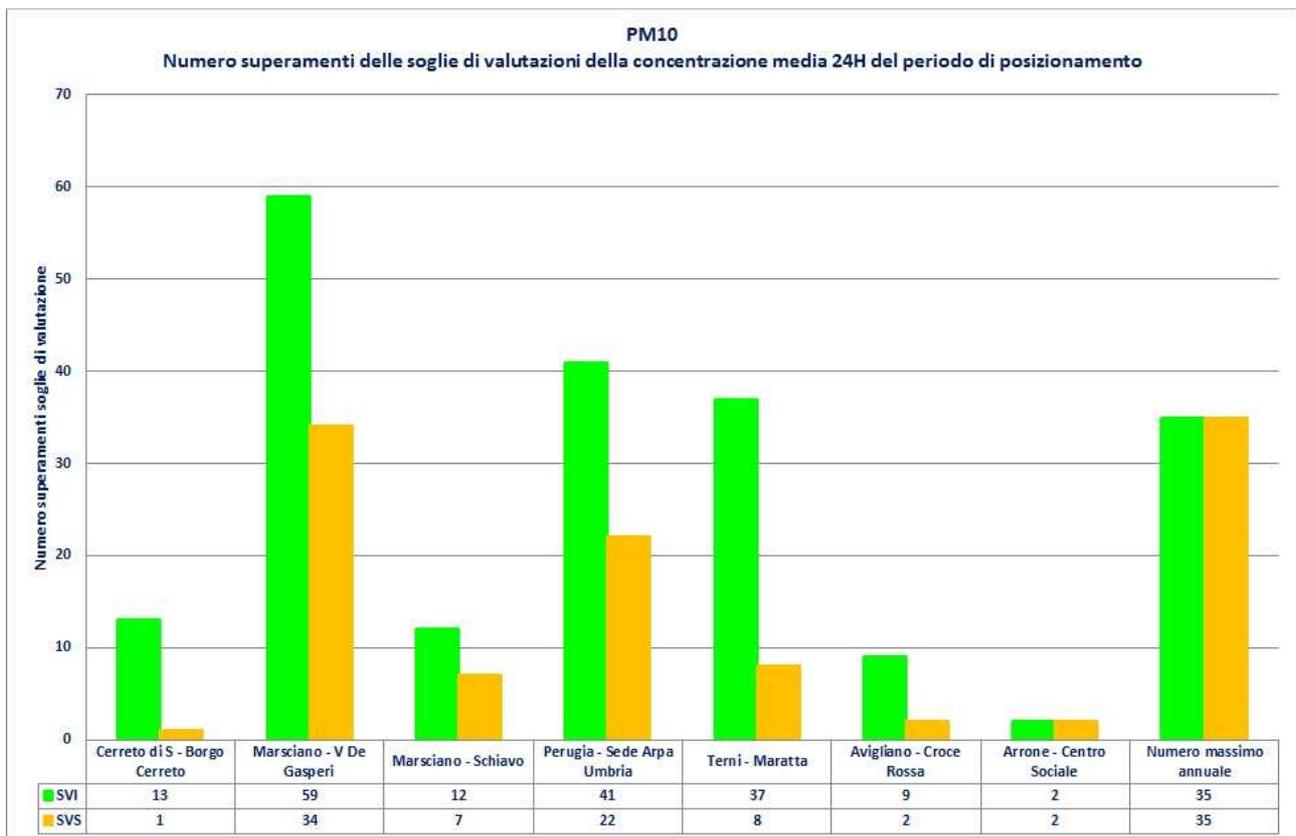
Di seguito vengono riportati, per i vari posizionamenti delle stazioni mobili, i risultati delle misure confrontati con gli indicatori di legge, limiti e soglie di valutazioni calcolate per ciascun periodo di posizionamento. Si sottolinea che per le misure sono state utilizzate differenti stazioni mobili non tutte dotate degli stessi analizzatori. Pertanto, in alcune postazioni non sono presenti tutti gli inquinanti.

Per due postazioni la stazione mobile è stata posizionata per circa un anno; i risultati per gli inquinanti che rispettano gli obiettivi di qualità dei dati previsti dal D.Lgs. 155/10 sono utilizzati per un confronto con la normativa. Questo viene evidenziato nei paragrafi seguenti con un commento specifico.

## 5.2 Particolato fine (PM<sub>10</sub>)



**Figura 5.1:** Concentrazione media di PM<sub>10</sub> riferita al periodo di presenza della stazione mobile presso il sito - confronto con limite e soglie di valutazione

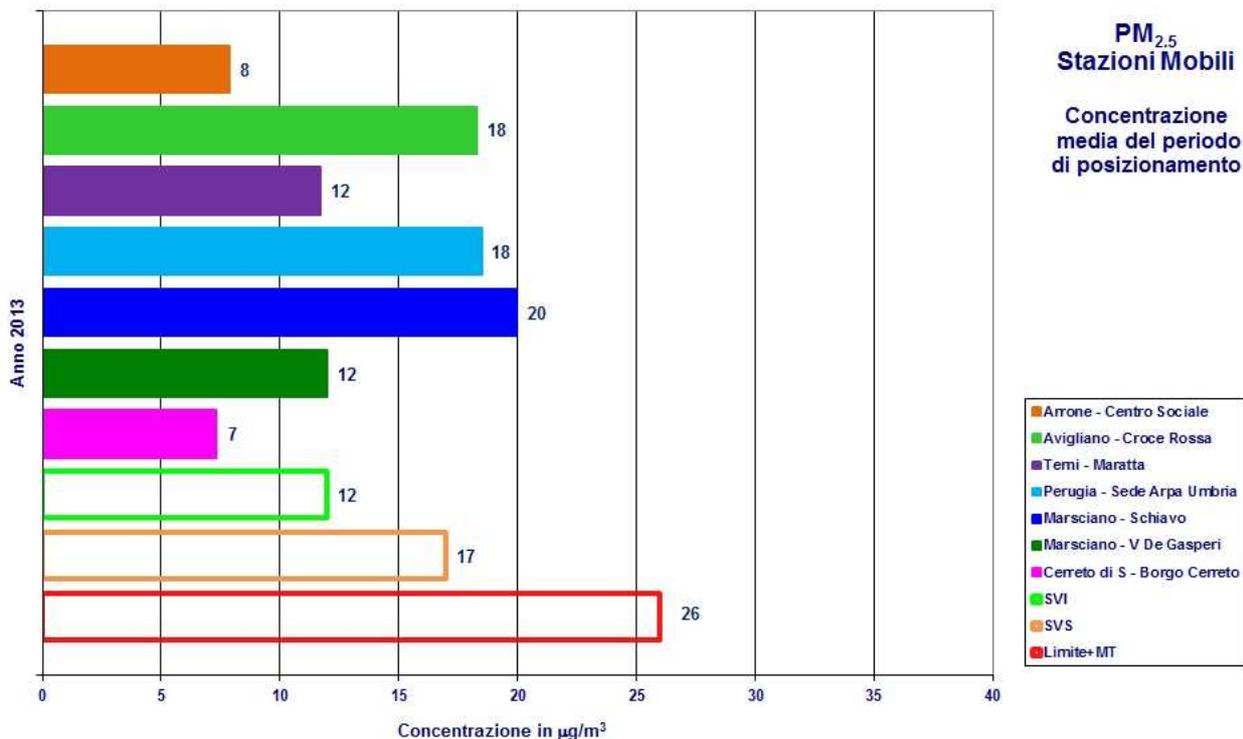


**Figura 5.2:** Numero superamenti concentrazione media 24h del PM<sub>10</sub> riferita al periodo di presenza della stazione mobile presso il sito - confronto con le soglie di valutazione

Il posizionamento a **Cerreto di Spoleto** è stato di circa 12 mesi ed i dati rispettano gli obiettivi di qualità dei dati previsti dal D.Lgs. 155/10 e possono essere confrontati con i limite e le soglie. Le concentrazioni misurate evidenziano una qualità dell'aria molto **buona**; infatti, la concentrazione media annua così come il numero dei superamenti della concentrazione media giornaliera sono inferiori alla soglia di valutazione inferiore e non mostrano alcun superamento del valore giornaliera

Il posizionamento a **Marsciano – Via De Gasperi** è stato di circa 12 mesi, i dati non rispettano gli obiettivi di qualità dei dati previsti dal D.Lgs. 155/10 ma sono uniformemente distribuiti nell'anno pertanto, come misure indicative, possono essere confrontati con i limite e le soglie. Le concentrazioni misurate evidenziano una qualità dell'aria **buona**; anche se peggiore a quanto riscontrato nella precedente postazione. Infatti, la concentrazione media annua risulta essere pari alla soglia di valutazione inferiore (SVI) mentre il numero dei superamenti della concentrazione media giornaliera sono inferiori alla soglia di valutazione superiore (SVS), superiori alla SVI e con 12 superamenti del valore giornaliero mantenendo il rispetto di tale limite.

### 5.3 Particolato fine (PM<sub>2.5</sub>)

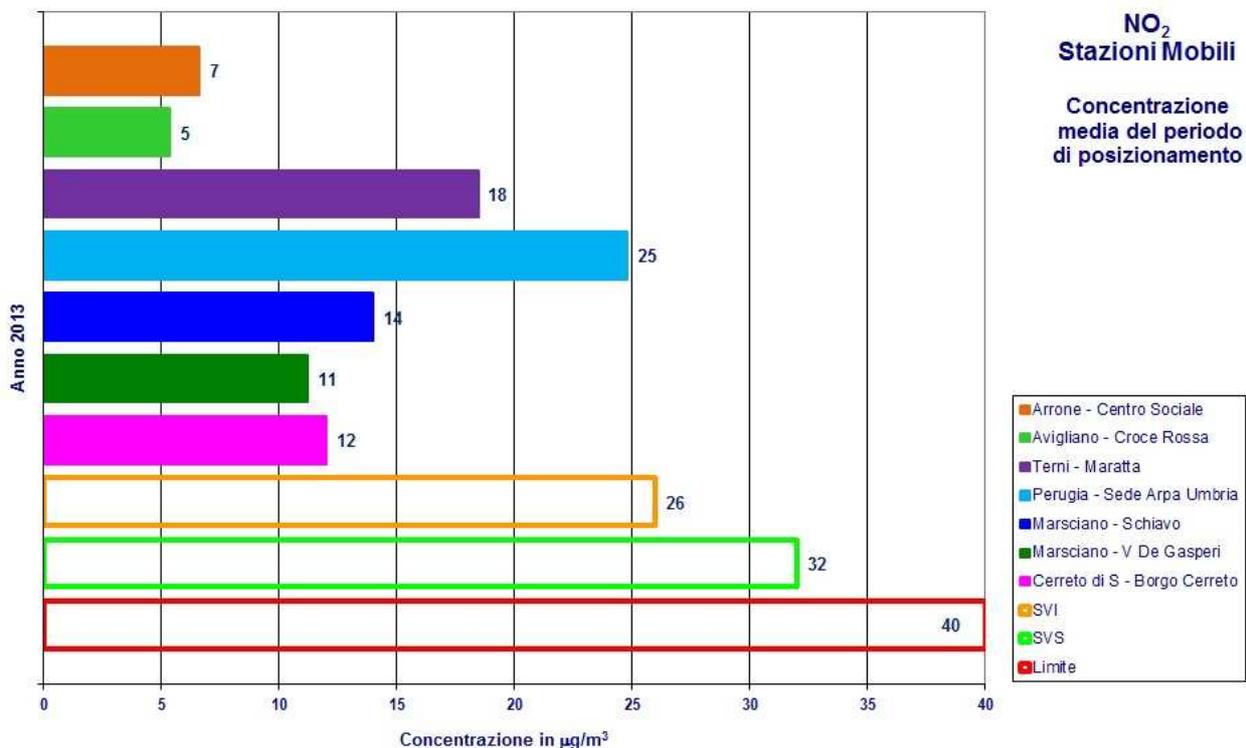


**Figura 5.3:** Concentrazione media di PM<sub>2.5</sub> riferita al periodo di presenza della stazione mobile presso il sito - confronto con limite + margine di tolleranza e soglie di valutazione

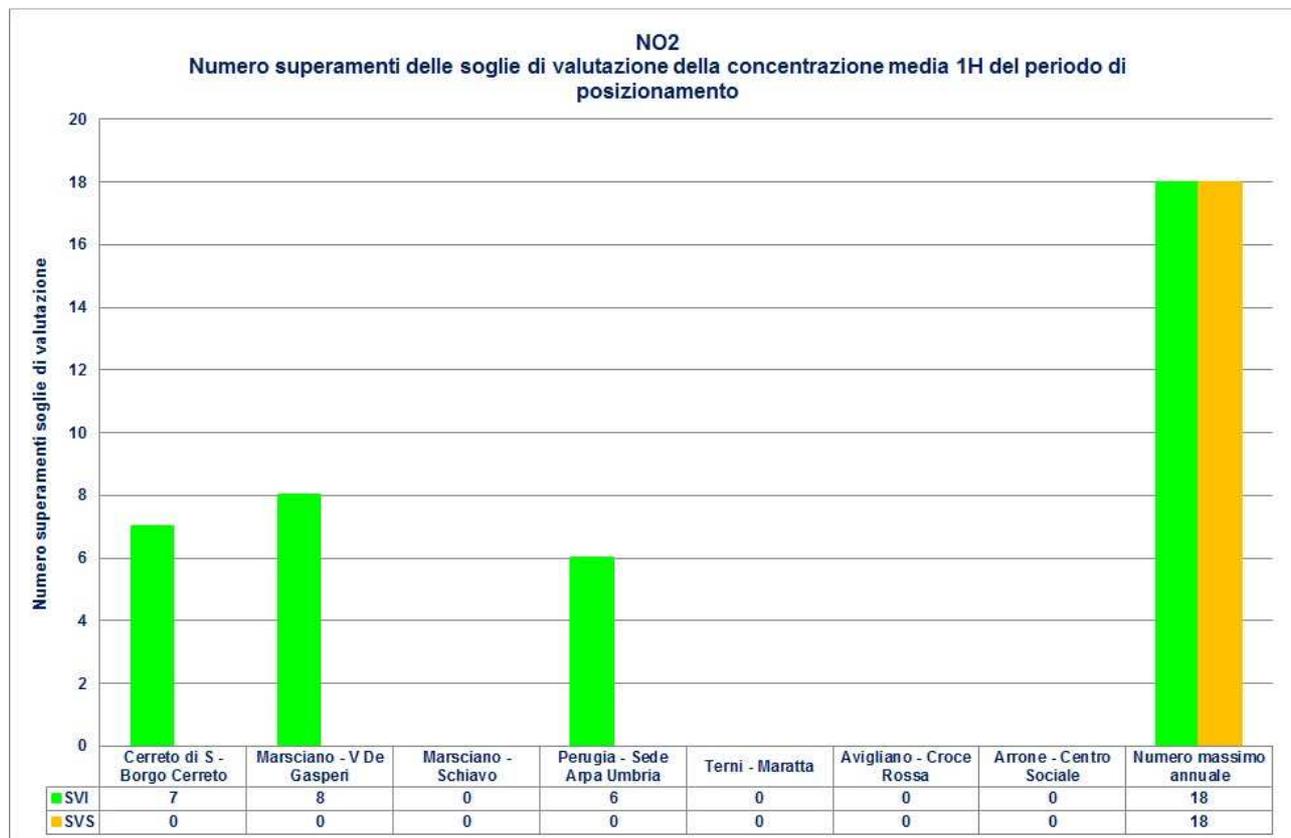
Il posizionamento a **Cerreto di Spoleto** è stato di circa 12 mesi ed i dati rispettano gli obiettivi di qualità dei dati previsti dal D.Lgs. 155/10 e possono essere confrontati con i limite e le soglie. Le concentrazioni misurate evidenziano una qualità dell'aria molto **buona**; infatti, la concentrazione media annua è inferiore alla soglia di valutazione inferiore

Il posizionamento a **Marsciano – Via De Gasperi** è stato di circa 12 mesi, i dati non rispettano gli obiettivi di qualità dei dati previsti dal D.Lgs. 155/10 ma sono uniformemente distribuiti nell'anno pertanto, come misure indicative, possono essere confrontati con i limite e le soglie. Le concentrazioni misurate evidenziano una qualità dell'aria **buona**; anche se peggiore a quanto riscontrato nella precedente postazione. Infatti, la concentrazione media annua risulta essere pari alla soglia di valutazione inferiore (SVI).

## 5.4 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)



**Figura 5.4:** Concentrazione media per NO<sub>2</sub> riferita al periodo di presenza della stazione mobile presso il sito - confronto con limite e soglie di valutazione

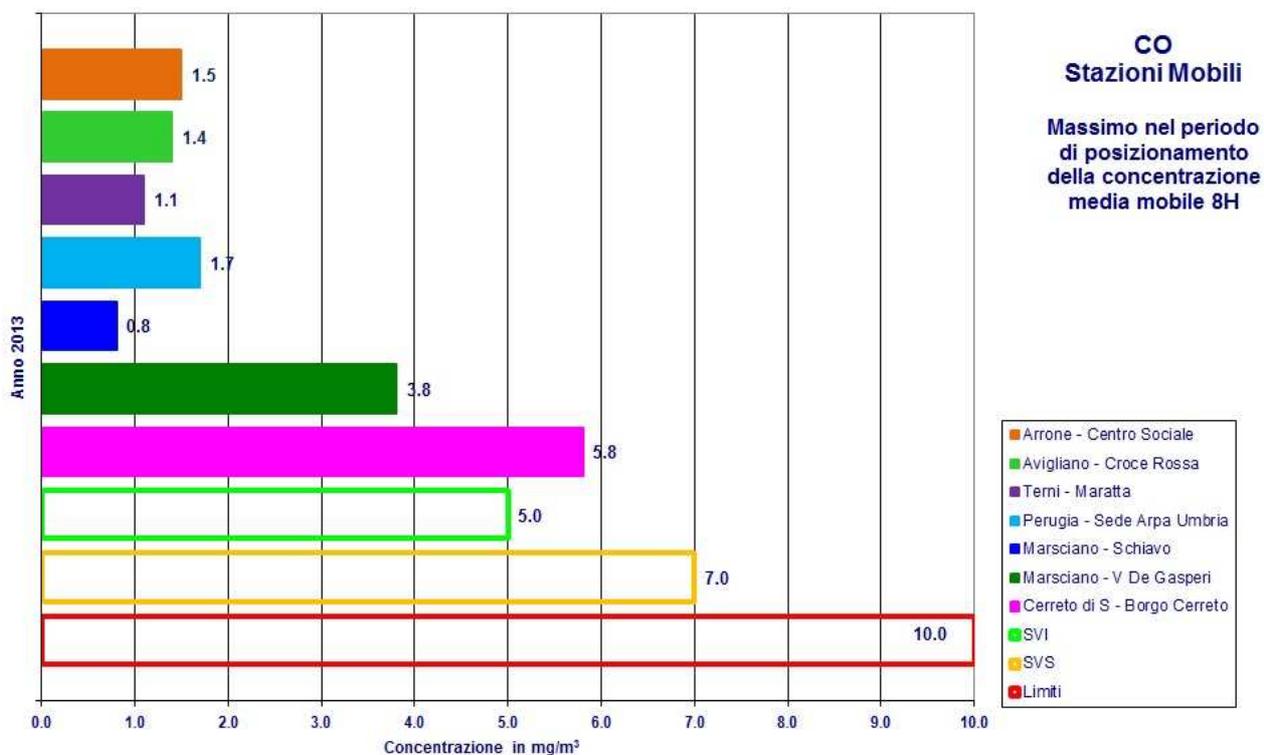


**Figura 5.5:** Numero superamenti della concentrazione media 1h per NO<sub>2</sub> riferita al periodo di presenza della stazione mobile presso il sito - confronto con le soglie di valutazione

Il posizionamento a **Cerreto di Spoleto** è stato di circa 12 mesi ed i dati rispettano gli obiettivi di qualità dei dati previsti dal D.Lgs. 155/10 e possono essere confrontati con il limite e le soglie. Le concentrazioni misurate evidenziano una qualità dell'aria molto **buona**. Infatti, la concentrazione media annua è inferiore alla soglia di valutazione inferiore così come le concentrazioni medie orarie.

Il posizionamento a **Marsciano – Via De Gasperi** è stato di circa 12 mesi, i dati non rispettano gli obiettivi di qualità dei dati previsti dal D.Lgs. 155/10 ma sono uniformemente distribuiti nell'anno pertanto, come misure indicative, possono essere confrontati con il limite e le soglie. Le concentrazioni misurate evidenziano una qualità dell'aria molto **buona**. Infatti, la concentrazione media annua è inferiore alla soglia di valutazione inferiore così come le concentrazioni medie orarie.

## 5.5 Monossido di carbonio (CO)

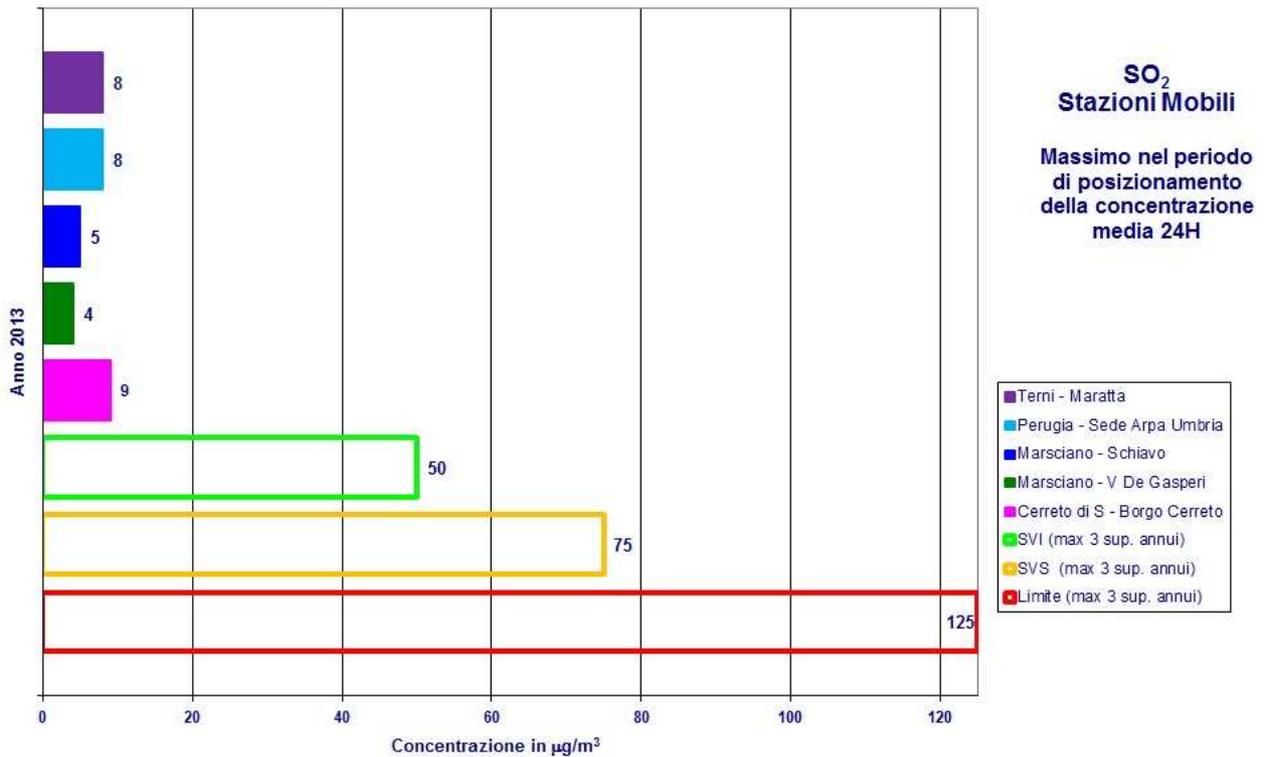


**Figura 5.6:** Media massima giornaliera calcolata su otto ore per CO riferita al periodo di presenza della stazione mobile presso il sito - confronto con limite e soglie di valutazione

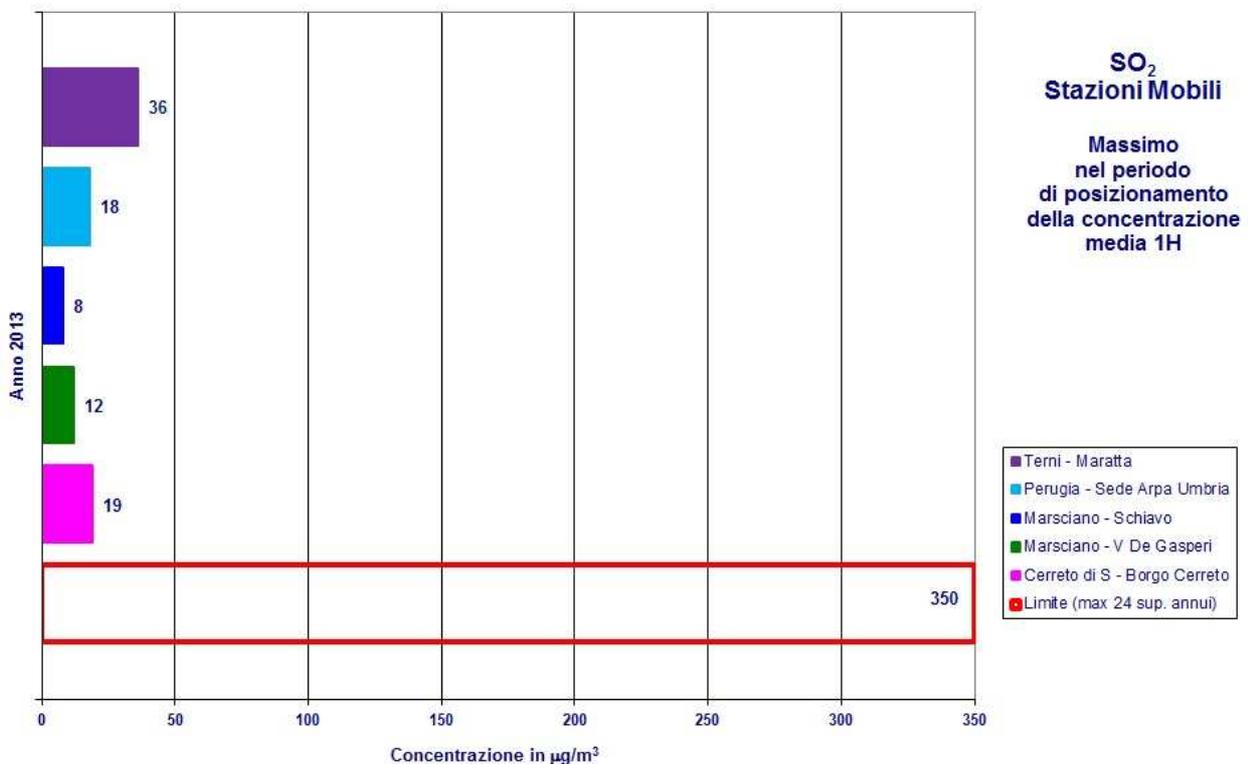
Il posizionamento a **Cerreto di Spoleto** è stato di circa 12 mesi ed i dati rispettano gli obiettivi di qualità dei dati previsti dal D.Lgs. 155/10 e possono essere confrontati con il limite e le soglie. Le concentrazioni misurate evidenziano una qualità dell'aria **buona**. La concentrazione media massima giornaliera calcolata su 8 ore è inferiore alla soglia di valutazione superiore (SVS) anche se superiore alla soglia di valutazione inferiore (SVI).

Il posizionamento a **Marsciano – Via De Gasperi** è stato di circa 12 mesi, i dati non rispettano gli obiettivi di qualità dei dati previsti dal D.Lgs. 155/10 ma sono uniformemente distribuiti nell'anno pertanto, come misure indicative, possono essere confrontati con il limite e le soglie. Le concentrazioni misurate evidenziano una qualità dell'aria molto **buona**. La concentrazione media massima giornaliera calcolata su 8 ore è inferiore alla soglia di valutazione inferiore (SVI).

## 5.6 Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)



**Figura 5.7:** Massimo della concentrazione media 24 ore per SO<sub>2</sub> riferita al periodo di presenza della stazione mobile presso il sito - confronto con limite e soglie di valutazione

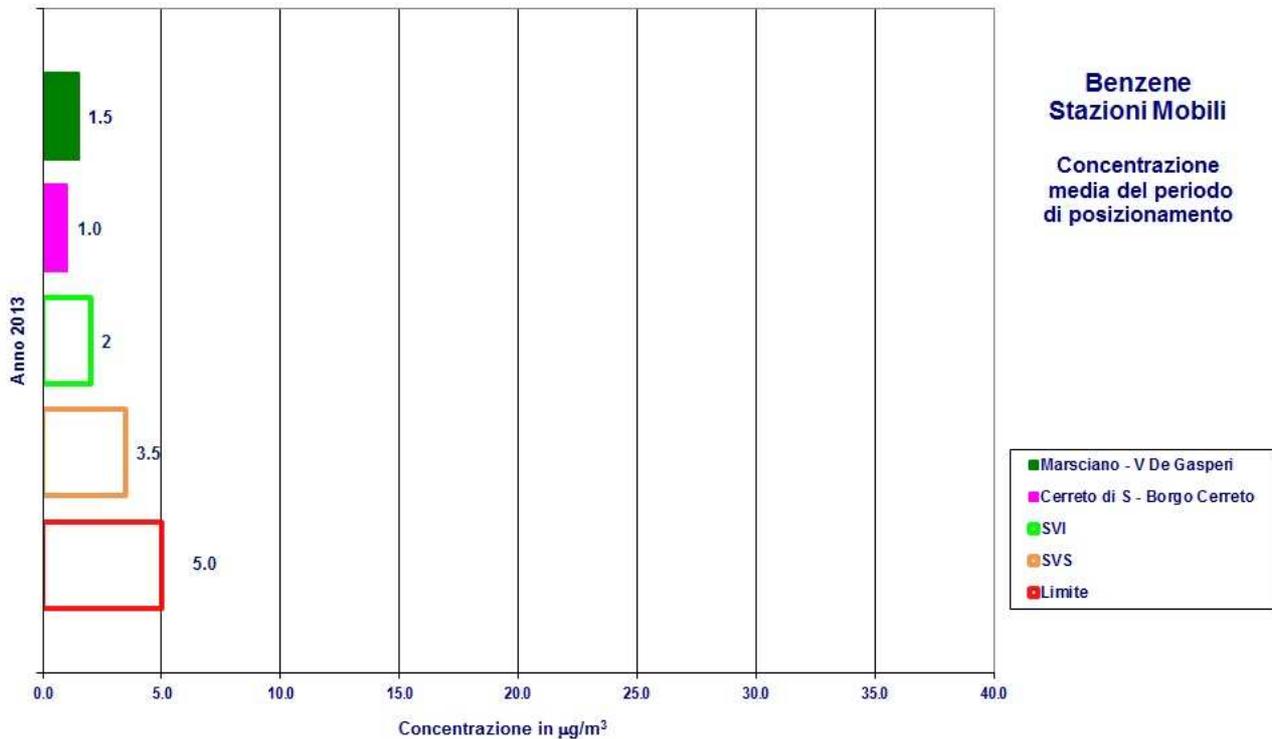


**Figura 5.8:** Massimo della media 1 ora per SO<sub>2</sub> riferita al periodo di presenza della stazione mobile presso il sito - confronto con limite

Il posizionamento a **Cerreto di Spoleto** è stato di circa 12 mesi ed i dati rispettano gli obiettivi di qualità dei dati previsti dal D.Lgs. 155/10 e possono essere confrontati con il limite e le soglie. Le concentrazioni misurate evidenziano una qualità dell'aria molto **buona**. La concentrazione media giornaliera è inferiore alla soglia di valutazione inferiore (SVI) mentre le concentrazioni orarie sono estremamente basse.

Il posizionamento a **Marsciano – Via De Gasperi** è stato di circa 12 mesi, i dati i dati rispettano gli obiettivi di qualità dei dati previsti dal D.Lgs. 155/10 e possono essere confrontati con il limite e le soglie. Le concentrazioni misurate evidenziano una qualità dell'aria molto **buona**. La concentrazione media giornaliera è inferiore alla soglia di valutazione inferiore (SVI) mentre le concentrazioni orarie sono estremamente basse.

## 5.7 Idrocarburi aromatici - Benzene



**Figura 5.9:** Concentrazione media per Benzene riferita al periodo di presenza della stazione mobile presso il sito - confronto con limite e soglie di valutazione

Il posizionamento a **Cerreto di Spoleto** è stato di circa 12 mesi: i dati per questo inquinante non rispettano gli obiettivi di qualità dei dati previsti dal D.Lgs. 155/10 e pertanto hanno solo un valore qualitativo.

Il posizionamento a **Marsciano – Via De Gasperi** è stato di circa 12 mesi: i dati rispettano gli obiettivi di qualità dei dati previsti dal D.Lgs. 155/10 e pertanto possono essere confrontati con il limite e le soglie. Le concentrazioni misurate evidenziano una qualità dell'aria molto **buona**. La concentrazione media annua è inferiore alla soglia di valutazione inferiore (SVI).

## 5.8 Ozono (O<sub>3</sub>)

Il posizionamento a **Cerreto di Spoleto** e a **Marsciano – Via De Gasperi** è stato per circa il 90% del periodo estivo e, pertanto, le misure possono essere utilizzate per valutare il rispetto dell'obiettivo lungo termine (OLT) per questo inquinante.

Nella tabella 5.1 viene riportato numero di superamenti della concentrazione media mobile 8 ore ed il relativo valore massimo del periodo estivo (aprile – settembre)

**Tabella 5.1:** Numero di giorni di superamento della concentrazione media mobile 8 ore e relativo valore massimo

Stazione	Superamenti <sup>1</sup>	Massimo media 8h µg/m <sup>3</sup>
Cerreto di Spoleto – Borgo Cerreto	1	135
Marsciano – Via De Gasperi	1	121

(1) Superamenti annui media mobile 8h

## 5.9 Idrocarburi aromatici - Benzene in alcuni comuni della regione

Le misure sono state eseguite con rivelatori passivi posizionati per 12 mesi in vari comuni della regione. Di seguito viene presentato il risultato dei controlli annuali.

**Tabella 5.2:** Anno 2013 concentrazione media annua

Punto di posizionamento	Media annua $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Perugia - Porta Pesa	1.0
Perugia - Centro	0.7
Perugia - Via XIV Settembre	1.0
Perugia - San Sisto	1.0
Amelia - XXI Settembre	1.2
Narni - Montoro	0.9
Narni - Nera Montoro	0.9
Narni - Piazza Garibaldi	1.4
Narni - San Liberato	0.8
Terni - Dalmazia	1.7
Terni - Tacito	1.6
Terni - Brin	1.4
Terni - Argine	1.5

### Legenda

	Buona	Accettabile	Scadente
<b>Benzene</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) media annuale	$\leq 3.5$	3.5 - 5	> 5

## 5.10 Deposizioni - contenuto di metalli e IPA

Per la valutazione della qualità dell'aria il D.Lgs. n.155/10 individua anche l'analisi del contenuto di metalli e IPA nelle deposizioni. Tale parametro può essere utile a valutare l'esposizione indiretta della popolazione agli inquinanti attraverso la catena alimentare. A tal fine, alcuni deposimetri sono stati posizionati nei pressi di stazioni fisse di monitoraggio; nella tabella 5.3 sono presentati i dati relativi alle analisi effettuate nelle deposizioni della frazione umida e della frazione secca raccolte in modo congiunto.

Poiché la norma non presenta indicatori e soglie per i vari parametri di concentrazione nelle deposizioni, questi possono essere confrontati in modo relativo ovvero tra i vari punti di campionamento presenti sul territorio regionale.

**Tabella 5.3:** Anno 2013 tassi di deposizione di metalli e Benzo(a)pirene

Zona campionamento	Arsenico	Cadmio	Cromo	Nichel	Piombo	B(a)P
	Media annua					
	$\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$					$\text{ng}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$
Terni - Zona Prisciano	3.7	0.4	933.5	146.7	65.2	17.5
Terni - Borgo Rivo	0.4	0.1	51.2	20.8	16.5	9.5
Gubbio - Ghigiano	0.2	0.0	7.9	6.0	5.3	11.6
Perugia - Cortonese	0.1	0.0	7.6	4.0	5.6	11.9

## Capitolo 6. Simulazioni – Esposizione popolazione

La modellistica della qualità dell'aria rappresenta lo strumento principale di sintesi del processo conoscitivo per la valutazione e gestione della qualità dell'aria, nonché di quello previsionale. Essa infatti, essendo uno strumento matematico/informatico, cerca di ricostruire il più fedelmente possibile lo stato della concentrazione dei vari inquinanti in un dominio di calcolo spazio-temporale di interesse, inglobando tutti i principali aspetti del fenomeno e fornendo informazioni sulle relazioni fra emissioni e concentrazione o deposizione degli inquinanti primari o secondari, tenuto conto dei processi di dispersione, trasporto, trasformazione chimica e rimozione.

In particolare, i modelli di dispersione sono un utile strumento per:

- valutare (misurare, calcolare, prevedere) campi di concentrazione anche in porzioni di territorio ove non esistano punti di misura o estendere la rappresentatività spaziale delle misure stesse;
- ottenere informazioni sulle relazioni tra emissioni e immissioni (matrici sorgenti – recettori) discriminando, quindi, fra i contributi delle diverse sorgenti;
- valutare l'impatto di inquinanti non misurati dalla rete di monitoraggio;
- studiare scenari ipotetici di emissioni alternative rispetto al quadro attuale o passato;
- effettuare analisi di trend delle concentrazioni di inquinanti al fine di valutare il peso relativo dei vari fenomeni che concorrono tra loro a determinare tali concentrazioni (emissioni, meteo, trasporto a lunga distanza, etc...).

Il risultato della simulazione modellistica è, ovviamente, connotato da un certo grado di incertezza che risulta dalla composizione dell'incertezza intrinseca al modello (dovuta alla incapacità di descrivere perfettamente tutti i fenomeni fisici) e di quella associata ai dati di ingresso, in particolare alle emissioni e ai parametri meteorologici.

In questo capitolo viene descritta l'analisi modellistica effettuata al fine di valutare l'estensione territoriale delle zone con più o meno criticità dal punto di vista della qualità dell'aria e lo stato complessivo di tutto il territorio regionale anche nelle aree non monitorate direttamente dalla Rete Regionale di Monitoraggio della Qualità dell'Aria.

### 6.1 Il modello e i dati di input utilizzati

La catena modellistica implementata da Arpa Umbria si basa sul codice Chimere.

Questo è un modello euleriano foto-chimico e di trasporto a griglia, applicabile a scala regionale, per la simulazione della qualità dell'aria ed è stato sviluppato dall'Istituto Pierre Simon Laplace, dal Lisa del CNRS e dall'INERIS francese.

Chimere è stato progettato per svolgere previsioni quotidiane di ozono, polveri fini e numerosi altri inquinanti in aria e per realizzare simulazioni di medio periodo su scala locale (risoluzioni di ~ 1-5 km) o continentali. Il programma simula gran parte dei fenomeni chimico-fisici subiti dagli inquinanti atmosferici, inclusi la diffusione, il trasporto, la deposizione e le reazioni chimiche e fotochimiche. Esso è anche in grado di trattare i processi subiti dagli aerosol (cioè il particolato, i nitrati, i solfati, l'acqua e le specie organiche secondarie) e le reazioni in fase eterogenea.

La simulazione è basata su alcuni dati di input come le emissioni, le concentrazioni, le condizioni al contorno e i dati meteorologici.

Questi ultimi provengono dall'archivio LAMA realizzato e gestito dal servizio Idro-Meteo-Clima dell'Arpa Emilia Romagna, mentre le condizioni al contorno provengono dal servizio Prev'Air dell'istituto francese INERIS.

Per quanto riguarda i dati emissivi, questi sono tratti dall'ultimo anno disponibile per l'Inventario Regionale delle Emissioni (IRE), ovvero il 2007, relativamente al territorio regionale. Per il resto del territorio extraregionale, sono stati utilizzati i dati dell'Inventario Nazionale 2003 scalato al 2007 secondo le serie nazionali di emissione. Sono stati inoltre utilizzati i dati meteo e le condizioni al contorno dell'anno 2013.

I dati dell'Inventario Nazionale 2003 sono stati forniti dall'ISPRA già disaggregati sullo stesso grigliato 5x5 km del dominio di calcolo. Questi dati sono stati scalati al fine di rappresentare più fedelmente il quadro emissivo per lo stesso anno dell'IRE, ovvero il 2007.

## 6.2 Concentrazioni al suolo

La catena modellistica fornisce come output una mappa di concentrazioni al suolo dei diversi inquinanti con dati orari su un grigliato quadrato di lato pari a 5 km per tutto l'anno considerato. I dati orari, ove necessario, sono rielaborati per ottenere gli indici stabiliti dalla norma (media 8 ore, 24 ore, annuale ecc..).

Di seguito sono riportate le mappe di concentrazione al suolo per gli inquinanti PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>.

Per tutti i grafici è stato scelto di utilizzare una scala con colori che vanno gradualmente dal verde al giallo e poi al rosso.

Le gradazioni di verde sono associate ad aree che stanno sotto la soglia scelta per individuare aree di attenzione e individuano aree con una situazione che non richiede particolari interventi.

Il successivo colore giallo e arancione corrispondono ad aree con valori superiori alla soglia di attenzione scelta ma sempre inferiori al valore considerato critico, valore che può coincidere con la soglia di valutazione superiore o con il limite di legge; queste sono aree nelle quali, avendo valori non sufficientemente bassi, occorre migliorarne la qualità dell'aria.

Infine, le aree colorate in rosso sono superiori a quest'ultimo valore e, pertanto, rappresentano aree con situazioni di criticità.

## 6.3 Particolato fine (PM<sub>10</sub>)

Nella figura 6.1 sono riportate le concentrazioni medie annue di PM<sub>10</sub>. Per questo inquinante, la legge prevede due indicatori di qualità dell'aria, ovvero il valore della concentrazione media annua e il numero di superamenti del valore soglia di 50 µg/m<sup>3</sup> della concentrazione media giornaliera.

Sebbene in Umbria negli anni si siano registrate criticità rispetto al numero di superamenti di 50 µg/m<sup>3</sup>, le simulazioni di qualità dell'aria fatte non sono del tutto adatte a valutare direttamente questo indicatore a soglia in quanto, analogamente ai più diffusi modelli di qualità dell'aria in Europa, è presente una sottostima dei valori di PM<sub>10</sub> simulati<sup>5</sup>. Tale sottostima, che dipende da molteplici cause tra cui la sottostima di emissioni fuggitive,

---

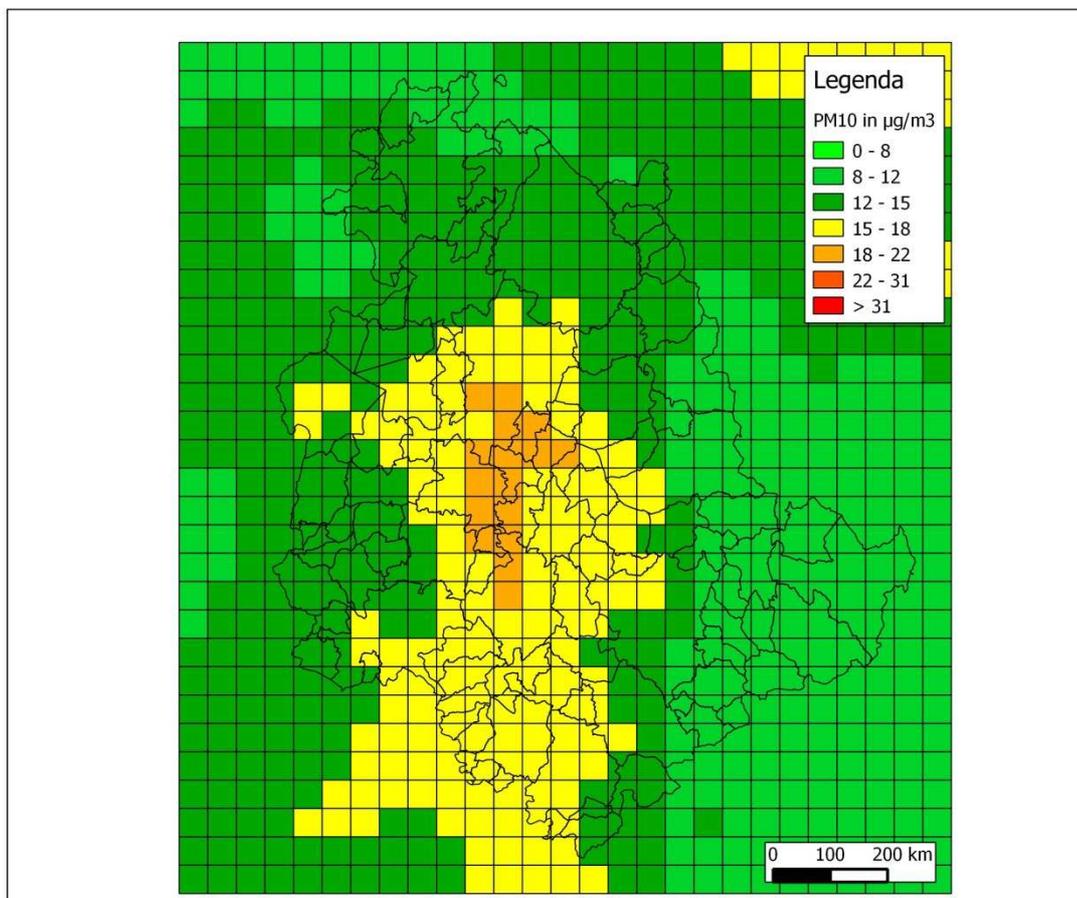
<sup>5</sup> Confronto tra le osservazioni e le simulazioni del modello Minni per la centralina di monitoraggio Cortonese, Rapporto Enea, 2010

risospese o dovute alla combustione di biomasse legnose o di altri processi di formazione del particolato secondario come il particolato secondario organico, inficia la possibilità di valutare accuratamente gli indicatori di qualità dell'aria per le polveri fini in modo particolare quello a soglia.

È comunque possibile valutare indirettamente l'indicatore del numero di superamenti basandosi sul risultato di uno studio realizzato dal Comitato Nazionale Emergenza Inquinamento Atmosferico (CNEIA), istituito con il DM 18 febbraio 2005, il quale, nelle relazioni conclusive<sup>6</sup>, indicava una correlazione del suddetto indicatore rispetto a quello relativo al valore medio annuale; in particolare, per avere un rispetto del limite sul numero di superamenti della soglia giornaliera è sufficiente avere un valor medio annuo di PM<sub>10</sub> inferiore a 30 µg/m<sup>3</sup>: è possibile quindi valutare l'indice relativo ai superamenti analizzando il solo valor medio annuale di PM<sub>10</sub>.

Le valutazioni, quindi, sono state fatte a partire dai valori medi annui per i quali il modello ha dimostrato di riprodurre l'andamento dei dati misurati ma con una sottostima sistematica che può essere pari a un fattore 1,3 per le centraline di fondo urbano e rurale, e pari a 1,3÷2 per quelle da traffico. Tenendo in considerazione questa sottostima, nei grafici è stato scelto come soglia critica il valore di 31 µg/m<sup>3</sup>, ovvero il limite di 40 µg/m<sup>3</sup> diviso un fattore pari a 1,3. Invece, come soglia di attenzione è stato scelto un valore pari a 15 µg/m<sup>3</sup>, ovvero la soglia di valutazione inferiore diviso sempre il fattore 1,3.

La scala cromatica utilizzata, quindi, indica con il colore verde le aree con valori al di sotto della soglia di attenzione, con il giallo le aree con valori tra la soglia di attenzione e la soglia di criticità e con l'arancione e rosso le aree oltre quest'ultima soglia.



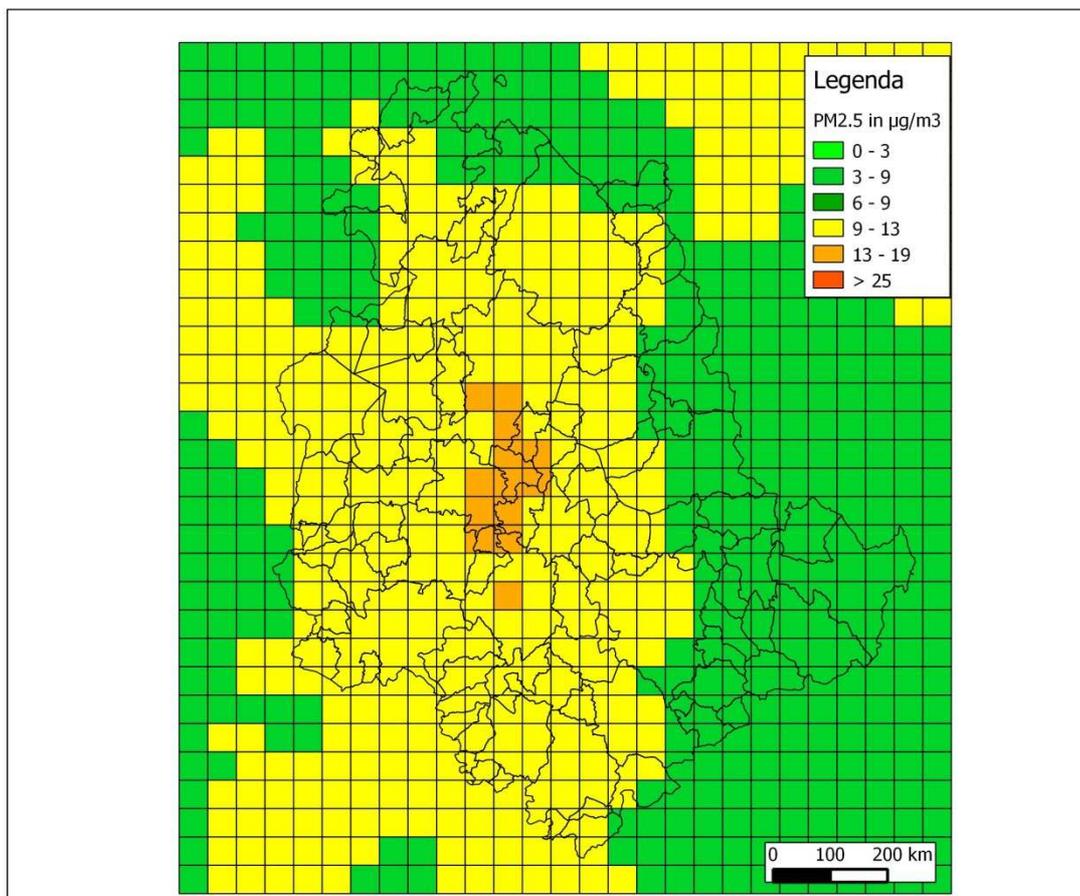
**Figura 6.1:** Concentrazione media annua di PM<sub>10</sub>

<sup>6</sup> Comitato Nazionale Emergenza Inquinamento Atmosferico, Relazione Conclusiva, 2006

## 6.4 Particolato fine (PM<sub>2.5</sub>)

Analogamente a quanto avviene per il PM<sub>10</sub>, anche per il PM<sub>2.5</sub> la modellistica produce una generale e sistematica sottostima. Pertanto, anche per questo inquinante le soglie sono state scelte tenendo conto della sottostima pari ad un fattore 1,3: la soglia di attenzione è stata scelta pari a 9 µg/m<sup>3</sup>, a fronte della soglia di valutazione superiore pari a 12 µg/m<sup>3</sup>, e la soglia critica è stata scelta pari a 19 µg/m<sup>3</sup>, a fronte di una soglia di legge pari a 25 µg/m<sup>3</sup>.

I risultati della simulazione sono riportati nella figura 6.2 con una scala che mostra in verde le aree al di sotto della soglia di attenzione, con l'arancione le aree con valori tra la soglia di attenzione e la soglia di criticità e con il rosso le aree oltre quest'ultima soglia.



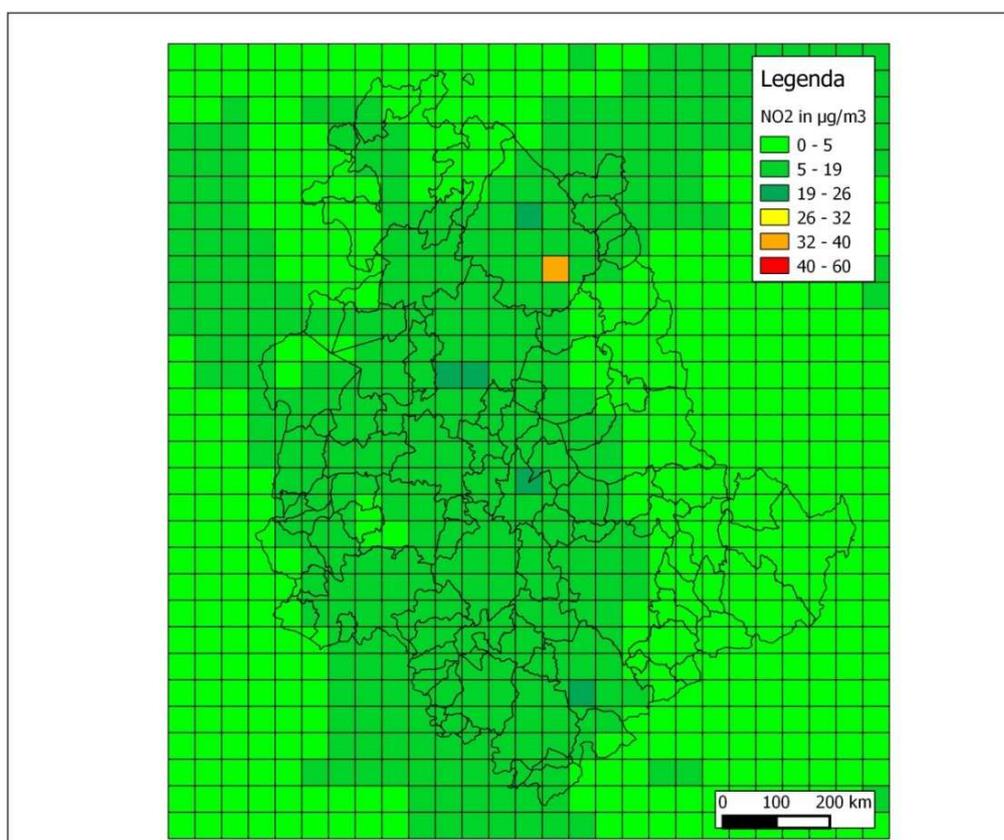
**Figura 6.2:** Concentrazione media annua di PM<sub>2.5</sub>

## 6.5 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

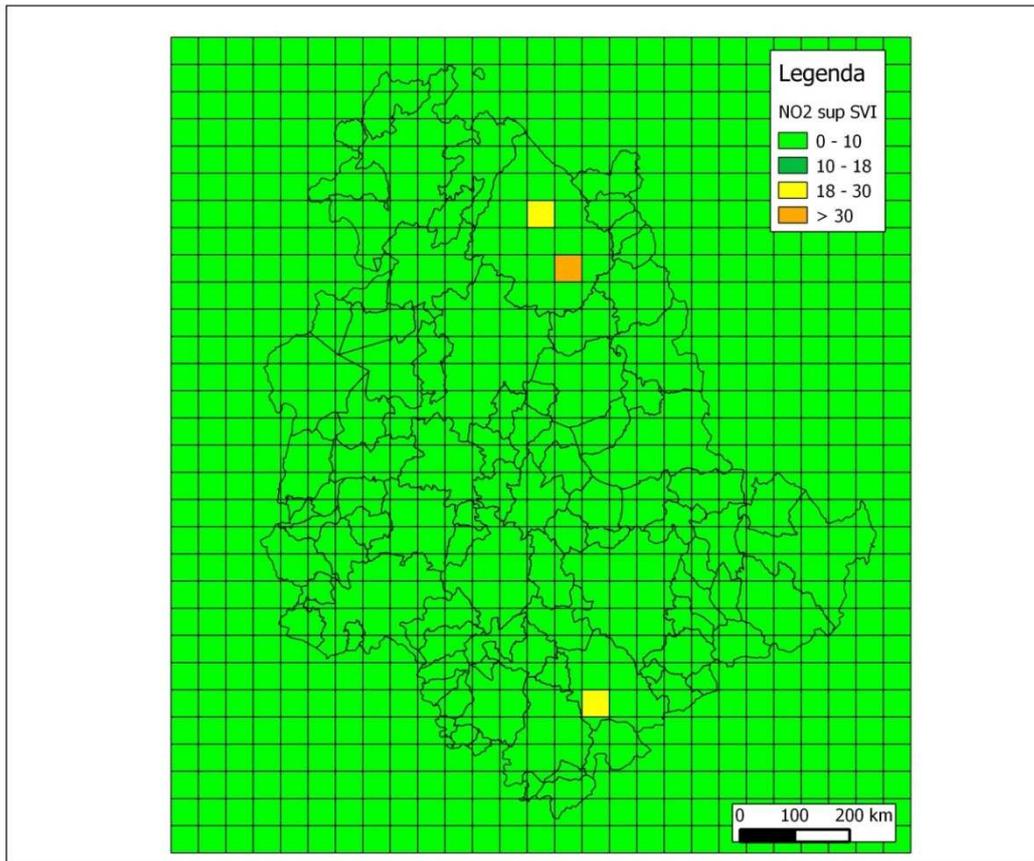
Nella figura 6.3 sono riportate le concentrazioni medie annue di NO<sub>2</sub>. Per questo inquinante la legge prevede una soglia di valutazione inferiore della media annua pari a 26 µg/m<sup>3</sup>, una soglia di valutazione superiore pari a 32 µg/m<sup>3</sup> e un limite di 40 µg/m<sup>3</sup>.

Per il grafico è stata scelta come soglia di attenzione la soglia di valutazione inferiore e come soglia critica il limite di legge. La scala cromatica riflette questa scelta e, quindi, le aree rappresentate dal colore verde hanno valori al di sotto della soglia di attenzione, le aree rappresentate dai colori giallo e arancione hanno valori tra la soglia di attenzione e la soglia di criticità e rosso per le aree oltre quest'ultima soglia.

Per completezza, nella figura 6.4 è riportato il numero di superamenti della soglia di valutazione inferiore per il valore della concentrazione media oraria di NO<sub>2</sub>. In questo grafico si vede come le aree con valori oltre la soglia di attenzione, ovvero oltre i 18 superamenti della soglia di valutazione inferiore SVI, coincidano con quelle individuate per il valore della concentrazione media annuale di NO<sub>2</sub> (vedi la figura 6.3).



**Figura 6.3:** Concentrazione media annua di NO<sub>2</sub>

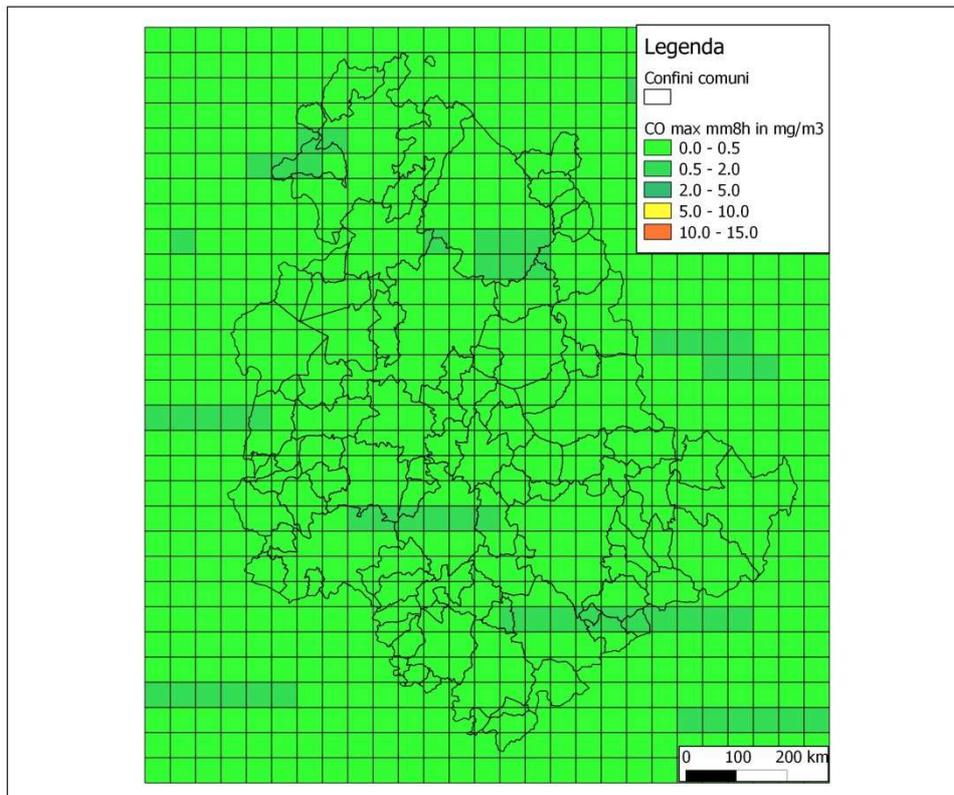


**Figura 6.4:** Numero di superamenti della soglia di valutazione inferiore (SVI) di NO<sub>2</sub>

## 6.6 Monossido di carbonio (CO)

L'indicatore di legge è la concentrazione massima giornaliera della media mobile su 8 ore e, per questo, si hanno sempre valori ben inferiori rispetto alla soglia di valutazione inferiore, che è pari a 5 mg/m<sup>3</sup>.

Nella figura 6.5 viene mostrato il risultato della media massima giornaliera calcolata su otto ore di CO.



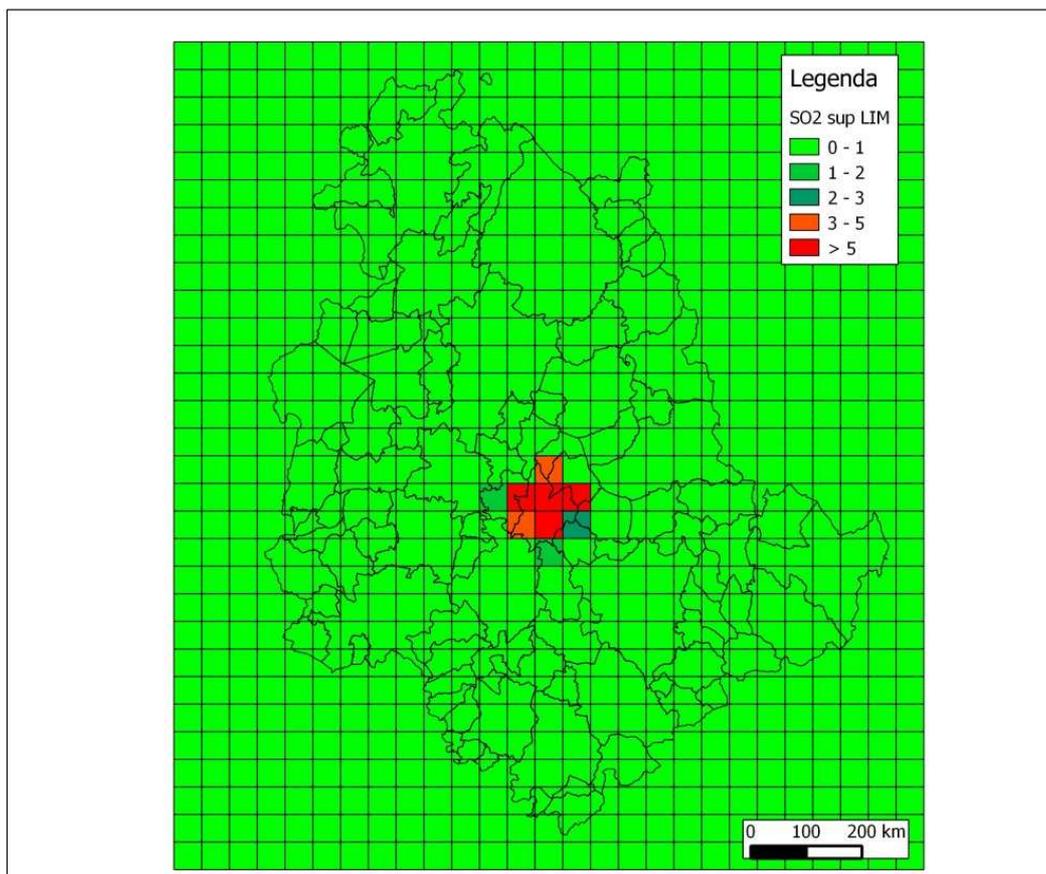
**Figura 6.5:** Concentrazione massima giornaliera della media calcolata su otto ore di CO

## 6.7 Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

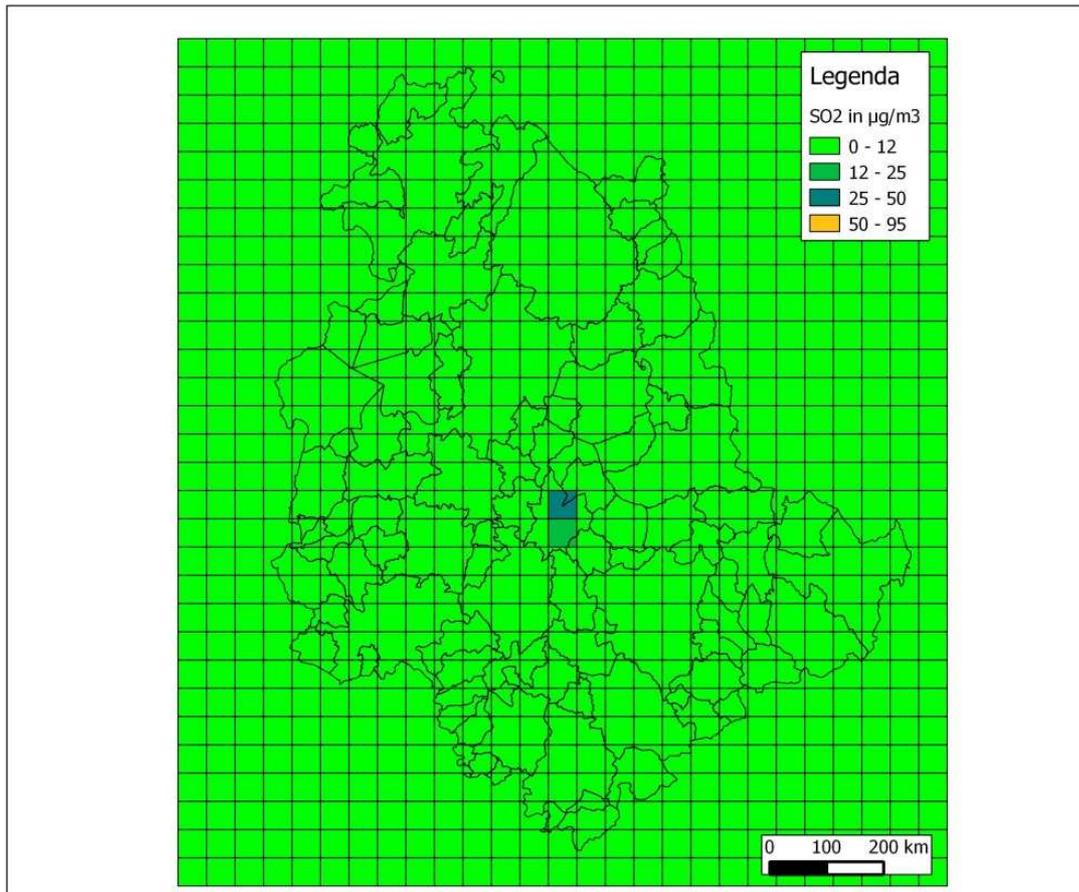
Questo è un inquinante che oggi, grazie soprattutto alle misure europee di riduzione del tenore di zolfo nei combustibili, non presenta più criticità diffuse. Per questo motivo, anche nella regione Umbria non si hanno zone con criticità. La criticità locale nei pressi della centrale termoelettrica alimentata a carbone nel comune di Gualdo Cattaneo, come si vede nella figura 6.6 dove sono riportati il numero di superamenti della soglia di legge, è imputabile alla possibile sovrastima dovuta al modello e al fatto che i dati emissivi utilizzati ad oggi sono quelli del 2007, mentre in questi anni le emissioni dell'impianto sono diminuite anche a causa del ridotto periodo di funzionamento (vedi capitolo 7).

Tale soglia, che è pari a 125 µg/m<sup>3</sup>, può essere superata per non più di tre volte l'anno ma, nella cella corrispondente alla suddetta centrale termoelettrica e in quella subito adiacente, ovvero le zone rappresentate in rosso, si vede come siano possibili più di 3 superamenti.

Per completezza, nella figura 6.7 è mostrato il grafico con il valore medio annuo di SO<sub>2</sub>. Anche da questo si vede come le uniche criticità presenti in regione siano nei pressi della centrale elettrica mentre le rimanenti aree umbre non presentano valori né critici né di attenzione.



**Figura 6.6:** Numero superamenti del limite per la media giornaliera di SO<sub>2</sub>



**Figura 6.7:** Concentrazione media annua di  $\text{SO}_2$

## 6.8 Ozono (O<sub>3</sub>)

Nella figura 6.8 è mostrato il valor medio annuale di ozono ottenuto dalla simulazione. Pur non essendo un indice di legge, tale valore mostra come le concentrazioni al suolo di ozono siano piuttosto omogenee per vaste aree del territorio con i valori più alti nelle aree rurali e i valori più bassi localizzati nei pressi delle aree urbanizzate.

Questa dinamica è dovuta ai complessi meccanismi di formazione dell'ozono, essendo questo un inquinante secondario, che ne favoriscono la formazione e il trasporto anche lontano dalle sorgenti degli inquinanti precursori.

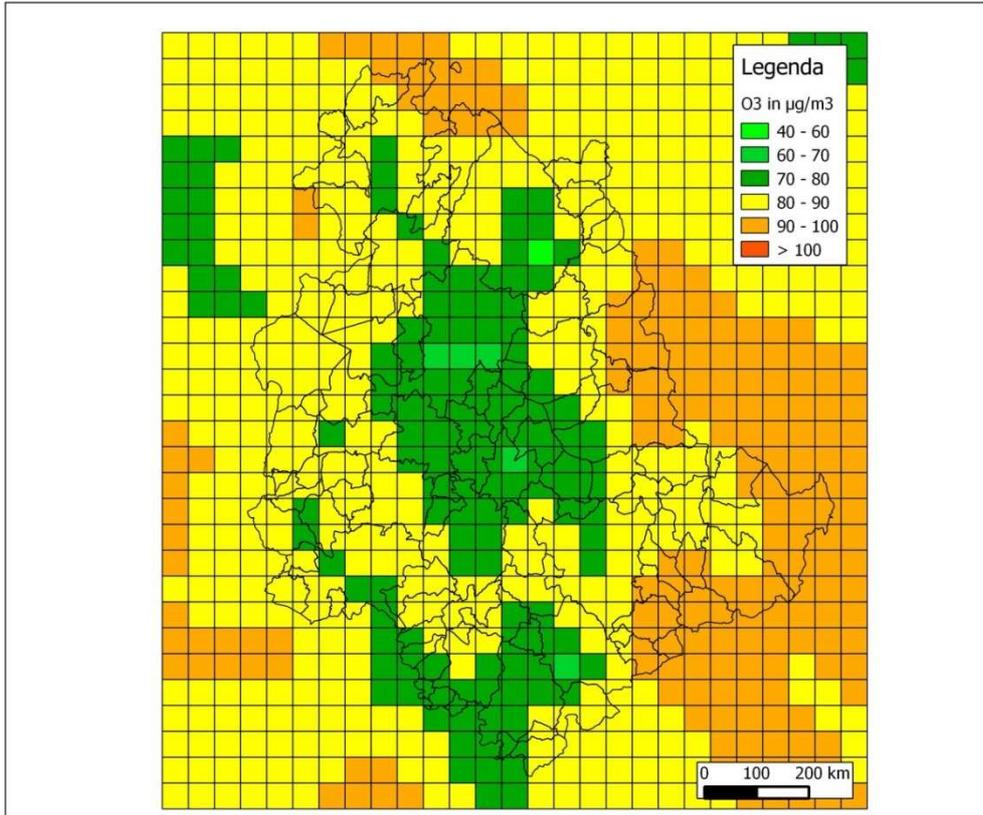
Inoltre, le complesse reazioni fotochimiche tra i precursori dell'ozono, tra cui i principali sono gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e i composti organici volatili (COV), determinano una relazione fortemente non lineare tra le concentrazioni di questi e l'ozono stesso.

Si nota come in Umbria ci sia un'ampia zona con un alto valore di ozono che costituisce essenzialmente un fondo naturale. Ci sono poi zone con più bassi valori di ozono che sono circoscritte intorno alle aree urbane e che coincidono con le aree a più alte emissioni di NO<sub>x</sub>, come si vede in figura 6.9 dove è riportato il valor medio annuale delle concentrazioni di NO<sub>x</sub>.

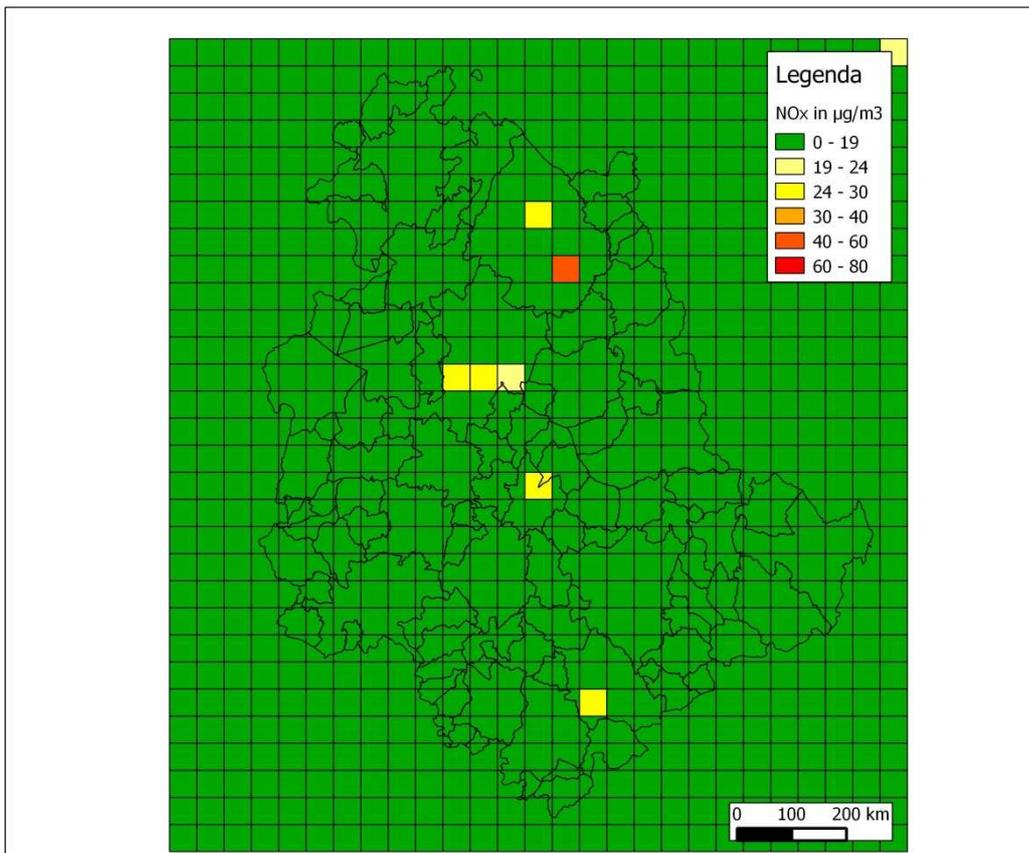
Nella figura 6.10 è riportato il valore dell'obiettivo a lungo termine, ovvero il numero dei giorni di superamento della soglia di 120 µg/m<sup>3</sup> quale massima concentrazione giornaliera della media mobile calcolata su 8 ore.

Nelle mappe è stato scelto di utilizzare una scala colorata con 10 colori che vanno gradualmente dal verde al viola. Il primo colore, verde, è associato ad aree che hanno un nullo o basso numero di giorni di superamento. Il colore bianco indica aree con un numero di giorni di superamento pari, come valore numerico, al valore obiettivo (che però va calcolato come media su tre anni). I successivi colori dal giallo al viola scuro corrispondono ad aree con valori di giorni di superamento superiori 25 (numero legato al valore obiettivo).

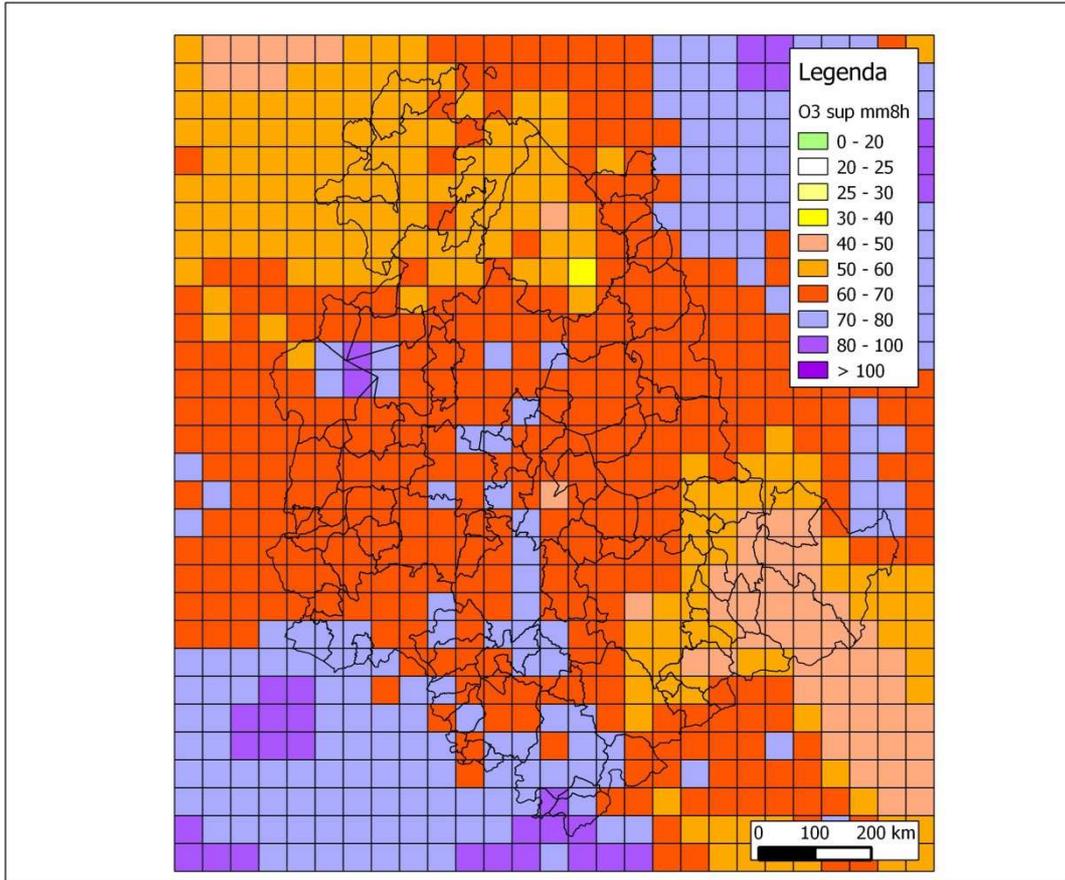
È più che evidente che tutta la regione supera l'obiettivo a lungo termine non essendoci nessuna zona con il colore verde e che, in generale, i giorni di superamento sono molto numerosi soprattutto nelle zone a bassa antropizzazione come, ad esempio, tutta la zona della Valnerina.



**Figura 6.8:** Valori medi annuali di O<sub>3</sub>.



**Figura 6.9:** Valori medi annuali di NO<sub>x</sub>.



**Figura 6.10:** Obiettivo lungo termine numero dei giorni di superamento della soglia di  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  quale media massima giornaliera calcolata su 8 ore

## Capitolo 7 Conclusioni – Valutazioni qualitative sulla QA regionale e situazioni di criticità

La normativa nazionale prevede che venga effettuata una costante informazione al pubblico sia quotidianamente attraverso i mass-media e internet ma anche annualmente mediante relazioni aventi ad oggetto tutti gli inquinanti disciplinati dal decreto e contenenti una sintetica illustrazione circa i superamenti dei valori limite, dei valori obiettivo, degli obiettivi a lungo termine, delle soglie di informazione e delle soglie di allarme con riferimento ai periodi di mediazione previsti dagli indici di legge con una sintetica valutazione degli effetti di tali superamenti.

Dopo aver presentato per le stazioni fisse e mobili il confronto con i vari indici di legge, di seguito vengono presentate delle sintetiche valutazioni, inquinante per inquinante, mettendo in evidenza le eventuali criticità e le aree interessate. Si sottolinea che la valutazione regionale è legata alla situazione peggiore registrata.

### 7.1 Particolato fine (PM<sub>10</sub>)

#### Valutazione regionale anno 2013 **SCADENTE**

Il particolato fine PM<sub>10</sub> viene controllato in stazioni fisse urbane/suburbane, fondo e industriali. I limiti di legge per questo inquinante sono due: la concentrazione media annua e il numero di superamenti della concentrazione media su 24 ore. La media annua risulta rispettata in tutte le stazioni ma con situazioni più alte nella zona di Terni, mentre il numero di superamenti non è stato rispettato nelle stazioni di Terni - Le Grazie, Carrara e Borgo Rivo, nella stazione di Foligno. Il giudizio globale è scadente.

Essendo il PM<sub>10</sub> uno degli inquinanti più critici e avendo molta disomogeneità di situazioni locali, di seguito sono analizzati i dati città per città.

#### Perugia

#### Valutazione comunale anno 2013 **BUONA**

La città è monitorata con tre diverse stazioni di cui due urbane da traffico (Fontivegge e Ponte S. Giovanni), l'altra urbana di fondo (Cortonese). I due limiti relativi all'indice media annua e numero di superamenti sono rispettati per tutte e tre le stazioni. Mentre vien superata le soglie di valutazione superiore (SVS) per il limite giornaliero e la sola SVI per la media annua. Il trend, per gli anni presi in considerazione, mostra che tale comportamento è in leggero miglioramento.

#### Foligno

#### Valutazione comunale anno 2013 **SCADENTE**

La città è monitorata con una stazione fissa urbana da traffico, il valore della media annua è inferiore alla soglia di valutazione superiore (SVS). Il trend, per gli anni disponibili, mostra che tale valore ha avuto un andamento altalenante di anno in anno intorno alla SVS.

Per quanto riguarda il numero di superamenti della media 24 ore, questi sono stati superiori al numero limite previsto dalla legge. Il trend conferma l'andamento altalenante intorno al limite di legge con, negli anni, situazioni di superamento o non superamento.

## Gubbio

### **Valutazione comunale anno 2013 BUONA**

La città è monitorata con una stazione fissa urbana di fondo e quattro stazioni industriali; il valore della media annua rispetta non solo il limite, ma è inferiore alla soglia di valutazione inferiore (SVI) per tutte le stazioni tranne per quelle di Piazza 40 Martiri che è comunque inferiore alla soglia di valutazione superiore (SVS). Il trend, per gli anni disponibili mostra un andamento in lieve diminuzione.

Per quanto riguarda il numero di superamenti della media 24 ore, questo limite viene rispettato da tutte e cinque le stazioni anche se la stazione di Piazza 40 Martiri supera la soglia di valutazione superiore (SVS) e le stazioni Via Leonardo Da Vinci e Padule superano la sola soglia di valutazione inferiore (SVI). Il trend del numero di superamenti della media giornaliera non mostra significative variazioni negli anni presi in riferimento.

## Narni

### **Valutazione comunale anno 2013 BUONA**

La città è monitorata con una stazione fissa suburbana di fondo ricollocata nel corso del 2013. Il valore della media annua registrato rispetta il limite ed è inferiore alla soglia di valutazione inferiore (SVI).

Per quanto riguarda il numero di superamenti della media 24 ore, non è stato possibile valutare questo limite in quanto il numero di misure valide è inferiore a quelle richieste dalla norma anche se, essendo uniformemente distribuite nell'anno, è stato comunque possibile utilizzarle come misure indicative per valutare la media annuale. Comunque, nel periodo di funzionamento, il numero di superamenti rilevati sono stati 22.

## Spoletto

### **Valutazione comunale anno 2013 BUONA**

La città è monitorata con una stazione fissa urbana dai fondo e tre suburbane industriali; Per tutte, il valore della media annua registrato rispetta il limite e la soglia di valutazione superiore (SVS) e, tranne per la stazione di S. M. in Trignano, anche la soglia di valutazione inferiore (SVI). Il trend, per i rispettivi gli anni disponibili, mostra una tendenza alla diminuzione dei valori registrati.

Per quanto riguarda il numero di superamenti della media 24 ore questo limite viene rispettato per tutte le stazioni anche se con il superamento della soglia di valutazione inferiore (SVI) per tutte le stazioni e anche della soglia di valutazione superiore (SVS) per le stazioni di Santo Chiodo e S. M. in Trignano. Il trend, per gli anni disponibili mostra un andamento di lieve aumento del numero di superamenti.

## Terni

### **Valutazione comunale anno 2013 SCADENTE**

La città è monitorata con tre diverse stazioni di cui due urbane da traffico (Carrara e Le Grazie che è anche industriale) l'altra urbana da fondo (Borgo Rivo). Il limite relativo all'indice concentrazione media annua è per tutte e tre le stazioni rispettato ma con superamento della soglia di valutazione superiore (SVS). Il trend, per gli anni disponibili non mostra significative variazioni.

Per quanto riguarda il numero di superamenti della media 24 ore questo limite non viene rispettato in nessuna delle tre stazioni. Il trend, per gli anni disponibili mostra andamento di generale aumento.

## Città di Castello

### Valutazione comunale anno 2013 **ACCETTABILE**

La città è monitorata con una stazione fissa urbana da fondo attivata ad inizio 2013. Per l'anno 2013, il valore della media è rispettato insieme alla soglia di valutazione superiore (SVS). Risulta superata la sola soglia di valutazione inferiore (SVI).

Per quanto riguarda il numero di superamenti, questi hanno raggiunto il massimo numero consentito previsto come soglia di legge, ovvero 35. Pertanto, non risulta superata la soglia di legge ma sono state superate entrambe le soglie di valutazione inferiore e superiore.

## Magione

### Valutazione comunale anno 2013 **BUONA**

La città è monitorata con una stazione fissa suburbana da fondo attivata ad inizio 2013. Per quanto riguarda la media annuale, non risulta superato il limite e la soglia di valutazione superiore (SVS) ma è stata superata la sola soglia di valutazione inferiore (SVI).

Per quanto riguarda il numero di superamenti della media mobile 24 ore, anche tale limite non risulta superato ma ci sono stati ugualmente i superamenti della sogli di valutazione superiore (SVS).

## Fondo

### Valutazione comunale anno 2013 **BUONA**

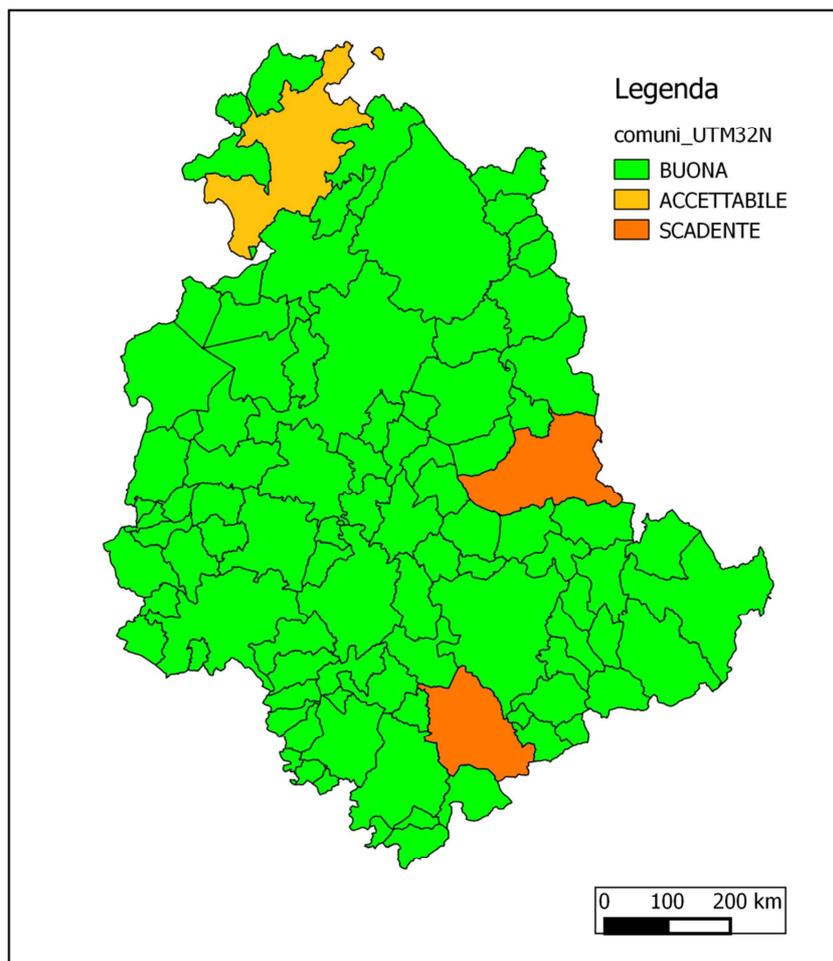
La stazione presente sul territorio del comune di Torgiano, è una stazione di fondo, posizionata in una zona rurale lontano dal centro abitato che risente in modo indiretto delle emissioni delle infrastrutture e delle aree urbane adiacenti.

Visto il suo posizionamento la stazione non è utilizzata per valutare la qualità dell'aria del comune di Torgiano ma per misure di fondo.

Per gli anni per cui i dati sono disponibili si evidenziano sia per la media annua che per il numero di superamenti della media 24h che i valori sono inferiori ai limiti e anche alla soglia di valutazione superiore (SVS) e, per la sola media annua, i valori sono inferiori anche alla soglia di valutazione inferiore (SVI).

Tale comportamento è confermato dalla stazione di fondo remoto, M. Martani, posizionata in zona lontana da fonti antropiche. Le misure, benché indicative, non presentano

superamenti della concentrazione media giornaliera e una concentrazione media annua di  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ovvero entrambi inferiori alla SVI.



**Figura 7.1:** Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2013 per PM<sub>10</sub>. Le valutazioni ottenute con misure integrate al modello sono rappresentate a scala comunale anche quando le criticità (qualità accettabile e/o scadente) interessano un'area sub comunale.

Integrando le misure con la modellistica per le aree non coperte dalle misure con stazioni fisse e mobili, questa conferma la qualità dell'aria buona in un'ampia area della regione. In particolare, viene evidenziato il superamento della soglia di attenzione in una vasta area che dal comune di Perugia scende verso la Media Valle del Tevere.

In quest'area, nel 2013 stata posizionata una delle stazioni mobili. Infatti, una stazione è stata posizionata a Marsciano, in via De Gasperi per circa un anno e per un periodo di qualche mese nella zona di Schiavo. I risultati del monitoraggio rispetto alla zona di Schiavo, di tipo solamente qualitativo visto il breve periodo di campionamento, mostrano valori molto bassi. Mentre, l'altro posizionamento che copre quasi il 90% dell'intero anno, mostra valori tutti al di sotto del limite e delle soglie di valutazione superiori (SVS) per tutti gli indicatori, con il superamento della soglia di valutazione inferiore per il solo indice relativo al numero di superamenti delle medie su 24 ore.

Un'altra stazione mobile è stata posizionata per un anno a Cerreto di Spoleto nella zona della Val Nerina con valori misurati tutti al di sotto delle soglie di valutazioni inferiori per tutti gli indici di legge, confermando la valutazione effettuata tramite la modellistica.

I posizionamenti degli altri mezzi mobili stazioni sono stati di breve periodo e, per tanto, solo qualitativi ma, comunque, con valori molto bassi per tutti gli indicatori di legge.

Nella figura 7.1, viene riportata in forma semplificata lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2013 in cui le valutazioni ottenute con misure in stazioni fisse sono integrate con misure con stazioni mobili e con le valutazioni da modello. La valutazione della qualità dell'aria è rappresentata a scala comunale anche quando le criticità presenti (qualità dell'aria accettabile e/o scadente) interessano un'area sub comunale.

## 7.2 Particolato fine (PM<sub>2.5</sub>)

### Valutazione regionale anno 2013 **ACCETTABILE**

Il particolato fine PM<sub>2.5</sub> viene controllato in stazioni fisse urbane/suburbane, fondo e industriali.

Per tutte le stazioni i valori sono inferiori al limite più il margine di tolleranza per l'anno 2013 (pari a 26 µg/m<sup>3</sup>). Per quanto riguarda il confronto con la soglia di valutazione superiore e inferiore (SVS e SVI), le stazioni di Foligno P. Romana, le tre stazioni di Terni e la stazione di Città di Castello superano la SVS. Mentre tutte le altre stazioni risultano superare la SVI tranne le stazioni di fondo di Torgiano Brufa e dei M. Martani e le tre stazioni di Gubbio Ghigiano, Semonte Alta e Padule.

Integrando misure con la modellistica per le aree non coperte dalle misure con stazioni fisse e mobili, queste confermano la qualità dell'aria generalmente buona ma con delle zone a rischio di superamento della SVS e quindi con una qualità dell'aria accettabile. In particolare, viene evidenziato il superamento della soglia di attenzione in una vasta area che dal comune di Perugia scende verso la Media Valle del Tevere.

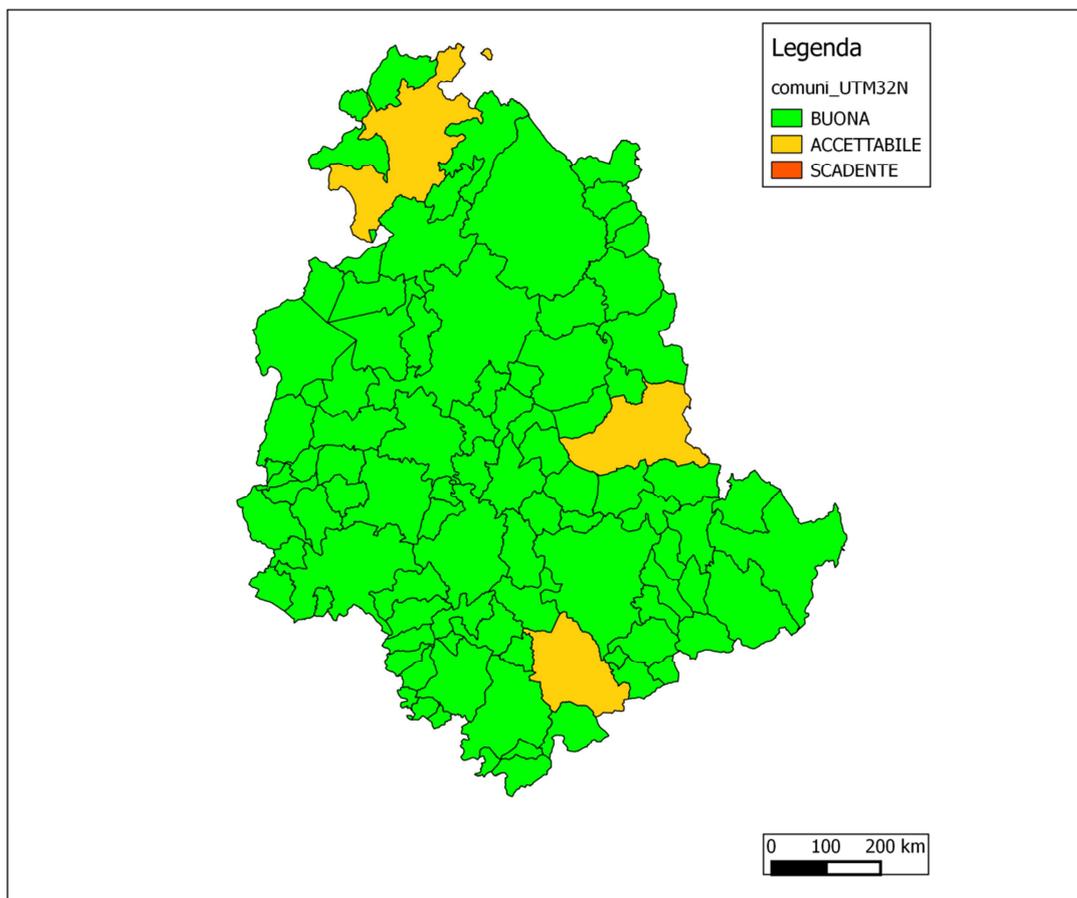
In quest'area, nel 2013 stata posizionata una delle stazioni mobili, in particolare nel comune di Marsciano: in via De Gasperi per circa un anno e per un periodo di qualche mese nella zona di Schiavo. I risultati del monitoraggio rispetto alla zona di Schiavo, di tipo solamente qualitativo visto il breve periodo di campionamento, mostrano valori molto bassi. Mentre, l'altro posizionamento che copre quasi il 90% dell'intero anno, mostra valori tutti pari alla soglia di valutazione inferiore (SVS).

Un'altra stazione mobile è stata posizionata per un anno a Cerreto di Spoleto nella zona della Val Nerina con valori misurati tutti al di sotto delle soglie di valutazioni inferiori per tutti gli indici di legge, confermando la valutazione effettuata tramite la modellistica.

I posizionamenti degli altri mezzi mobili stazioni sono stati di breve periodo e, per tanto, solo qualitativi ma, comunque, con valori molto bassi per tutti gli indicatori di legge.

La qualità dell'aria risulta quindi essere accettabile sia per l'anno 2013, per gli anni di trend presi in esame si osserva una qualità dell'aria accettabile con un andamento generalmente costante.

Nella figura 7.2, viene riportata in forma semplificata lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2013 in cui le valutazioni ottenute con misure integrate a modelli sono rappresentate a scala comunale anche quando le criticità presenti (qualità dell'aria accettabile e/o scadente) interessano un'area sub comunale.



**Figura 7.2:** Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2013 per PM<sub>2.5</sub>. Le valutazioni ottenute con misure integrate a modelli sono rappresentate a scala comunale anche quando le criticità (qualità accettabile e/o scadente) interessano un'area sub comunale.

## 7.3 Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>)

### Valutazione regionale anno 2013 **ACCETTABILE**

L'ossido di azoto viene controllato in stazioni fisse urbane/suburbane, fondo e industriali. I limiti di legge per questo inquinante sono due la concentrazione media annua e il numero di superamenti della concentrazione media 1 ora. La media annua e il numero di superamenti risultano rispettati in tutte le stazioni mentre la soglia di valutazione superiore no. Il giudizio globale è accettabile.

Tra le varie zone ci sono delle differenze, pertanto si analizzano i dati città per città. Si sottolinea che per questo inquinante la norma definisce anche una soglia di allarme che ad oggi non è mai stata superata.

### Perugia

#### Valutazione comunale anno 2013 **ACCETTABILE**

La città è monitorata con tre diverse stazioni di cui due urbane da traffico (Fontivegge e Ponte S. Giovanni), l'altra urbana di fondo (Cortonese). Il limite relativo all'indice concentrazione media annua è per tutte e tre le stazioni rispettato ma non si ha il rispetto della soglia di valutazione superiore (SVS) per le stazioni di Fontivegge e Ponte San Giovanni mentre la stazione Cortonese rispetta la soglia di valutazione inferiore (SVI).

Per quanto riguarda il numero di superamenti della concentrazione media 1 ora questo limite viene rispettato nelle tre stazioni che non registrano alcun superamento del limite orario, si hanno invece il superamento della sola SVI per Fontivegge e Ponte San Giovanni. Il trend di entrambe gli indici, per gli anni presi in considerazione, mostra che il comportamento non ha subito significative modificazioni.

### Foligno

#### Valutazione comunale anno 2013 **BUONA**

La città è monitorata con una stazione fissa urbana da traffico, il valore della concentrazione media annua rispetta il limite e si ha il rispetto della soglia di valutazione superiore (SVS) ma non di quella inferiore (SVI).

Per quanto riguarda il numero di superamenti della concentrazione media 1 ora questo limite viene rispettato così come la soglia di valutazione superiore (SVS) ma non di quella inferiore (SVI).

Il trend per entrambe gli indici mostrano un andamento né in aumento né in diminuzione.

### Gubbio

#### Valutazione comunale anno 2013 **BUONA**

La città è monitorata con una stazione fissa urbana di fondo e quattro stazioni industriali; il valore della concentrazione media annua rispetta il limite e la soglia di valutazione inferiore (SVI). Il trend, per gli anni disponibili, ha un andamento pressoché costante per tutte le stazioni tranne per la stazione di via L. Da Vinci che ha un trend in diminuzione.

Per quanto riguarda il numero di superamenti della concentrazione media 1 ora questo limite viene rispettato dalle cinque stazioni e, ugualmente, tutte rispettano la soglia di valutazione inferiore (SVI). Il trend ha un andamento pressoché costante per tutte le stazioni.

### Narni

#### **Valutazione comunale anno 2013 BUONA**

La città è monitorata con una stazione fissa suburbana di fondo ricollocata nel corso del 2013. Il valore della concentrazione media annua registrato rispetta il limite e la soglia di valutazione inferiore (SVI).

Per quanto riguarda il numero di superamenti della concentrazione media 1 ora questo limite viene rispettato così come la soglia di valutazione inferiore (SVI).

### Città di Castello

#### **Valutazione comunale anno 2013 BUONA**

La città è monitorata con una stazione fissa urbana da fondo attivata ad inizio 2013. Il valore della media annua è rispettato insieme alle soglie di valutazione inferiore (SVI).

Per quanto riguarda il numero di superamenti della concentrazione media 1 ora questo limite viene rispettato così come la soglia di valutazione superiore anche se è stata superata la soglia di valutazione inferiore (SVI).

### Magione

#### **Valutazione comunale anno 2013 BUONA**

La città è monitorata con una stazione fissa suburbana da fondo attivata ad inizio 2013. Il valore della media annua è rispettato insieme alle soglie di valutazione inferiore (SVI).

Per quanto riguarda il numero di superamenti della concentrazione media 1 ora questo limite viene rispettato così come la soglia di valutazione inferiore (SVI).

### Spoletto

#### **Valutazione comunale anno 2013 BUONA**

La città è monitorata con una stazione fissa urbana di fondo e due suburbane industriali; il valore della concentrazione media annua registrato da tutte le stazioni rispetta la soglia di valutazione inferiore (SVI).

Per quanto riguarda il numero di superamenti della concentrazione media oraria questo limite viene rispettato da tutte le stazioni comprese le due soglie di valutazione inferiore (SVI).

I trend per le centraline attive da più anni mostra una generale diminuzione.

### Terni

#### **Valutazione comunale anno 2013 BUONA**

La città è monitorata con tre diverse stazioni di cui due urbane da traffico (Carrara e Le Grazie questa anche industriale) l'altra urbana da fondo (Borgo Rivo).

Il limite relativo all'indice concentrazione media annua è per tutte e tre le stazioni rispettato così come il limite di valutazione superiore (SVS). Per la sola stazione di Carrara non si ha il rispetto della soglia di valutazione inferiore (SVI) mentre, per le altre sì. Il trend, per gli anni disponibili, è stato costante per tutte tranne che per la stazione di Le Grazie che ha avuto un leggero aumento negli ultimi anni.

Per quanto riguarda il numero di superamenti della concentrazione media 1 ora questo limite e la soglia di valutazione inferiore (SVI) vengono rispettate in tutte le stazioni. Per questo indice il trend ha subito una generale diminuzione.

## Fondo

### Valutazione comunale anno 2013 **BUONA**

La stazione presente sul territorio del comune di Torgiano, è una stazione di fondo, posizionata in una zona rurale lontano dal centro abitato che risente in modo indiretto delle emissioni delle infrastrutture e delle aree urbane adiacenti.

Visto il suo posizionamento la stazione non è utilizzata per valutare la qualità dell'aria del comune di Torgiano ma per misure di fondo.

Per gli anni per cui i dati sono disponibili si evidenziano sia per la concentrazione media annua che per il numero di superamenti della concentrazione media 1 H che i valori registrati sono inferiori ai limiti ma anche alla soglia di valutazione inferiore (SVI). Il trend per la media annua mostra un miglioramento.

Tale comportamento è confermato anche dalla stazione di fondo remoto M. Martani che, da metà anno, è stata dotata anche di un misuratore di NO<sub>2</sub>.

Una delle stazioni mobili nel 2013 è stata posizionata a Marsciano, in via De Gasperi per circa un anno e per un periodo di qualche mese nella zona di Schiavo. I risultati del monitoraggio rispetto alla zona di Schiavo, di tipo solamente qualitativo visto il breve periodo di campionamento, mostrano valori molto bassi. Mentre, l'altro posizionamento che copre quasi il 90% dell'intero anno, mostra valori tutti al di sotto del limite e della soglia di valutazione inferiori (SVI) per tutti gli indicatori.

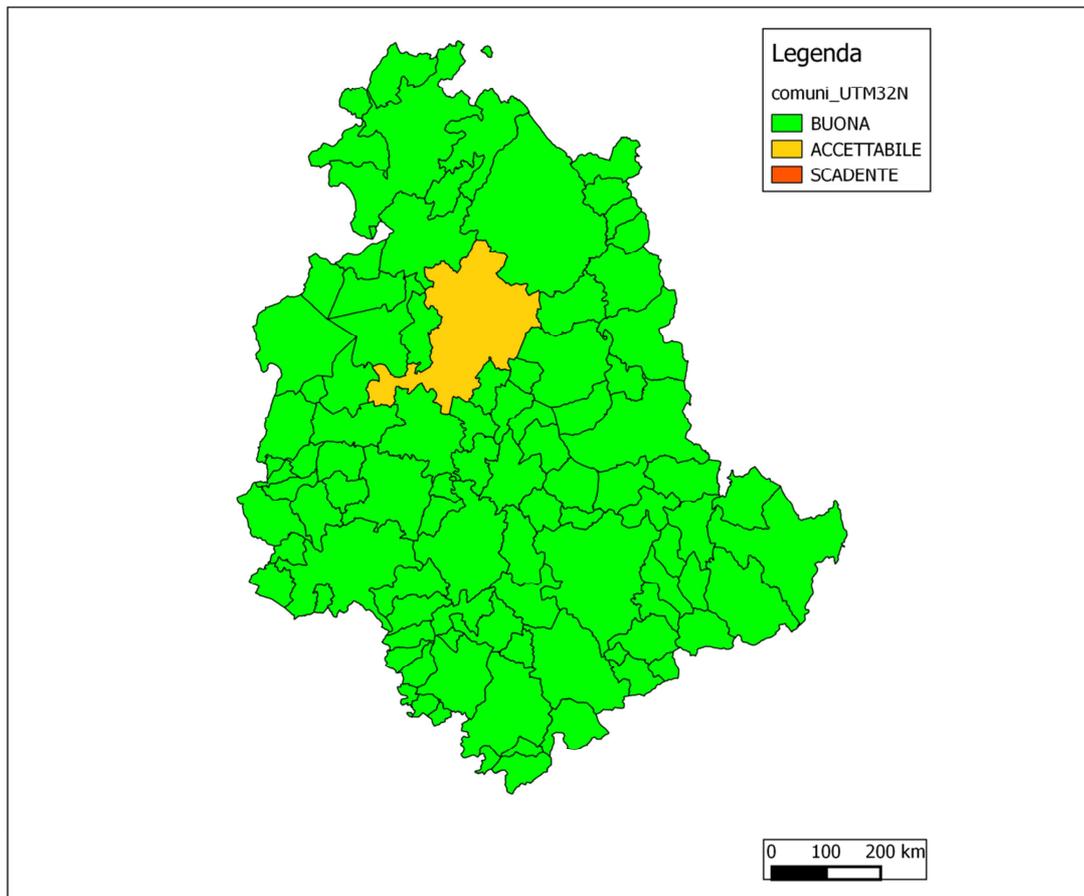
Un'altra stazione mobile è stata posizionata per un anno a Cerreto di Spoleto nella zona della Val Nerina con valori misurati tutti al di sotto delle soglie di valutazioni inferiori per tutti gli indici di legge, confermando la valutazione effettuata tramite la modellistica.

I posizionamenti degli altri mezzi mobili stazioni sono stati di breve periodo e, per tanto, solo qualitativi ma, comunque, con valori molto bassi per tutti gli indicatori di legge.

Integrando le misure con la modellistica per le aree non coperte dalle misure con stazioni fisse e mobili, quest'ultima conferma la qualità dell'aria buona in un'ampia area della regione con zone al di sotto della SVI, quindi con una qualità dell'aria buona, così come evidenziato anche dalle misure. Nell'area interessata dalle emissioni di impianti industriale di Gubbio, la modellistica evidenzia il rischio di superamento della soglia di valutazione superiore per la concentrazione media annua, superamento che, come già descritto nel paragrafo, non è stato rilevato dalle centraline presenti nell'area.

Nella figura 7.3, viene riportata in forma semplificata lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2013 in cui le valutazioni ottenute con misure in stazioni fisse sono

integrate con misure con stazioni mobili e con le valutazioni da modello. La valutazione della qualità dell'aria è rappresentata a scala comunale anche quando le criticità presenti (qualità dell'aria accettabile e/o scadente) interessano un'area sub comunale.



**Figura 7.3:** Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2013 per NO<sub>2</sub>. Le valutazioni ottenute con misure integrate al modello sono rappresentate a scala comunale anche quando le criticità (qualità accettabile e/o scadente) interessano un'area sub comunale.

## 7.4 Monossido di carbonio (CO)

### Valutazione regionale anno 2013 **BUONA**

Il monossido di carbonio viene controllato in stazioni fisse sia urbane/suburbane che industriali. Per tutte le stazioni i valori sono inferiori al limite e alla soglia di valutazione inferiore (SVI) tranne per la stazione di Spoleto - Piazza Vittoria e Terni - Carrara, che sono superiori alla SVI ma comunque inferiori alla SVS.

Una delle stazioni mobili nel 2013 è stata posizionata a Marsciano, in via De Gasperi per circa un anno e per un periodo di qualche mese nella zona di Schiavo. I risultati del monitoraggio rispetto alla zona di Schiavo, di tipo solamente qualitativo visto il breve periodo di campionamento, mostrano valori molto bassi. Mentre, l'altro posizionamento che copre quasi il 90% dell'intero anno, mostra valori tutti al di sotto del limite e della soglia di valutazione inferiore (SVI).

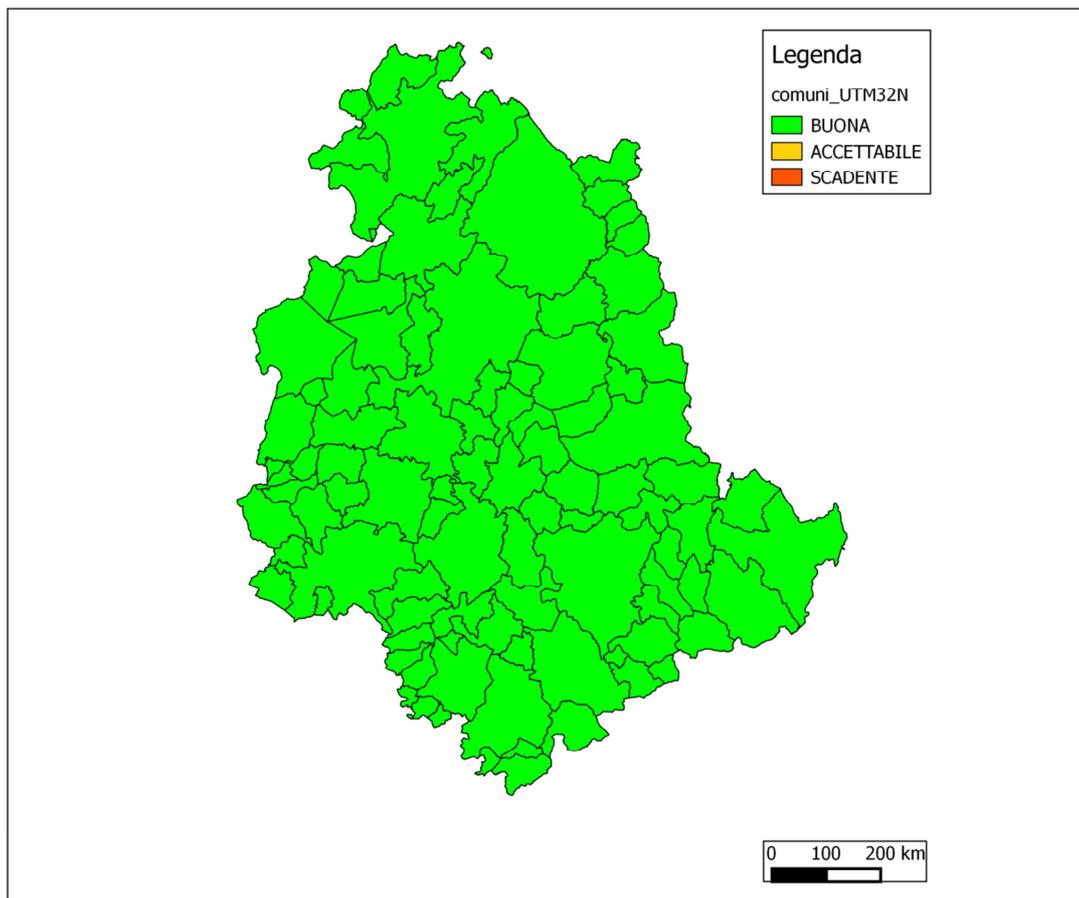
Un'altra stazione mobile è stata posizionata per un anno a Cerreto di Spoleto nella zona della Val Nerina con valori misurati tutti al di sotto della soglia di valutazione superiore (SVS) ma non la soglia di valutazione inferiore (SVI) superamento che è coinciso con una sagra paesana e, quindi, con un evento di emissione non ordinario.

I posizionamenti degli altri mezzi mobili stazioni sono stati di breve periodo e, per tanto, solo qualitativi ma, comunque, con valori molto bassi per tutti gli indicatori di legge.

Integrando le misure con la modellistica per le aree non coperte dalle misure con stazioni fisse e mobili, si conferma la qualità dell'aria buona su tutta la regione in cui non si osserva il rischio di superamento del limite e della soglia di valutazione.

Quindi, la qualità dell'aria risulta essere buona per l'anno 2013 per tutto il territorio umbro. Gli anni di trend presi in esame mostrano un andamento generalmente costante anche se in alcune si hanno valori altalenanti.

Nella figura 7.4, viene riportato in forma semplificata lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2013 in cui le valutazioni ottenute con misure integrate a modelli sono rappresentate a scala comunale anche quando le criticità presenti (qualità dell'aria accettabile e/o scadente) interessano un'area sub comunale.



**Figura 7.4:** Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2013 per CO. Le valutazioni ottenute con misure integrate a modelli sono rappresentate a scala comunale anche quando le criticità (qualità accettabile e/o scadente) interessano un'area sub comunale.

## 7.5 Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)

### Valutazione regionale anno 2013 **BUONA**

Il biossido di zolfo viene controllato in stazioni fisse sia urbane/suburbane che industriali. Per tutte le stazioni le soglie di allarme non sono mai state superate, i valori sono inferiori ai limiti e alle soglie di valutazione superiore e inferiore (SVS e SVI).

La valutazione è buona in quanto nessuna stazione ha superato nessun limite o soglia di valutazione.

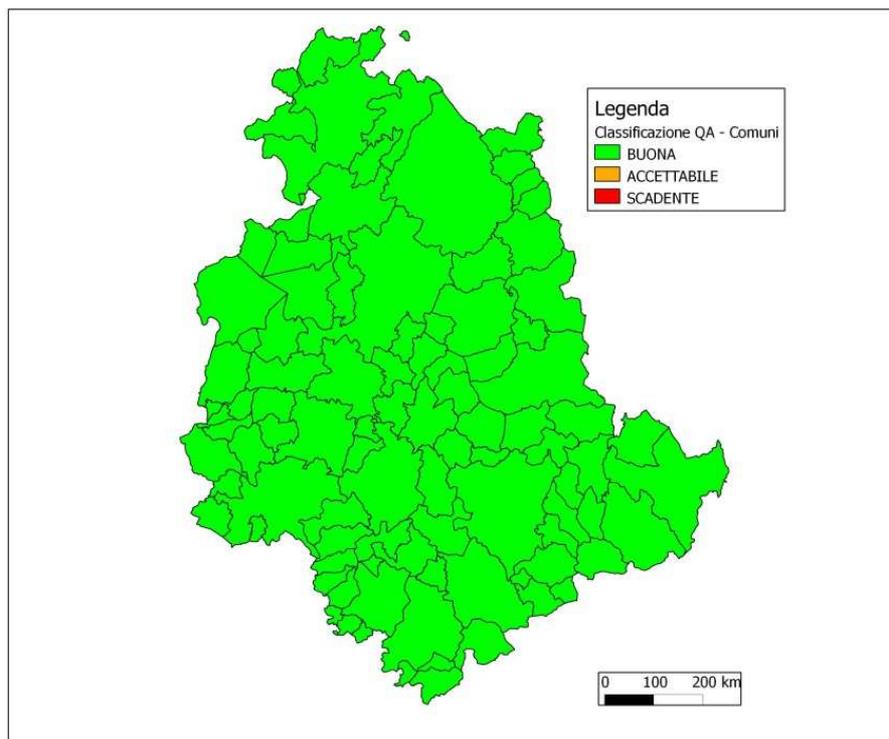
Una delle stazioni mobili nel 2013 è stata posizionata a Marsciano, in via De Gasperi per circa un anno e per un periodo di qualche mese nella zona di Schiavo. I risultati del monitoraggio rispetto alla zona di Schiavo, di tipo solamente qualitativo visto il breve periodo di campionamento, mostrano valori molto bassi. Mentre, l'altro posizionamento che copre il 90% dell'intero anno, mostra valori tutti al di sotto del limite e delle soglie di valutazione inferiori (SVS e SVI) per tutti gli indicatori.

Un'altra stazione mobile è stata posizionata per un anno a Cerreto di Spoleto nella zona della Val Nerina con valori misurati tutti al di sotto delle soglie di valutazioni inferiori per tutti gli indici di legge, confermando la valutazione effettuata tramite la modellistica.

I posizionamenti degli altri mezzi mobili stazioni sono stati di breve periodo e, pertanto, solo qualitativi ma, comunque, con valori molto bassi per tutti gli indicatori di legge.

Integrando le misure con la modellistica per le aree non coperte dalle misure con stazioni fisse e mobili, queste confermano la qualità dell'aria buona su tutta la regione. Nell'area interessata dalle emissioni della centrale termoelettrica di Gualdo Cattaneo la modellistica evidenzia il rischio di superamento del valore della concentrazione media 24H. Occorre sottolineare che l'impianto all'interno delle procedure AIA prevede una riduzione di emissioni di ossidi di zolfo con l'utilizzo di sistemi di abbattimento e nell'anno 2013 è stato in funzione per un limitato periodo di tempo (poco meno del 40% del tempo). Inoltre, nell'intorno dell'impianto di Gualdo Cattaneo sono presenti quattro stazioni gestite dal gestore dell'impianto stesso. Le misure relative dagli anni dal 2011 al 2013 mostrano il rispetto dei limiti e delle soglie di valutazione superiore, tali misure sono meramente qualitative in quanto i dati forniti hanno rielaborazioni con medie settimanali.

Nella figura 7.5, viene riportata in forma semplificata lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2013 in cui le valutazioni ottenute con misure integrate a modelli sono rappresentate a scala comunale anche quando le criticità presenti (qualità dell'aria accettabile e/o scadente) interessano un'area sub comunale.



**Figura 7.5:** Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2013 per SO<sub>2</sub>. Le valutazioni ottenute con misure integrate a modelli sono rappresentate a scala comunale anche quando le criticità (qualità accettabile e/o scadente) interessano un'area sub comunale.

## 7.6 Idrocarburi aromatici (benzene e benzo(a)pirene)

### 7.6.1 Benzene

**Valutazione regionale anno 2013 BUONA**

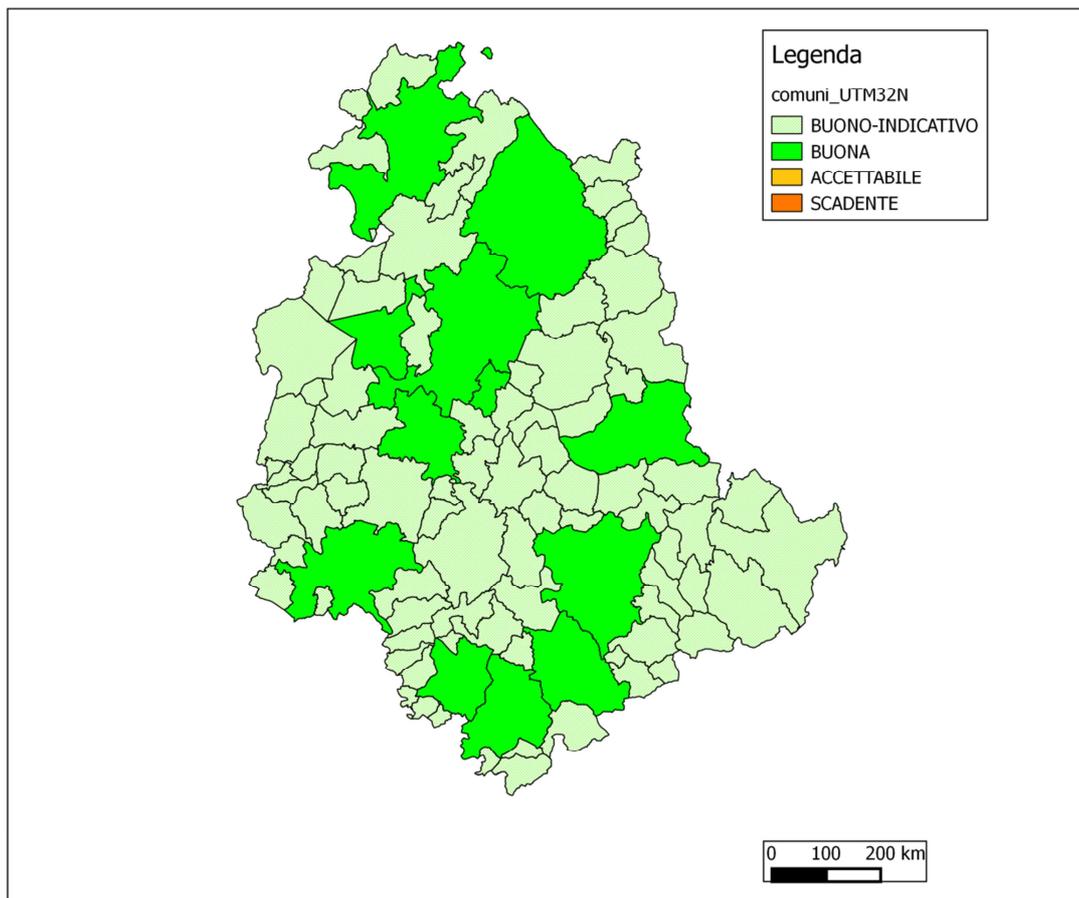
Il benzene viene controllato in stazioni fisse sia urbane/suburbane che industriali. Per tutte le stazioni i valori sono inferiori sia ai limiti che alla soglia di valutazione inferiore (SVI) tranne nella stazioni di Foligno - Porta Romana nella quale è superato il solo SVI. Il trend è stato, inoltre, in netto miglioramento negli ultimi anni e ora sembra abbia raggiunto un valore costante.

Presso le stazioni mobili non sono effettuate misure di benzene a Marsciano, in via De Gasperi, e a Cerreto di Spoleto. La prima ha avuto un periodo di misura intorno al 90% con valori risultati inferiori al limite e alle soglie di valutazione. L'altra, attiva per un periodo di circo il 50% e, quindi, con indicazioni solo qualitative, ha avuto valori ugualmente sotto al limite e alle soglie di valutazione.

Utilizzando rivelatori passivi sono state fatte misure in 13 postazioni distribuite in diverse città della regione. Per tutte le postazioni le medie annue sono state inferiore al limite e alle SVS e SVI.

La qualità dell'aria risulta essere buona sia per l'anno 2013 che per gli anni di trend presi in esame.

Nella figura 7.6, viene riportato in forma semplificata lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2013 in cui le valutazioni ottenute con misure sono rappresentate a scala comunale anche quando le criticità presenti (qualità dell'aria accettabile e/o scadente) interessano un'area sub comunale. Si sottolinea che i comuni evidenziati in verde chiaro tratteggiato non hanno presenza di sistemi di misura e, poiché la modellistica utilizzata non è ancora in grado di stimare questo inquinante, la valutazione della qualità dell'aria viene effettuata in forma indiretta. Ovvero, considerando che i comuni in cui sono presenti le stazioni di misura sono quelli in cui è maggiore l'emissione dell'inquinante, si può considerare che in questi comuni, essendoci emissioni minori, la qualità dell'aria non potrà essere peggiore delle altre aree monitorate.



**Figura 7.6:** Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2013 per Benzene. Le valutazioni ottenute con misure sono rappresentate a scala comunale anche quando le criticità (qualità accettabile e/o scadente) interessano un'area sub comunale.

## 7.6.2 Benzo(a)pirene

### Valutazione regionale anno 2013 **SCADENTE**

Il benzo(a)pirene viene controllato in stazioni fisse sia urbane/suburbane che industriali misurato nel particolato fine. Per alcune stazioni i valori sono superiori al valore obiettivo. Essendoci notevoli differenze tra le varie aree monitorate, si analizzano i dati città per città.

#### Perugia

##### La qualità dell'aria per il 2013 **BUONA**

La concentrazione media annua misurata presso la stazione urbana da traffico (Fontivegge) è inferiore alla SVS con un trend stazionario.

#### Foligno

##### La qualità dell'aria per il 2013 **SCADENTE**

La concentrazione media annua misurata presso la stazione urbana da traffico (Porta Romana) è superiore al valore obiettivo con un trend in peggioramento.

#### Gubbio

##### La qualità dell'aria per il 2013 **ACCETTABILE**

Le concentrazioni medie annue della stazione urbana di fondo (Piazza 40 Martiri) e le due industriali (Ghigiano, L. Da Vinci) sono tutte inferiori al valore obiettivo. Le stazioni di Piazza 40 Martiri e di L. Da Vinci sono superiori alla SVS mentre la sola stazione di Ghigiano non supera la SVI. Il trend mostra un leggero peggioramento.

#### Spoletto

##### Valutazione comunale anno 2013 **ACCETTABILE**

La città è monitorata con due stazioni suburbane industriali. Entrambe le stazioni rispettano il valore obiettivo annuale; la stazione di S. M. in Trignano non rispetta la soglia di valutazione superiore (SVS) rispetta invece da S. Chiodo che supera la SVI. Il trend mostra un leggero peggioramento.

#### Terni

##### La qualità dell'aria per il 2013 **SCADENTE**

La concentrazione media annua misurata presso la stazione urbana (Le Grazie) è superiore al valore obiettivo con un trend in peggioramento.

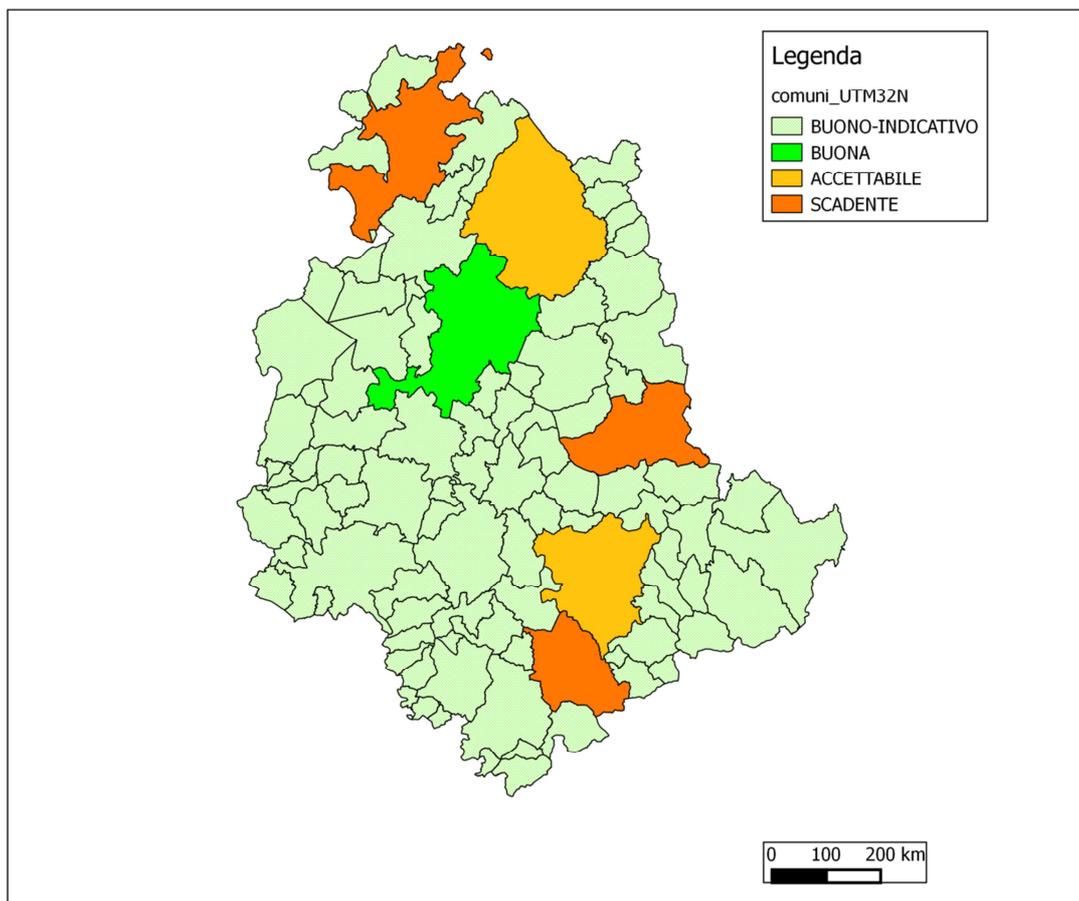
#### Città di Castello

##### La qualità dell'aria per il 2013 **SCADENTE**

La concentrazione media annua misurata presso la stazione urbana di fondo, attivata a inizio 2013, è superiore al valore obiettivo.

Presso le stazioni mobili non sono effettuate misure di benzo(a)pirene, inoltre, anche per quanto riguarda questo inquinante, non è possibile utilizzare la modellistica diffusionale che non è ancora in grado di simulare la dispersione di tale sostanza.

Nella figura 7.6, viene riportato in forma semplificata lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2013 in cui le valutazioni ottenute con misure sono rappresentate a scala comunale anche quando le criticità presenti (qualità dell'aria accettabile e/o scadente) interessano un'area sub comunale. Si sottolinea che i comuni evidenziati in verde chiaro tratteggiato non hanno presenza di sistemi di misura e, poiché la modellistica utilizzata non è ancora in grado di stimare questo inquinante, la valutazione della qualità dell'aria viene effettuata in forma indiretta. Ovvero, considerando che i comuni in cui sono presenti le stazioni di misura sono quelli in cui è maggiore l'emissione dell'inquinante, si può considerare che in questi comuni, essendoci emissioni minori, la qualità dell'aria non potrà essere peggiore delle altre aree monitorate.



**Figura 7.7:** Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2013 per Benzo(a)pirene. Le valutazioni ottenute con misure sono rappresentate a scala comunale anche quando le criticità (qualità accettabile e/o scadente) interessano un'area sub comunale.

## 7.7 Metalli (Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel)

I metalli sono controllati in stazioni fisse sia urbane/suburbane che industriali e sono misurati nel particolato fine. Poiché le misure delle concentrazioni medie annue sono piuttosto omogenee su tutto il territorio regionale la valutazione della qualità dell'aria viene presentata suddivisa per inquinante ma a scala regionale.

Presso le stazioni mobili non sono effettuate misure di metalli e, inoltre, non è possibile utilizzare la modellistica diffusionale che non è ancora in grado di simulare la dispersione di tali sostanza.

Nella figura 7.8, viene riportato in forma semplificata lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2013 per piombo, arsenico, cadmio e nichel. Nella figura le valutazioni ottenute con misure sono rappresentate a scala comunale anche quando le criticità presenti (qualità dell'aria accettabile e/o scadente) interessano un'area sub comunale. Si sottolinea che i comuni evidenziati in verde chiaro tratteggiato non hanno presenza di sistemi di misura e, poiché la modellistica utilizzata non è ancora in grado di stimare questi inquinanti, la valutazione della qualità dell'aria viene effettuata in forma indiretta. Ovvero, considerando che i comuni in cui sono presenti le stazioni di misura sono quelli in cui è maggiore l'emissione dell'inquinante, si può considerare che in questi comuni, essendoci emissioni minori, la qualità dell'aria non potrà essere peggiore delle altre aree monitorate.

### 7.7.1 Piombo

#### Valutazione regionale anno 2013 **BUONA**

Per tutte le stazioni i valori sono inferiori al limite e alle soglie di valutazione superiore e inferiore. La qualità dell'aria risulta essere buona sia per l'anno 2013 che per gli anni di trend presi in esame con un leggero aumento nel 2013 per la centralina di Terni – Le Grazie ma sempre abbondantemente al di sotto della soglia di valutazione inferiore (SVI).

### 7.7.2 Arsenico

#### Valutazione regionale anno 2013 **BUONA**

Per tutte le stazioni i valori sono inferiori al valore obiettivo e alle soglie di valutazione superiore e inferiore. La qualità dell'aria risulta essere buona sia per l'anno 2013 che per gli anni di trend presi in esame.

### 7.7.3 Cadmio

#### Valutazione regionale anno 2013 **BUONA**

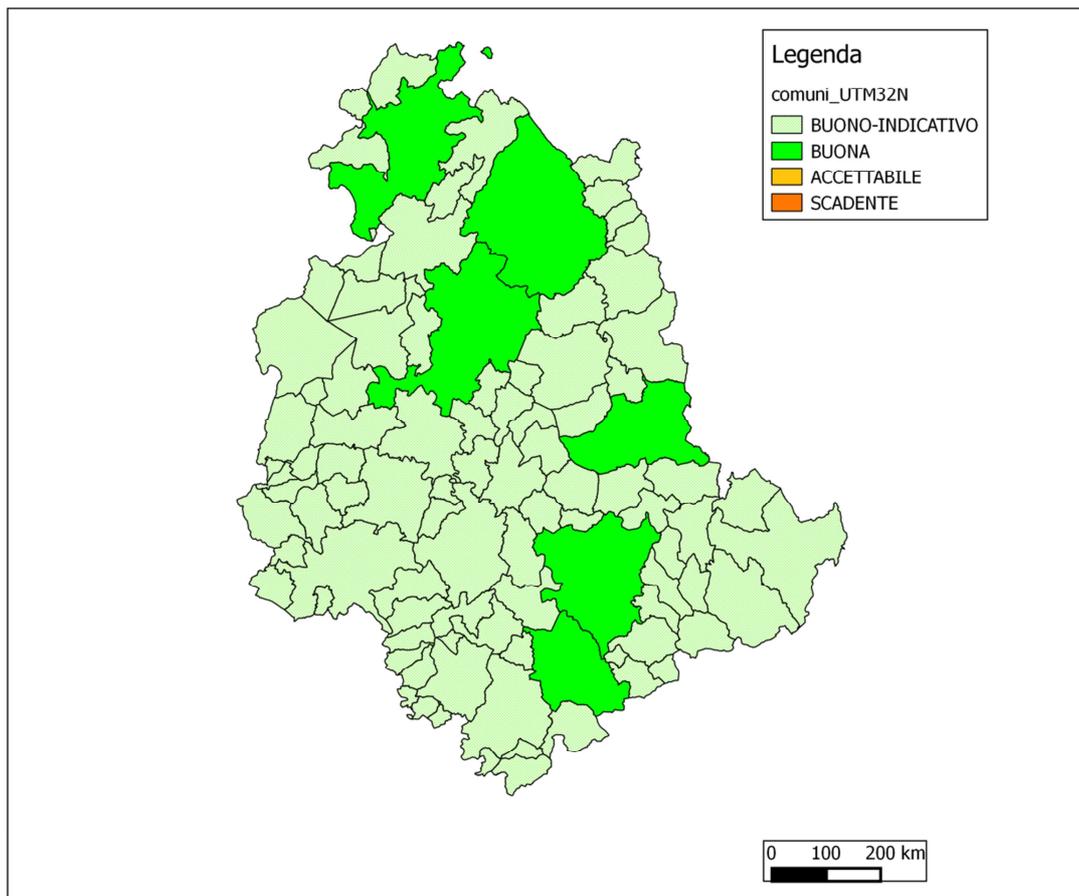
Per tutte le stazioni i valori sono inferiori la valore obiettivo e alle soglie di valutazione superiore e inferiore. La qualità dell'aria risulta essere buona sia per l'anno 2013 che per gli anni di trend presi in esame.

## 7.7.4 Nichel

### Valutazione regionale anno 2013 **BUONA**

Per tutte le stazioni i valori sono inferiori al valore obiettivo e alla soglia di valutazione inferiore (SVI), fa eccezione la stazione di Terni - Le Grazie la cui media annua è superiore alla SVI.

Pertanto, la qualità dell'aria per questo inquinante risulta essere buona sia per l'anno 2013 che per gli anni di trend per tutta la regione. Mentre per tutte le centraline si ha un trend costante, per la sola centralina di Terni Le Grazie si vedono valori altalenanti ma quasi sempre al di sopra della soglia di valutazione inferiore (SVI).



**Figura 7.8:** Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2013 per Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel. Le valutazioni ottenute con misure sono rappresentate a scala comunale anche quando le criticità (qualità accettabile e/o scadente) interessano un'area sub comunale.

## 7.8 Ozono

### Valutazione regionale anno 2013: VO – **SCADENTE** OLT – **SCADENTE**

L'ozono viene misurato in numerose stazioni della rete regionale non tutte però idonee alla valutazione della qualità dell'aria per tale inquinante. Infatti, il D.Lgs. 155/2010 stabilisce che le misure di ozono all'interno delle singole zone in cui viene suddiviso il territorio regionale vadano misurate in stazioni di tipo di fondo; la valutazione viene fatta esclusivamente considerando le misure in tale tipologia di stazione.

Per prima cosa va sottolineato che nessuna stazione ha registrato il superamento della soglia di allarme.

Per quanto riguarda la soglia di informazione, ovvero il livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso, questa non ha un valore annuo ma la norma impone che al suo raggiungimento devono essere assicurate informazioni adeguate e tempestive. Questa soglia non è stata mai superata nel corso dell'estate 2013.

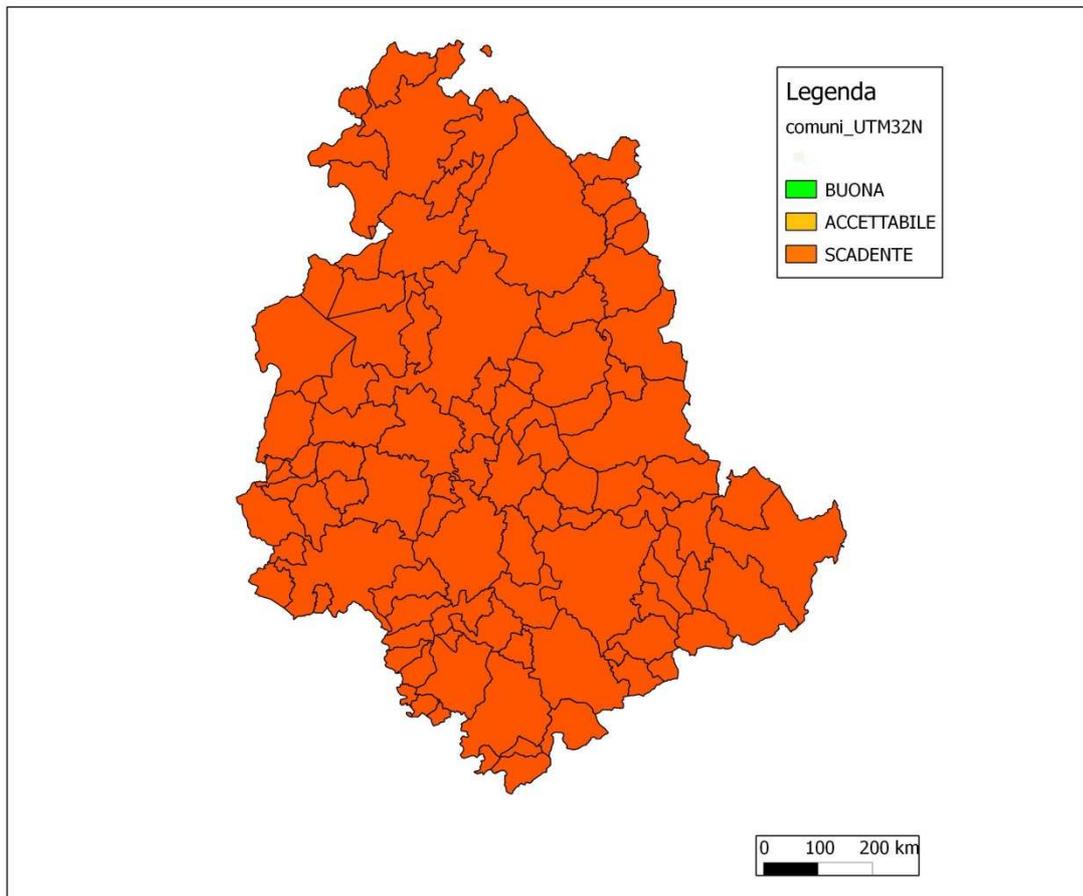
Per quanto riguarda il valore obiettivo (VO), livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana, il valore viene valutato con riferimento al triennio 2011-2013. Da tale valutazione si può osservare che il valore è stato superato solo nella stazione di Torgiano Brufa ed è stato raggiunto, senza superarlo, nella stazione di Perugia – Cortonese.

Infine, per l'obiettivo lungo termine (OLT), livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana, tale valore risulta superato in tutte le stazioni di tipo suburbano e fondo per tutti gli anni disponibili.

Il non rispetto dell'obiettivo lungo termine è confermato anche dai due mezzi mobili posizionati per il periodo estivo a Cerreto di Spoleto e Marsciano in via De Gasperi (entrambe con circa il 90% di copertura del periodo).

Questo risultato integrato con la modellistica per le aree non coperte dalle misure con stazioni fisse mostra che in tutta la regione si ha il rischio di superamento dell'obiettivo lungo termine e, pertanto, la valutazione della qualità dell'aria risulta scadente in tutto il territorio regionale.

Nella figura 7.9, viene riportata in forma semplificata lo stato della qualità dell'aria in regione per l'anno 2013 in cui le valutazioni ottenute con misure in stazioni fisse sono integrate con le valutazioni da modello. La valutazione della qualità dell'aria nella rappresentazione grafica è effettuata rispetto all'obiettivo lungo termine in quanto tale indice ha valenza annuale.



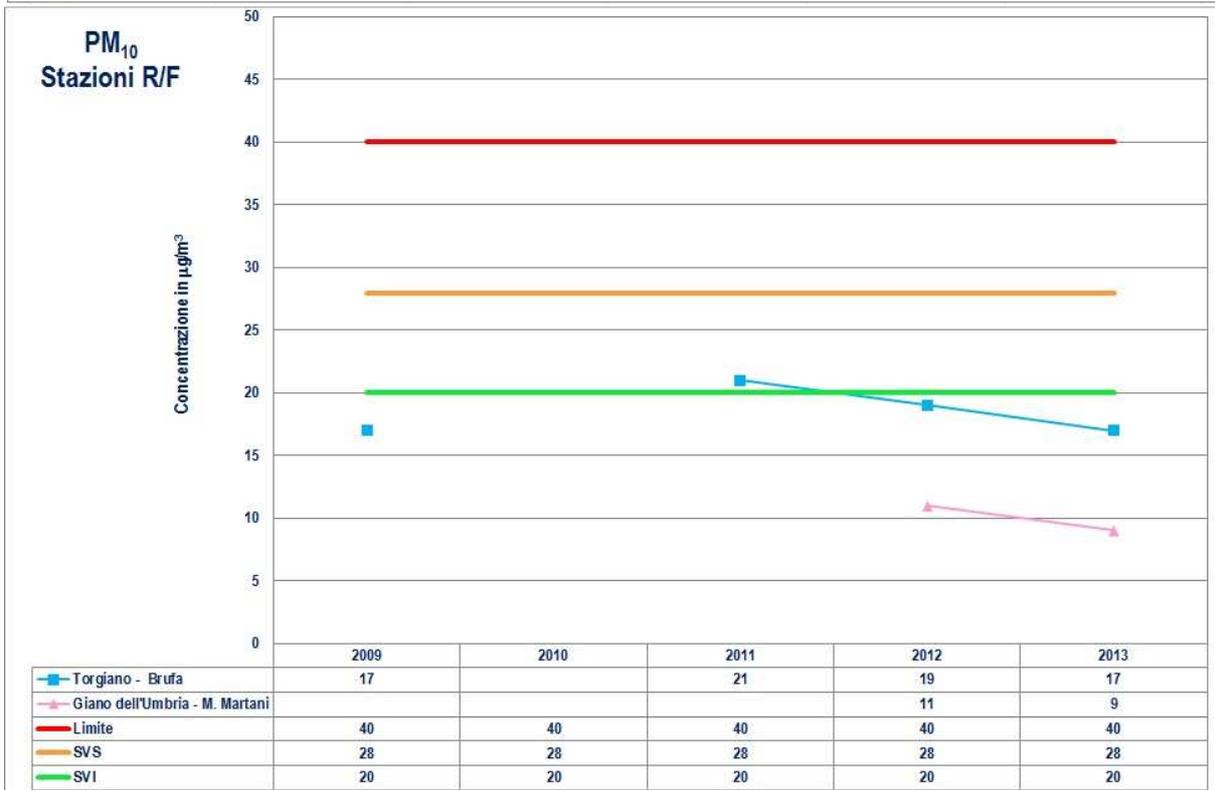
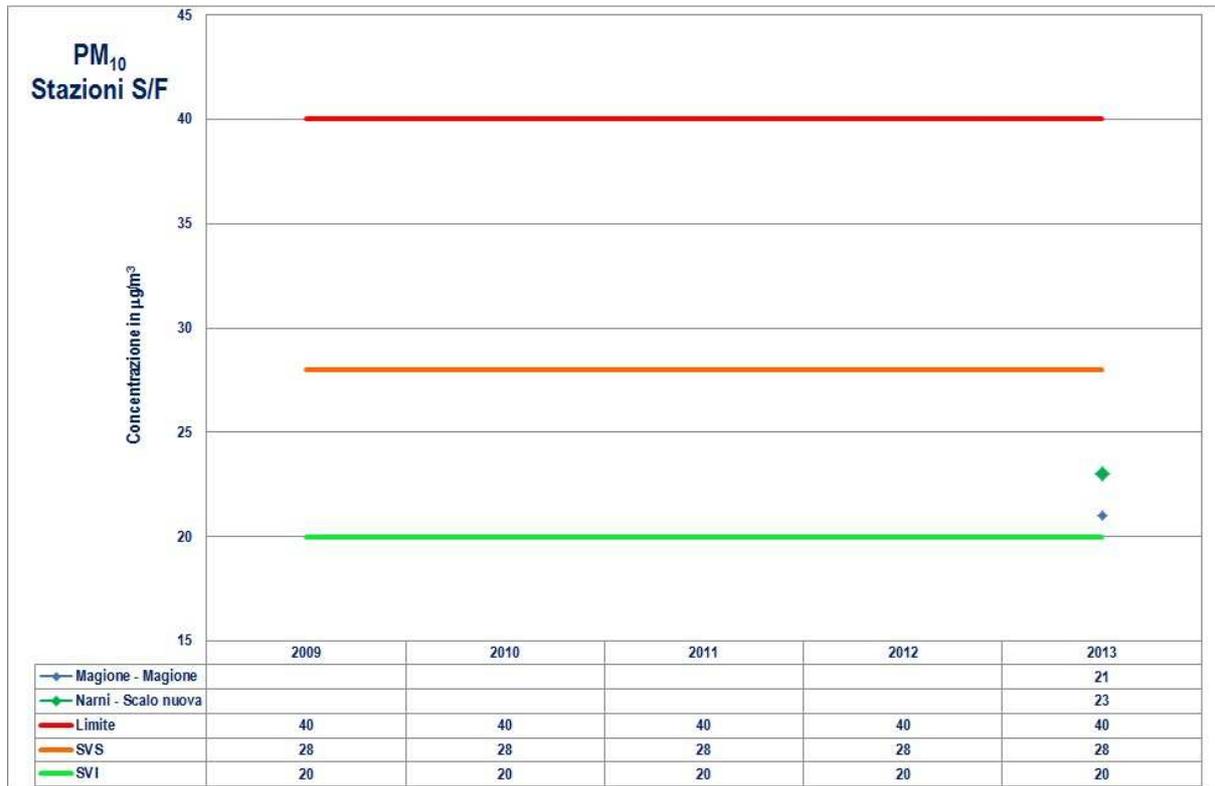
**Figura 7.9:** Lo stato della qualità dell'aria per l'anno 2013 per Ozono. Le valutazioni ottenute con misure e modellistica è fatta rispetto all'obiettivo lungo termine in quanto tale indice ha valenza annuale

## Allegato 1 Trend dei monitoraggio da stazioni fisse

Di seguito vengono riportati mediante grafici i trend dall'anno 2009 al 2013 per le stazioni e per gli inquinanti disponibili,. Si ricorda che nel corso del 2012 le stazioni di Terni hanno subito importanti manutenzioni e aggiornamenti della strumentazioni e pertanto, per la maggior parte di esse, i dati riportati relativi a tale anno sono indicativi.

### A1.1 Particolato fine (PM<sub>10</sub>)



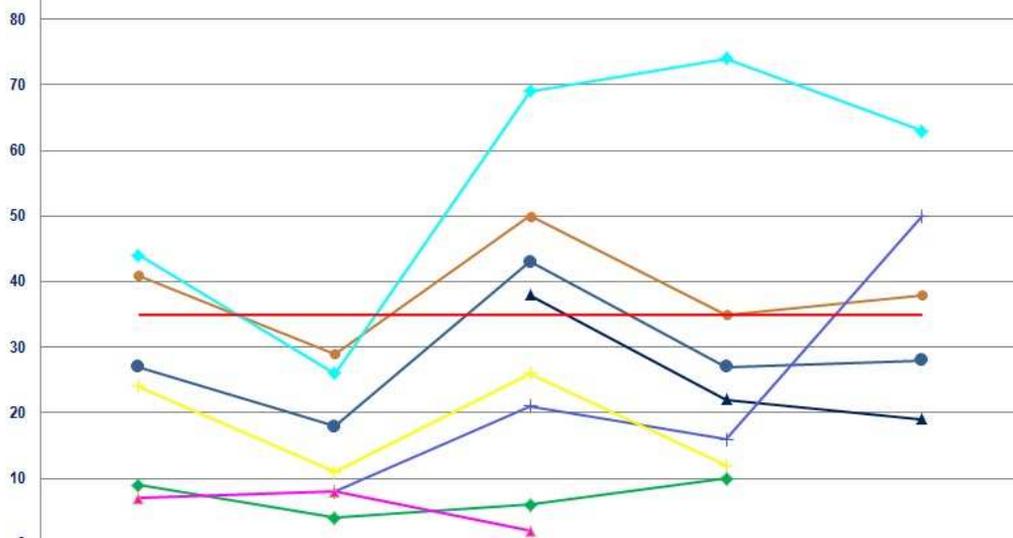




**Figura A.1:** Trend 2009 - 2013 concentrazione media annua del PM<sub>10</sub> divisi per tipologia di stazione (U /T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale)

**PM<sub>10</sub>  
Stazioni U/T-I**

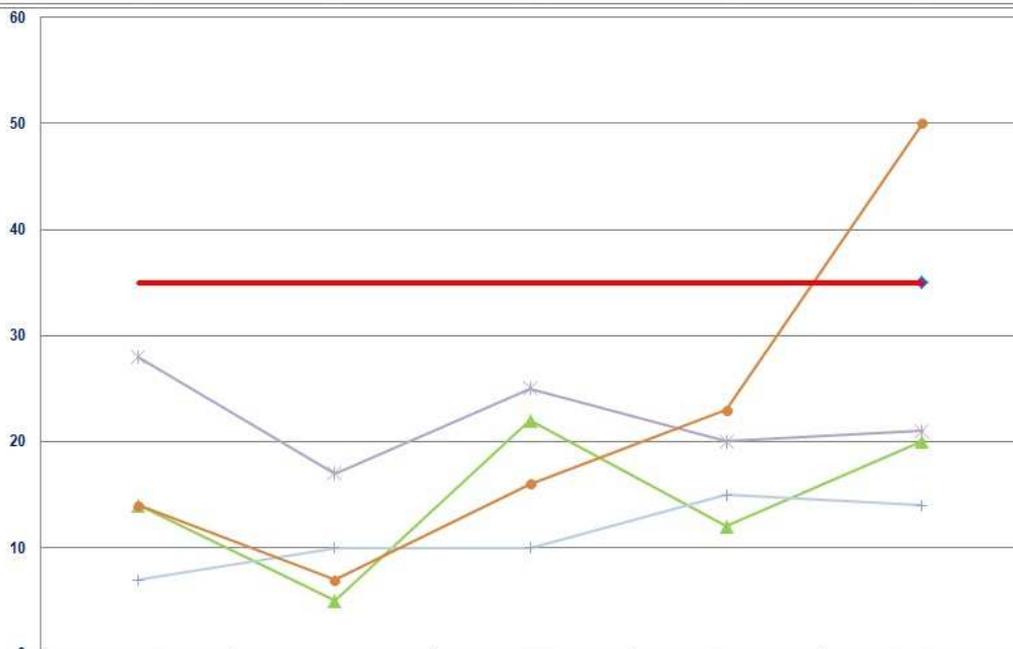
Numero superamenti media 24H



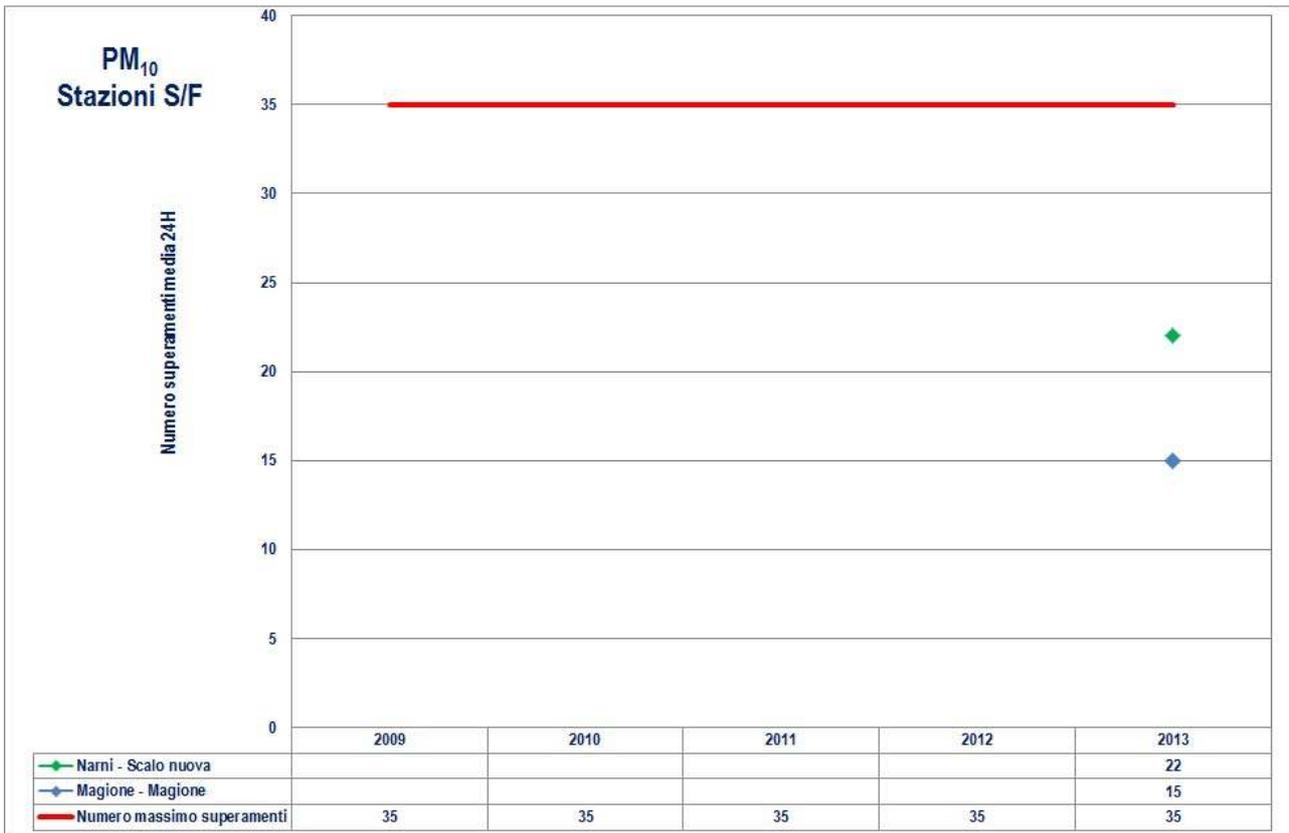
	2009	2010	2011	2012	2013
Perugia - Fontivegge			38	22	19
Perugia - P S Giovanni	27	18	43	27	28
Foligno - P Romana	41	29	50	35	38
Terni - Carrara		8	21	16	50
Terni - Le Grazie	44	26	69	74	63
Terni - Verga	24	11	26	12	
Narni - Scalo	9	4	6	10	
Orvieto - Ciconia	7	8	2		
Numero massimo superamenti	35	35	35	35	35

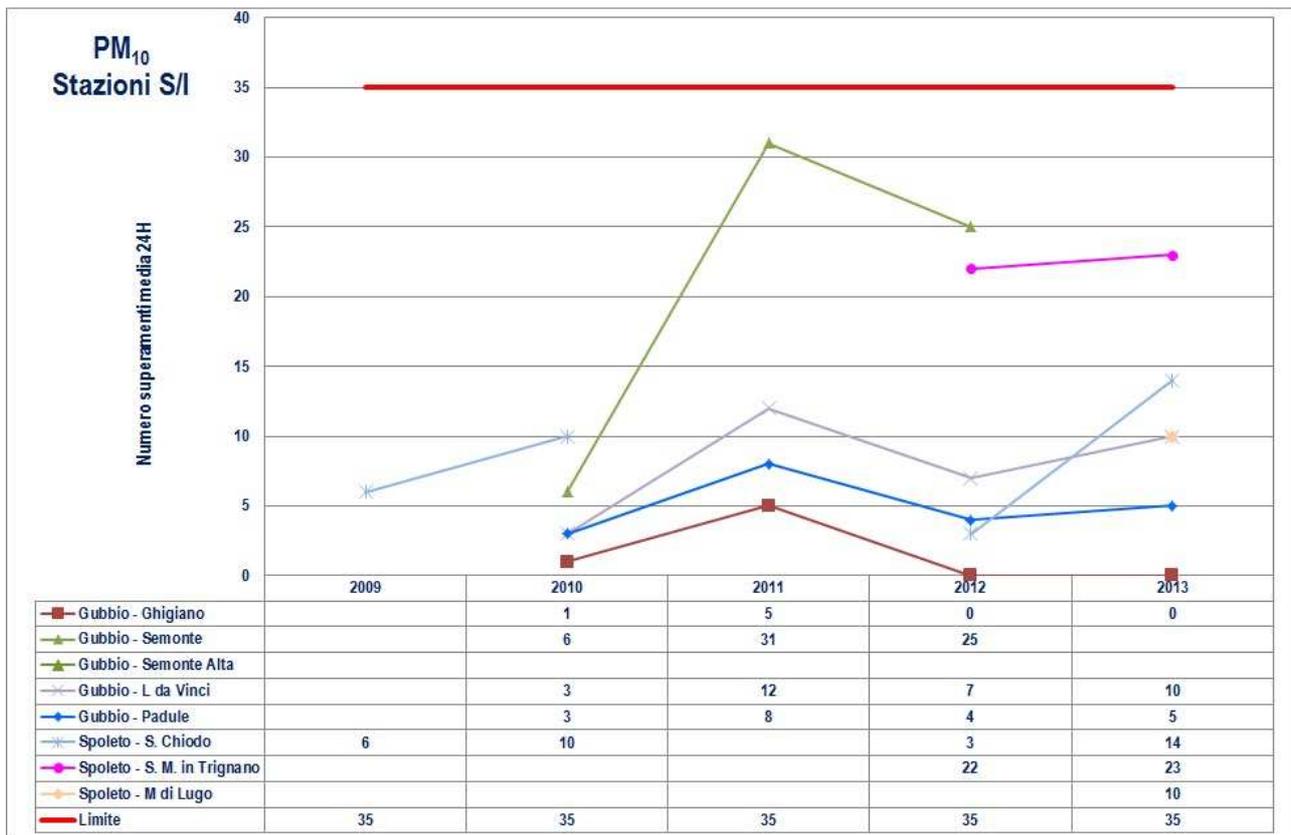
**PM<sub>10</sub>  
Stazioni U/F**

Numero superamenti media 24H



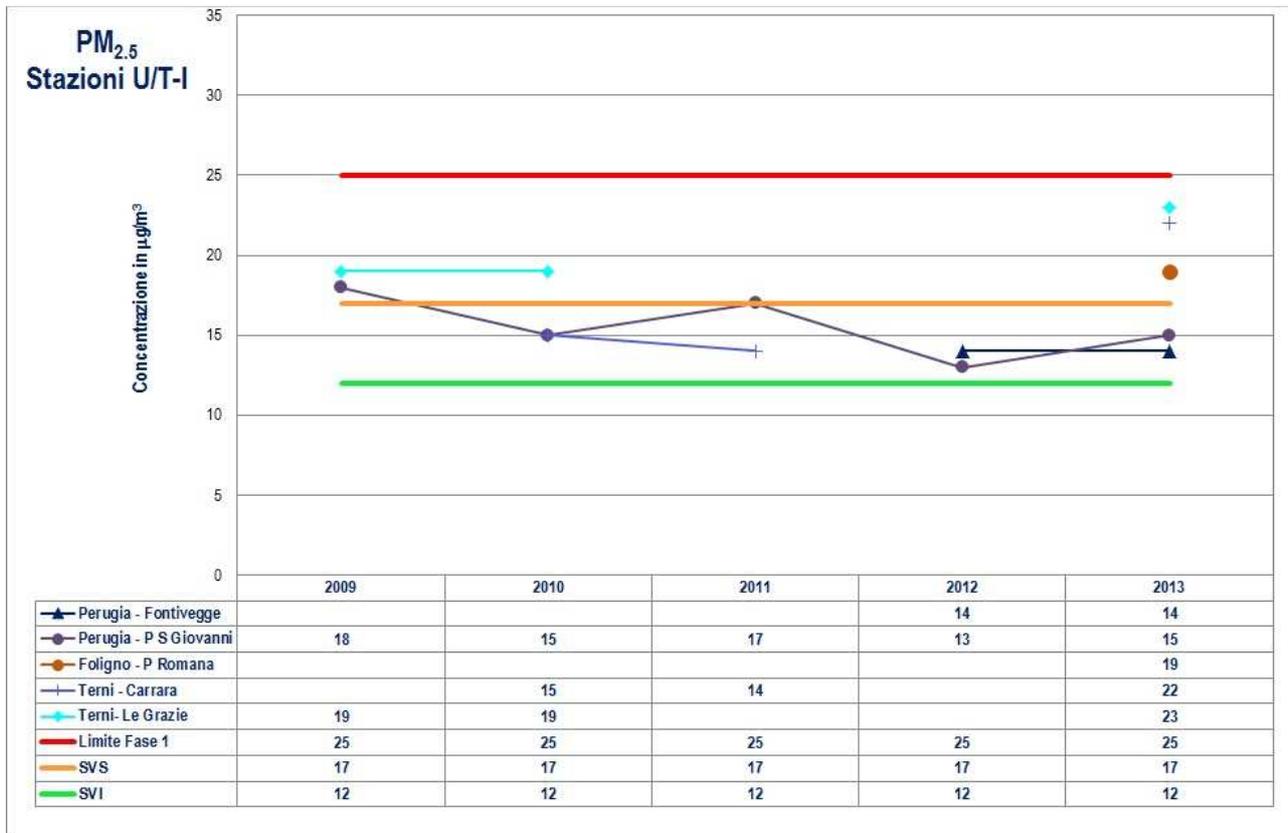
	2009	2010	2011	2012	2013
Perugia - Cortonese	14	5	22	12	20
Gubbio - P 40 Martiri	28	17	25	20	21
Città di Castello - C Castello					35
Spoleto - P Vittoria	7	10	10	15	14
Terni - Borgo Rivo	14	7	16	23	50
Numero massimo superamenti	35	35	35	35	35

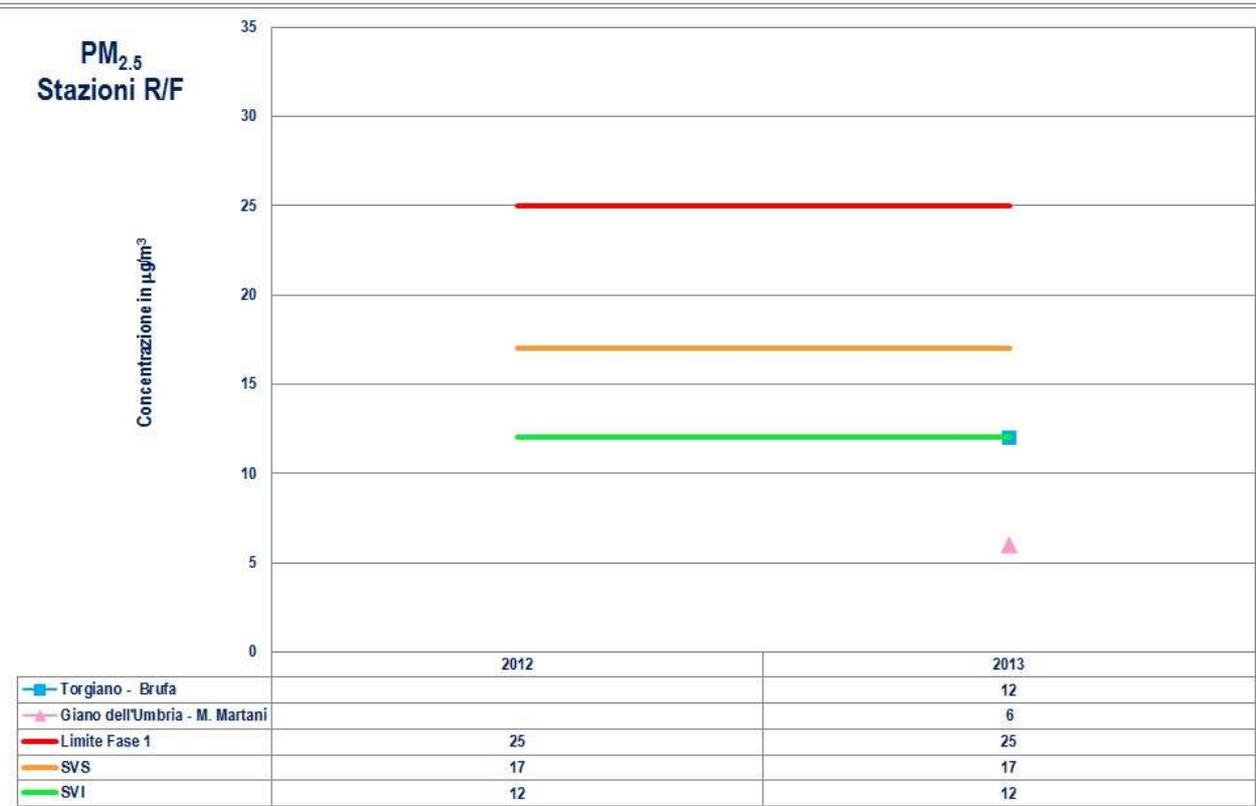
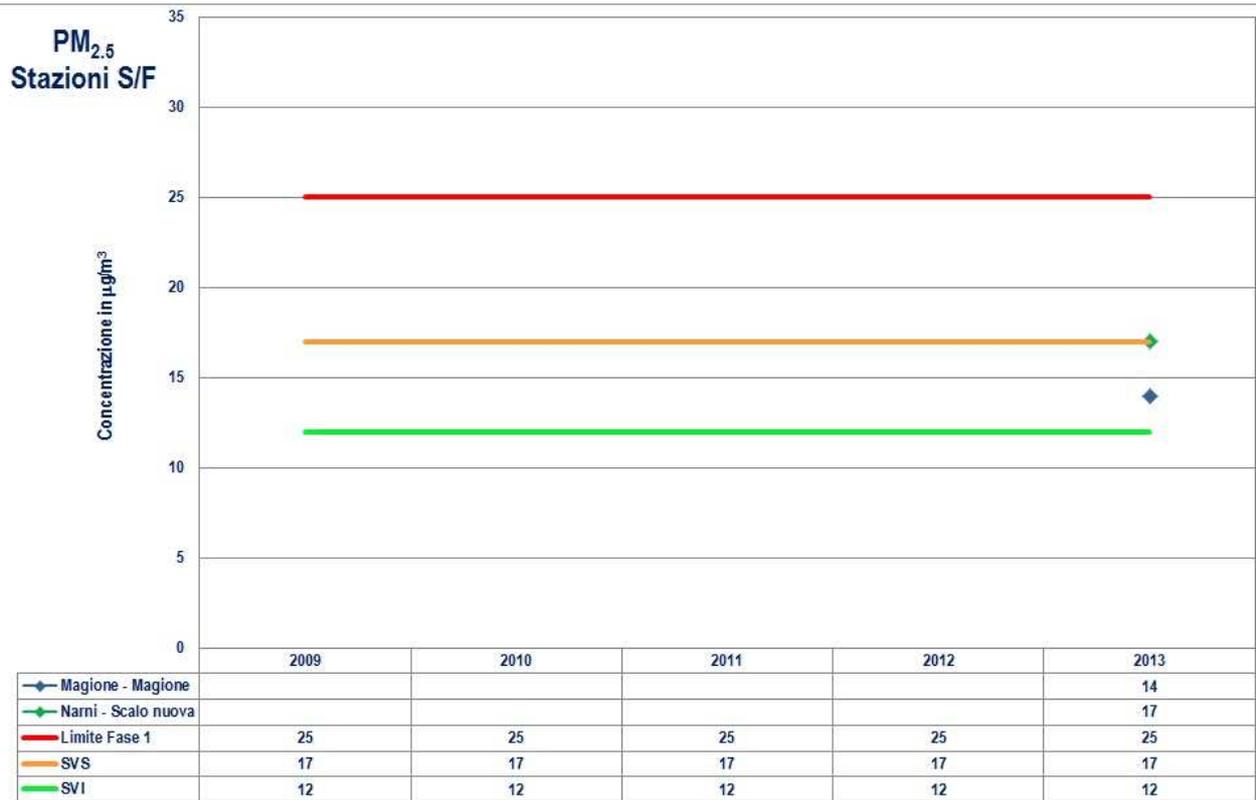


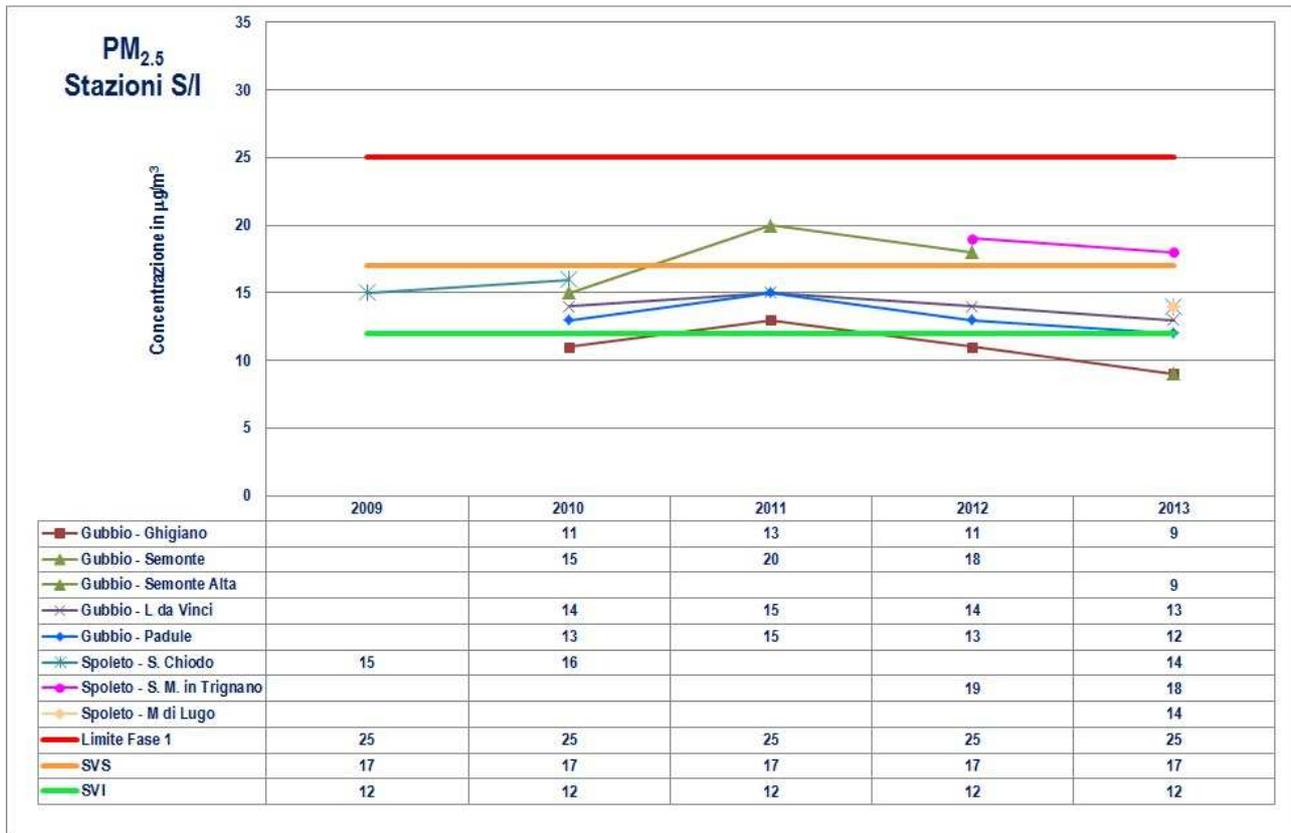


**Figura A1.2:** Trend 2009 - 2013 numero superamenti concentrazione media 24h del PM<sub>10</sub> divisi per tipologia di stazione (U /T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale)

## A1.2 Particolato fine (PM<sub>2.5</sub>)







**Figura A1.3:** Trend 2009 - 2013 concentrazione media annua del PM<sub>2.5</sub> divisi per tipologia di stazione (U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale)

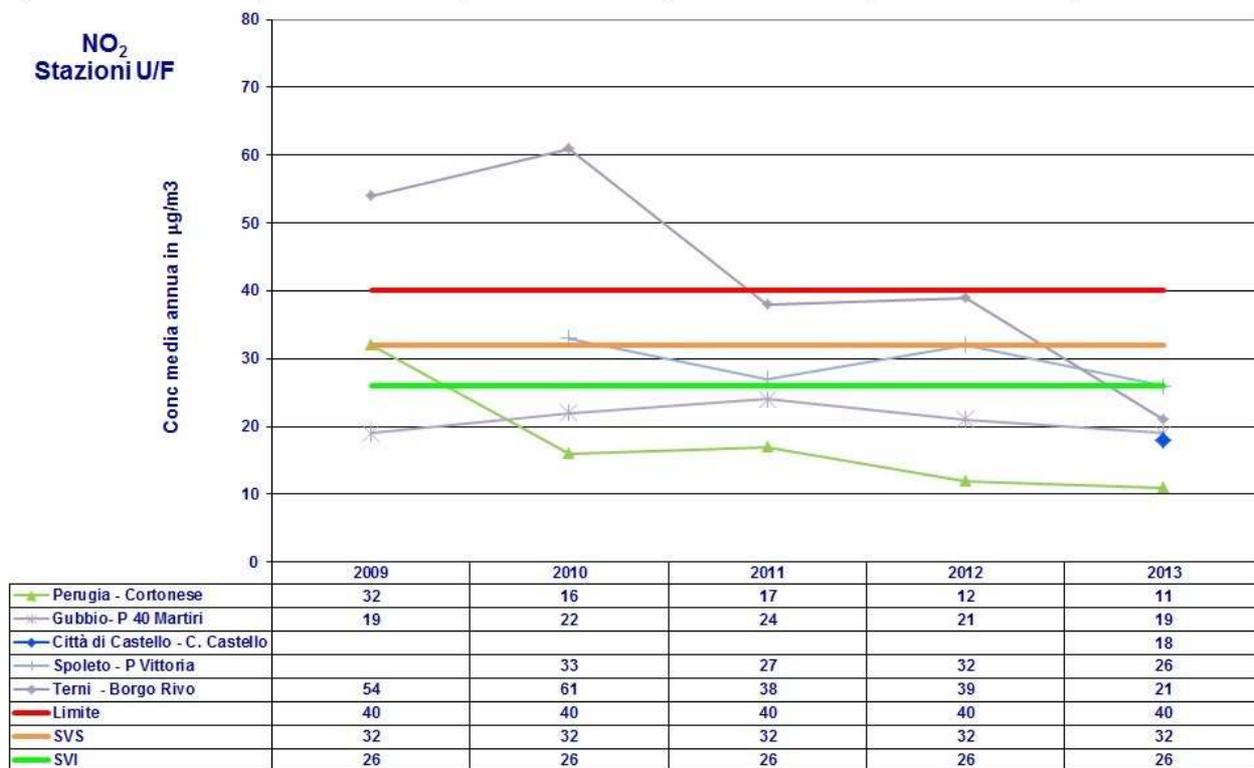
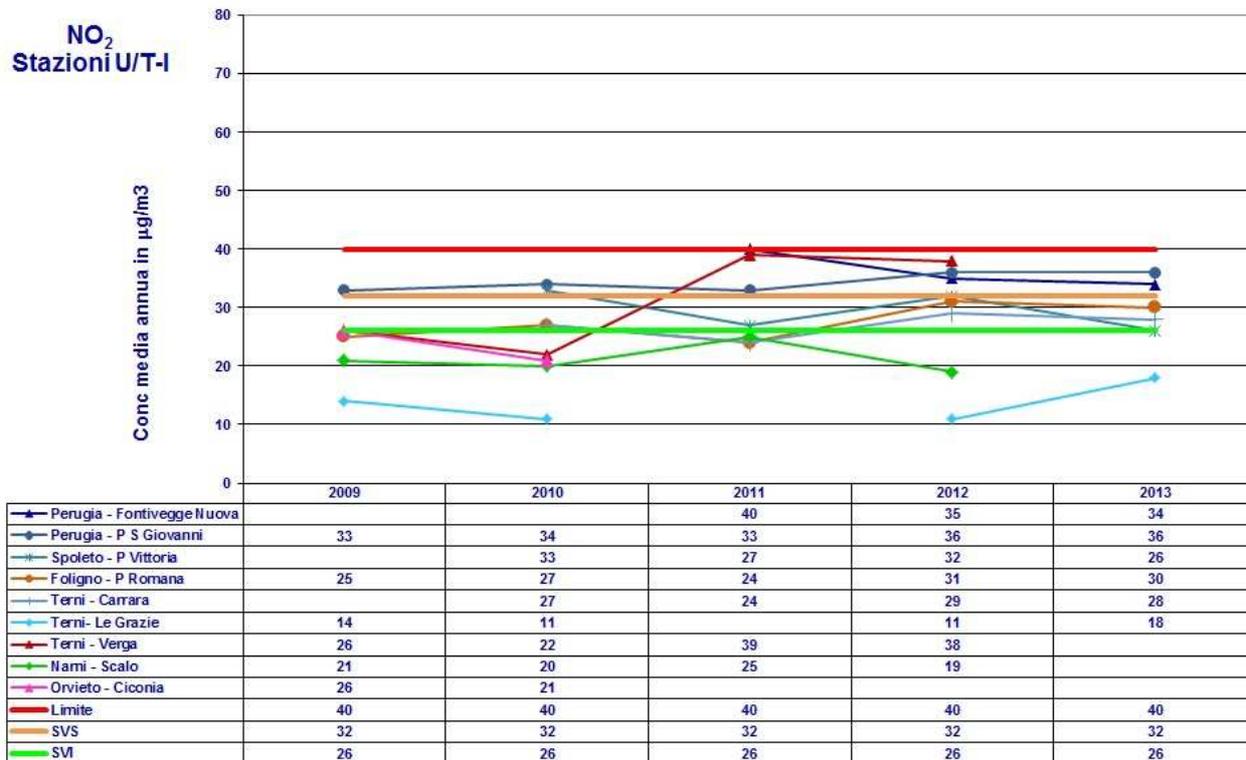
Il rapporto della concentrazione media annua di PM<sub>2.5</sub> su PM<sub>10</sub> è un semplice strumento per valutare in modo qualitativo quanto pesa la componente più fine rispetto al totale. Nel PM<sub>10</sub> sono infatti contenute tutte le polveri con diametro inferiore a 10 µm e quindi anche le PM<sub>2.5</sub>.

Più il rapporto ha valori piccoli, più significa che il contributo della porzione più grossolana è preponderante. Per ogni singola postazione il rapporto ha un valore che si mantiene tendenzialmente costante, con andamenti stagionali. Questo rapporto può avere spostamenti improvvisi verso valori più bassi in presenza di polveri sahariane; infatti, questo fenomeno è tipicamente caratterizzato da una presenza della parte grossolana (valori maggiori di 2.5 µm) molto più significativa della parte fine (valori minori di 2.5 µm). Nella figura sono riportati i rapporti anche per quelle stazioni per cui il numero di dati validi è inferiore ai valori di qualità.

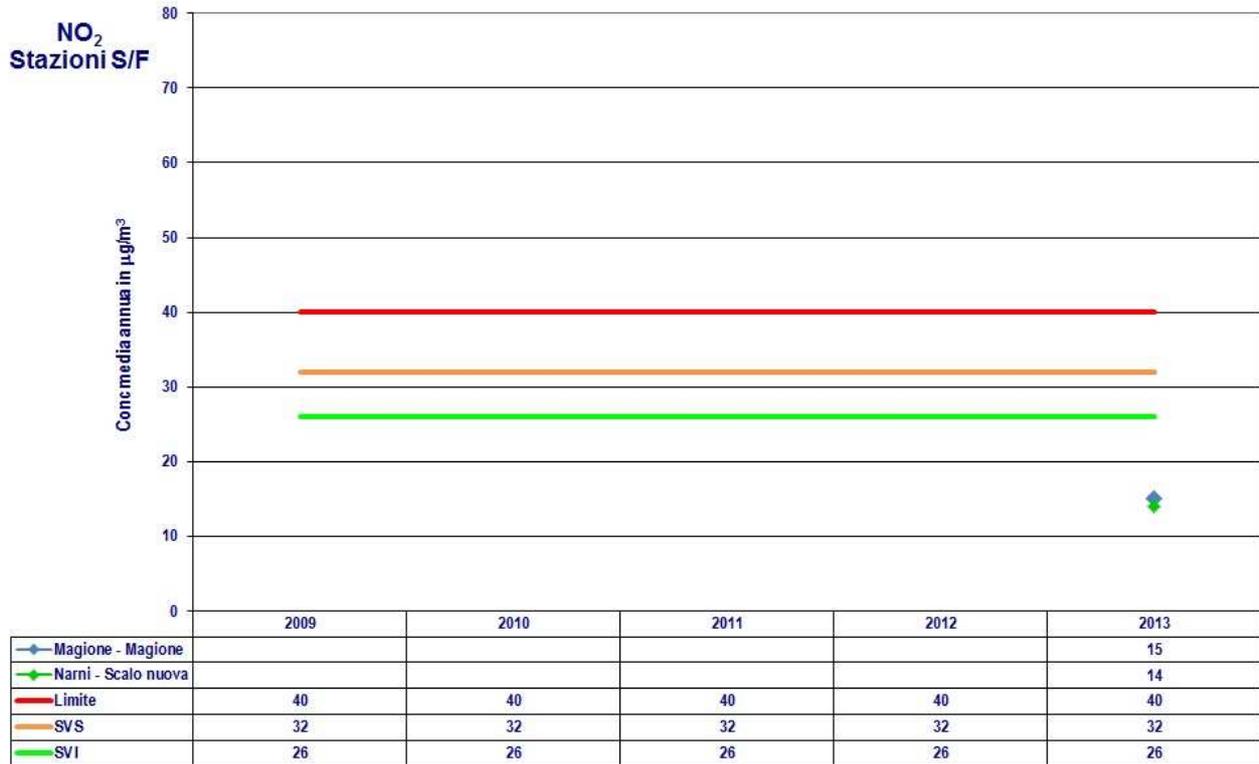


Figura A1.4: Trend 2009 - 2013 rapporto  $PM_{2.5} / PM_{10}$  della concentrazione media annua

## A1.3 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)



**NO<sub>2</sub>  
Stazioni S/F**

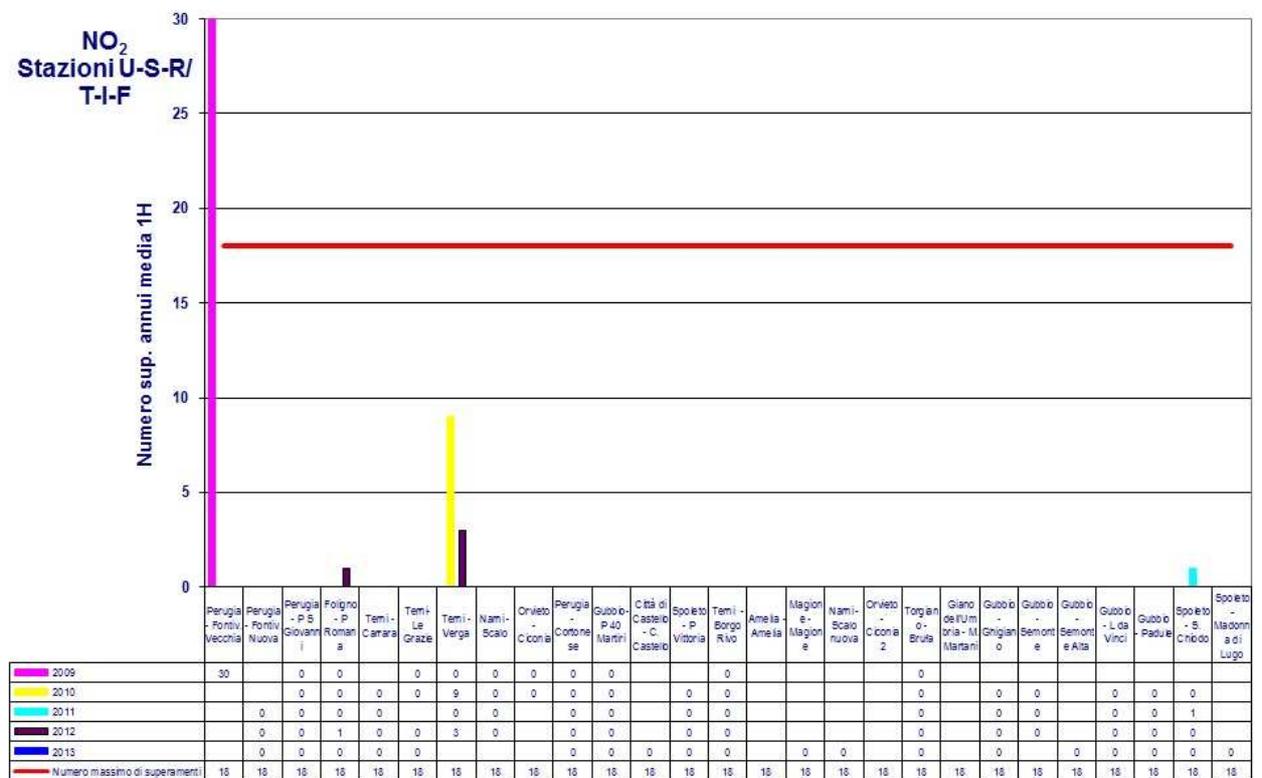


**NO<sub>2</sub>  
Stazioni R/F**

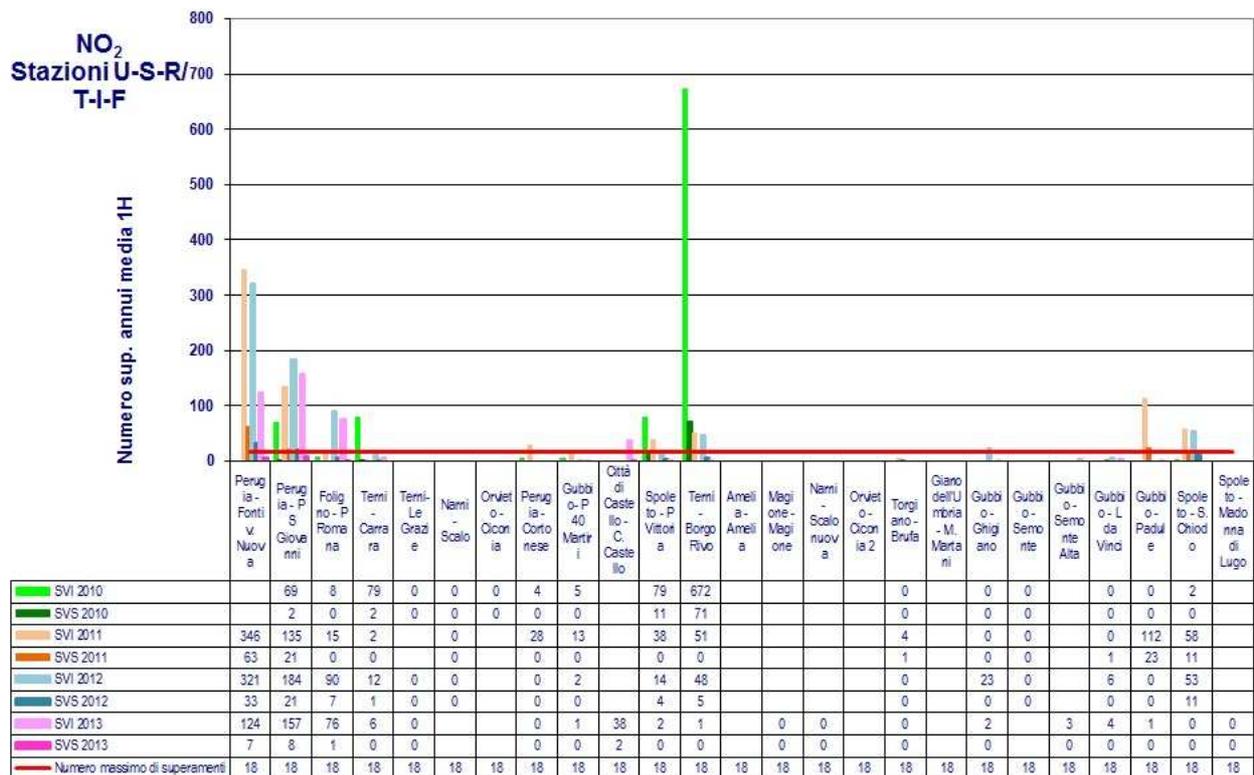




**Figura A1.5:** Trend 2009 - 2013 concentrazione media annua NO<sub>2</sub> divisi per tipologia di stazione (U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale)

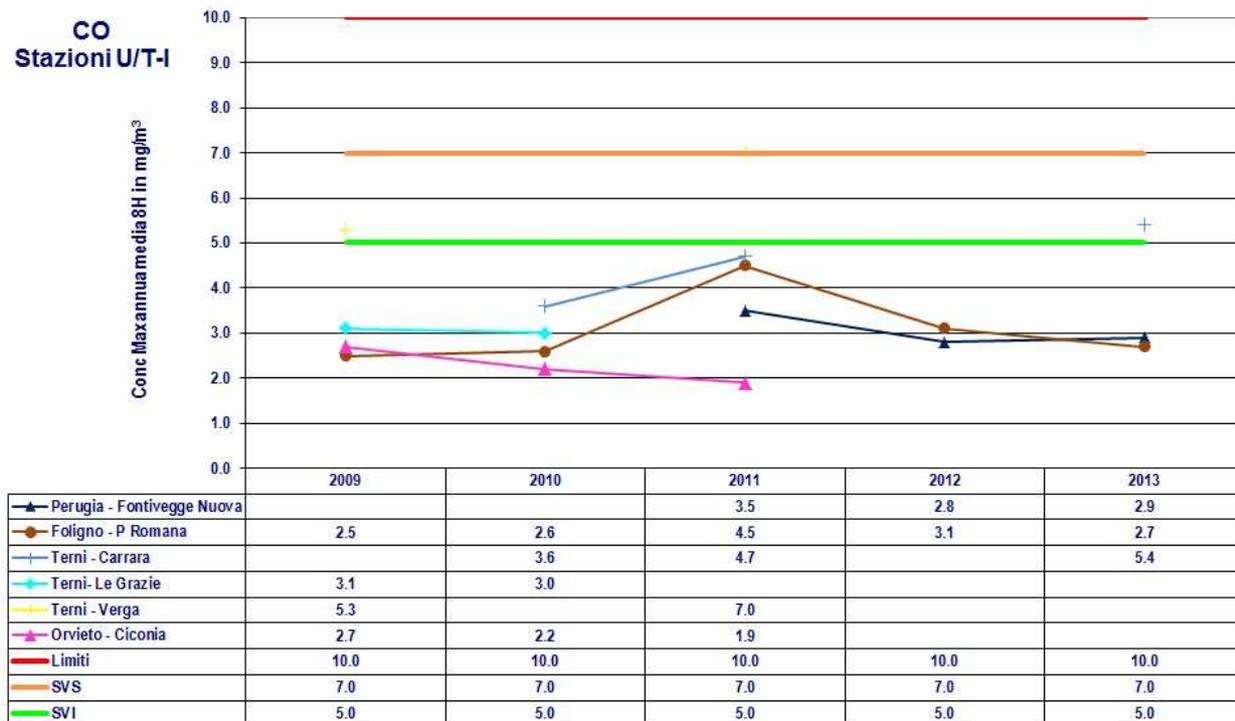


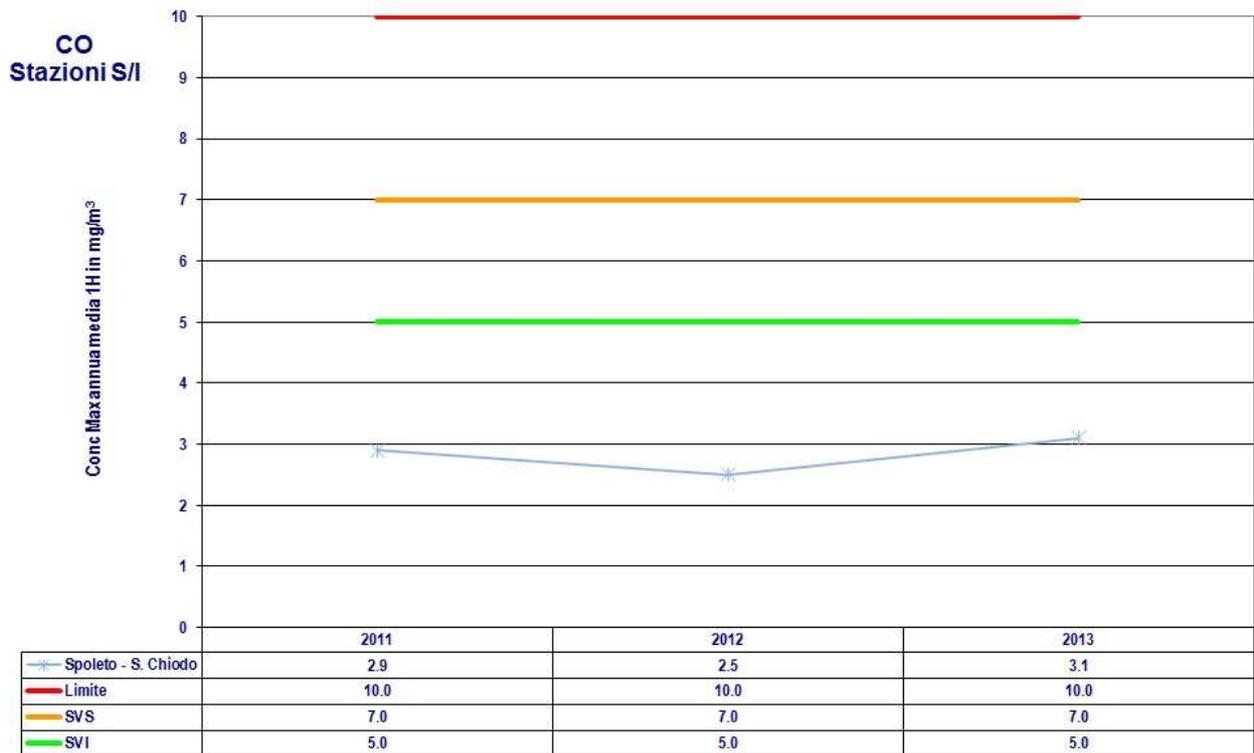
**Figura A1.6:** Trend 2009 - 2013 numero superamenti del limite NO<sub>2</sub> della concentrazione media 1 ora, tutte le stazioni (U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale)



**Figura A1.7:** Trend 2010 - 2013 numero superamenti delle soglie di valutazione (SVI e SVS) per NO<sub>2</sub> della concentrazione media 1 ora, tutte le stazioni (U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale)

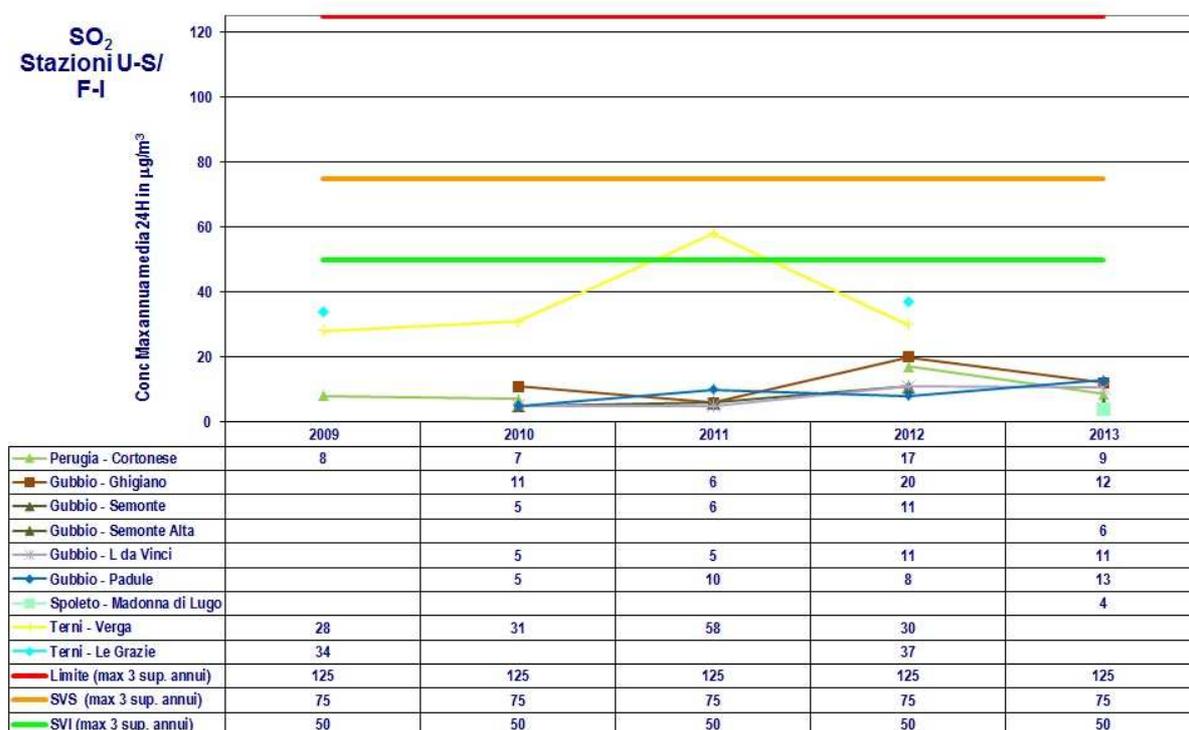
## A1.4 Monossido di carbonio (CO)



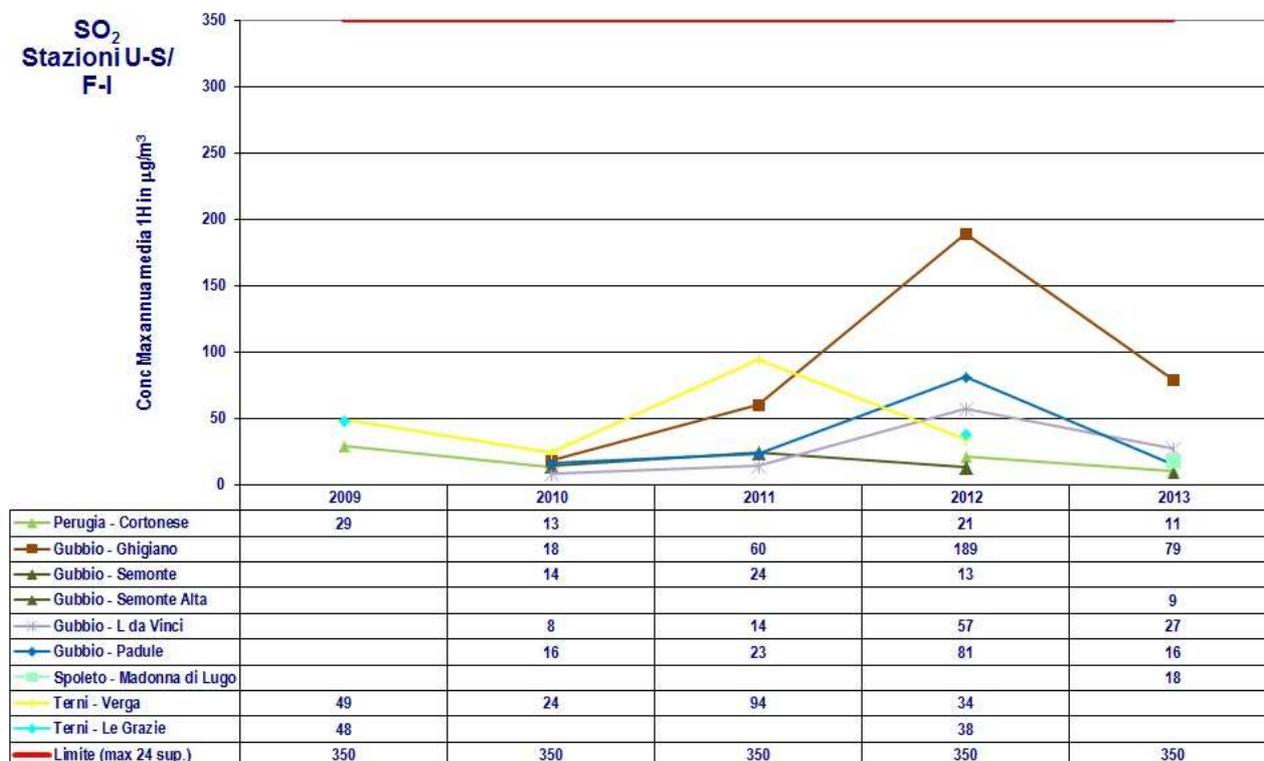


**Figura A1.8:** Trend 2009 - 2013 media massima giornaliera calcolata su otto ore CO divisi per tipologia di stazione  
(U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale)

## A1.5 Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)



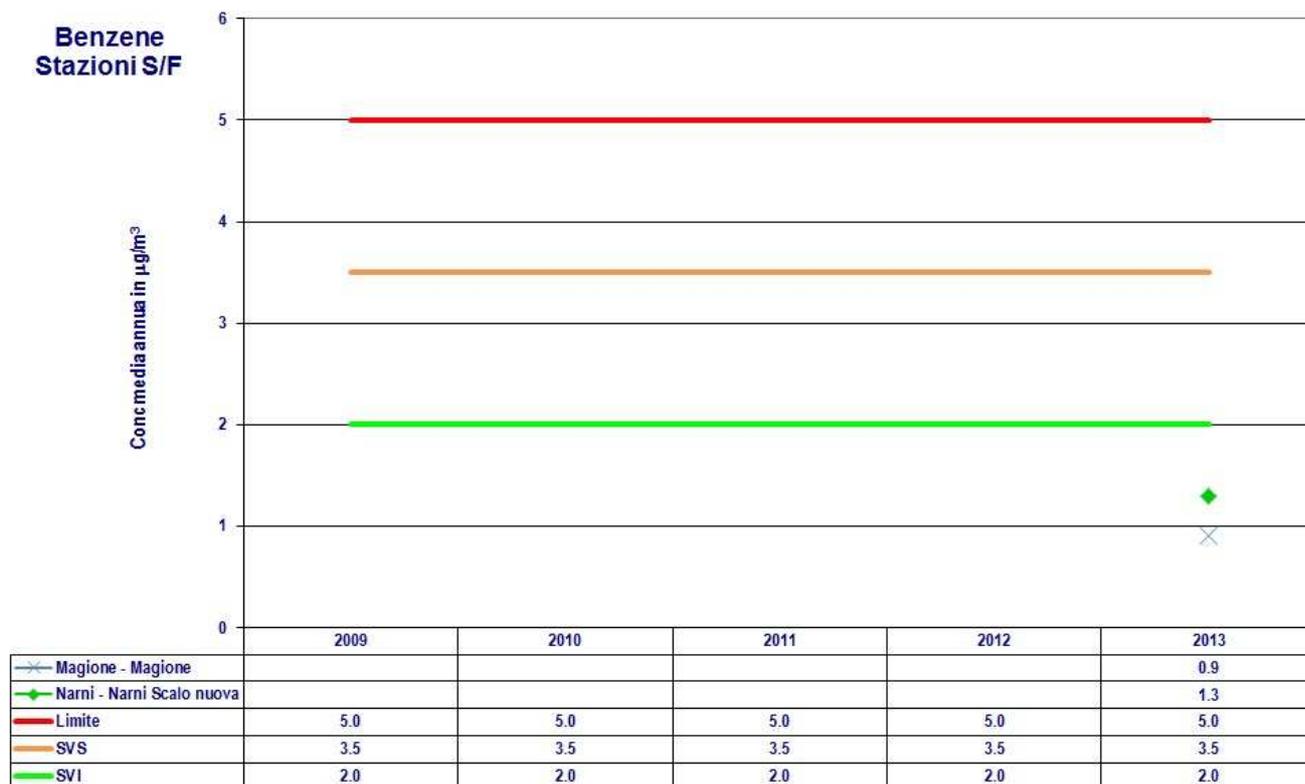
**Figura A1.9:** Trend 2009 - 2013 concentrazione massimo annuale media 24H SO<sub>2</sub>, tutte le tipologia di stazione (U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale)



**Figura A1.10:** Trend 2009 - 2013 concentrazione massimo annuale media 1H SO<sub>2</sub>, tutte le tipologia di stazione (U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale)

## A1.6 Idrocarburi aromatici (benzene e benzo(a)pirene)

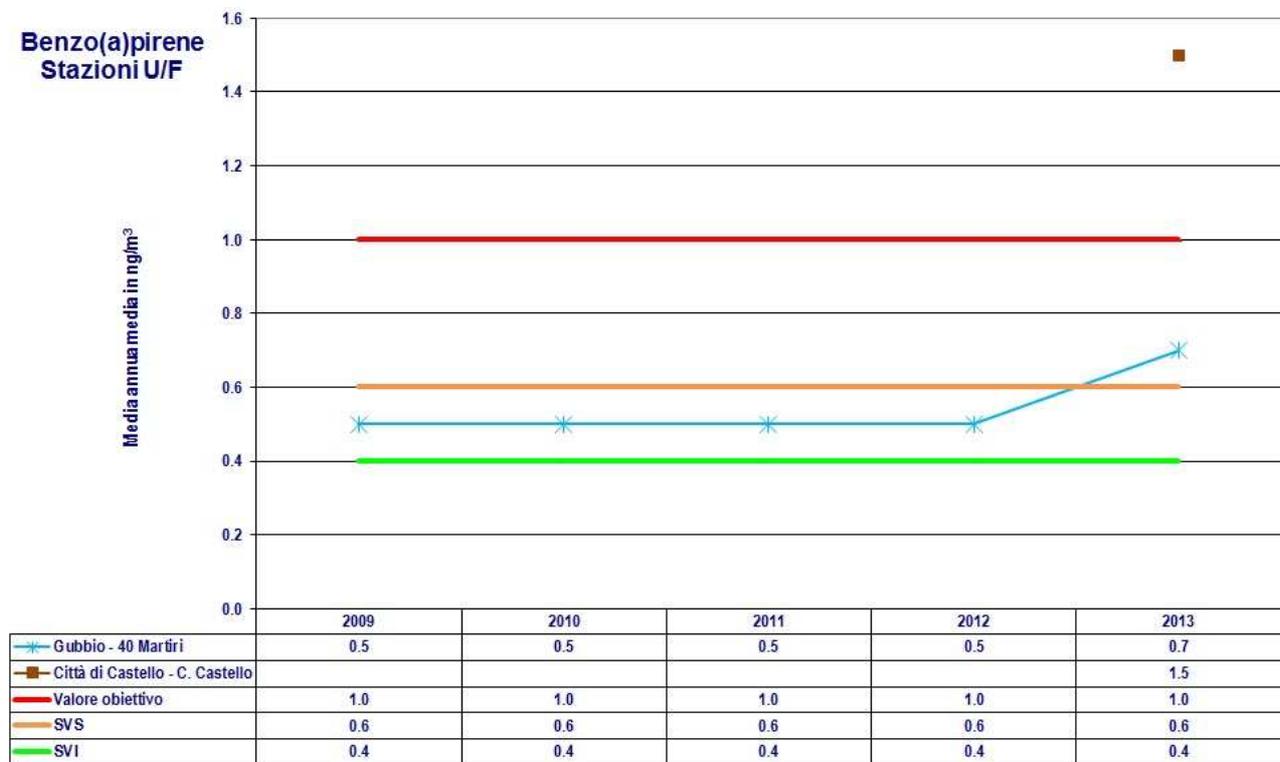
### A1.6.1 Benzene





**Figura A1.11:** Trend 2009 - 2013 concentrazione media annua del Benzene divisi per tipologia di stazione (U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale)

## A1.6.2 Benzo(a)pirene

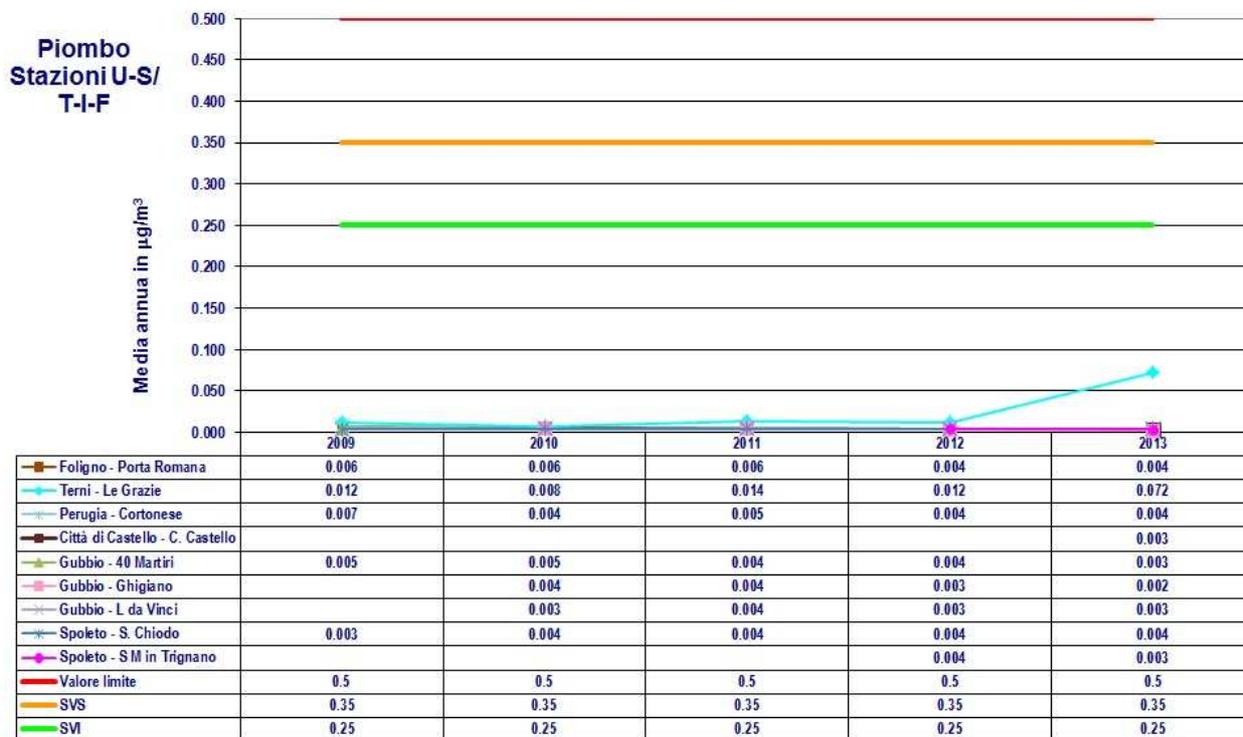




**Figura A1.12:** Trend 2009 - 2013 concentrazione media annua del Benzo(a)pirene divisi per tipologia di stazione (U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale)

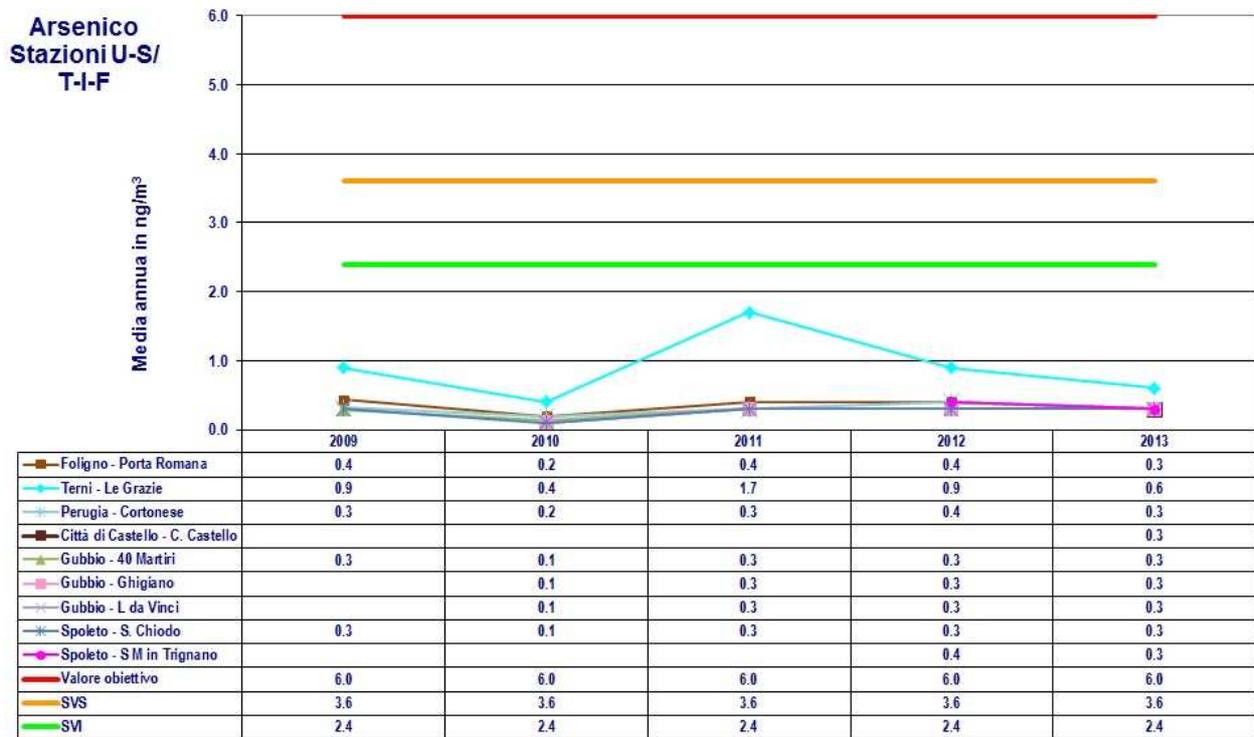
## A1.7 Metalli pesanti (Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel)

### A1.7.1 Piombo



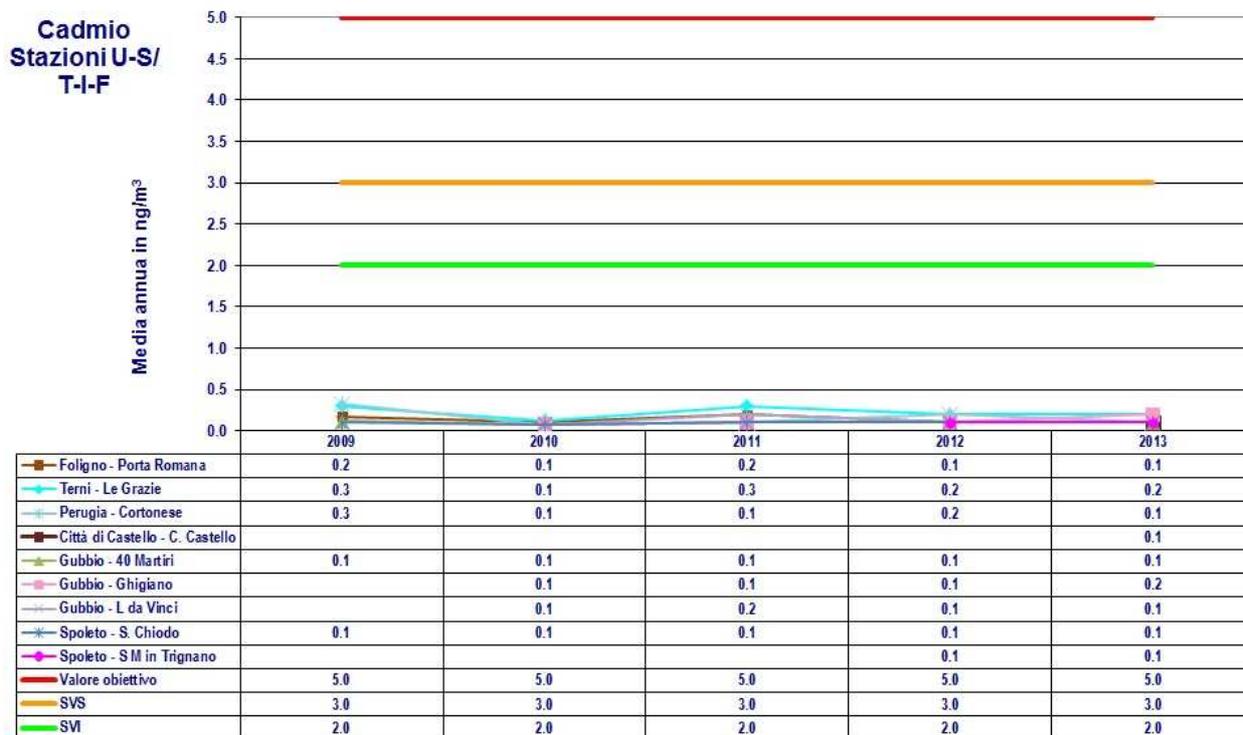
**Figura A1.13:** Trend 2009 – 2013 concentrazione media annua del Piombo, tutte le stazioni (U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale)

## A1.7.2 Arsenico



**Figura A1.14:** Trend 2009 - 2013 concentrazione media annua dell'Arsenico, tutte le stazione (U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale)

### A1.7.3 Cadmio



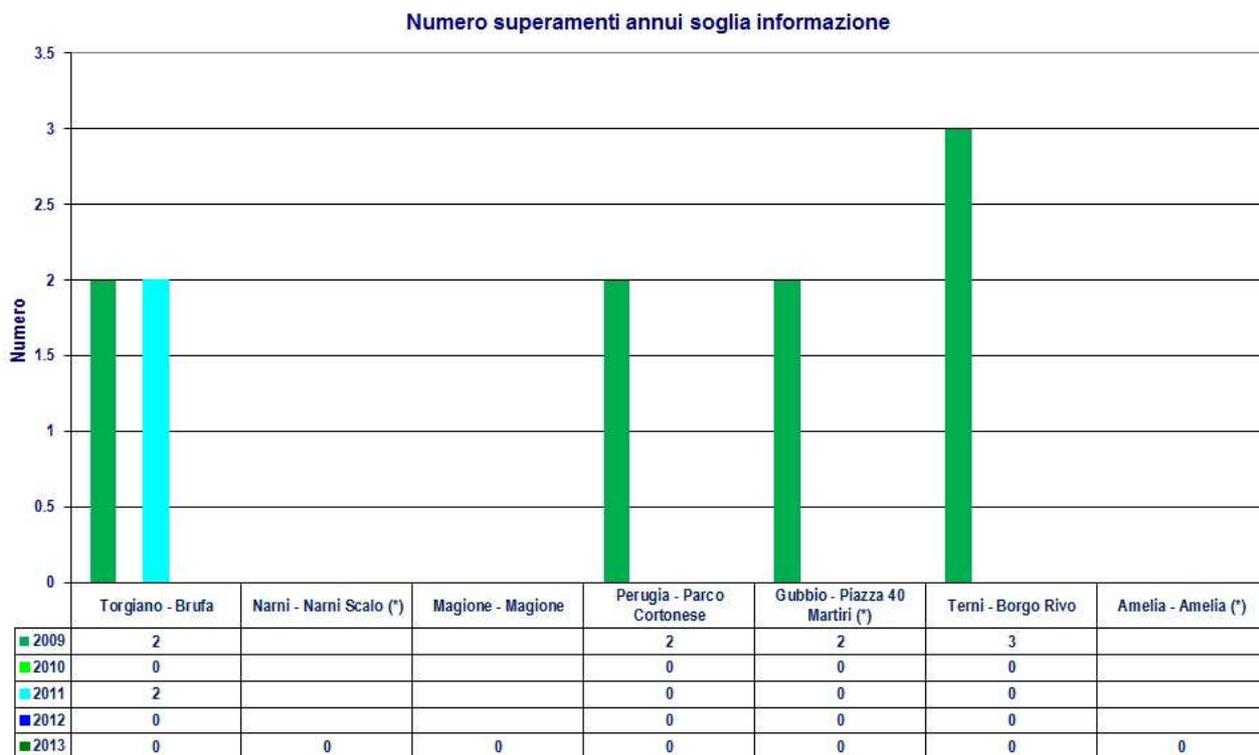
**Figura A1.15:** Trend 2009 – 2013 concentrazione media annua del Cadmio, tutte le stazioni (U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale)

## A1.7.4 Nichel

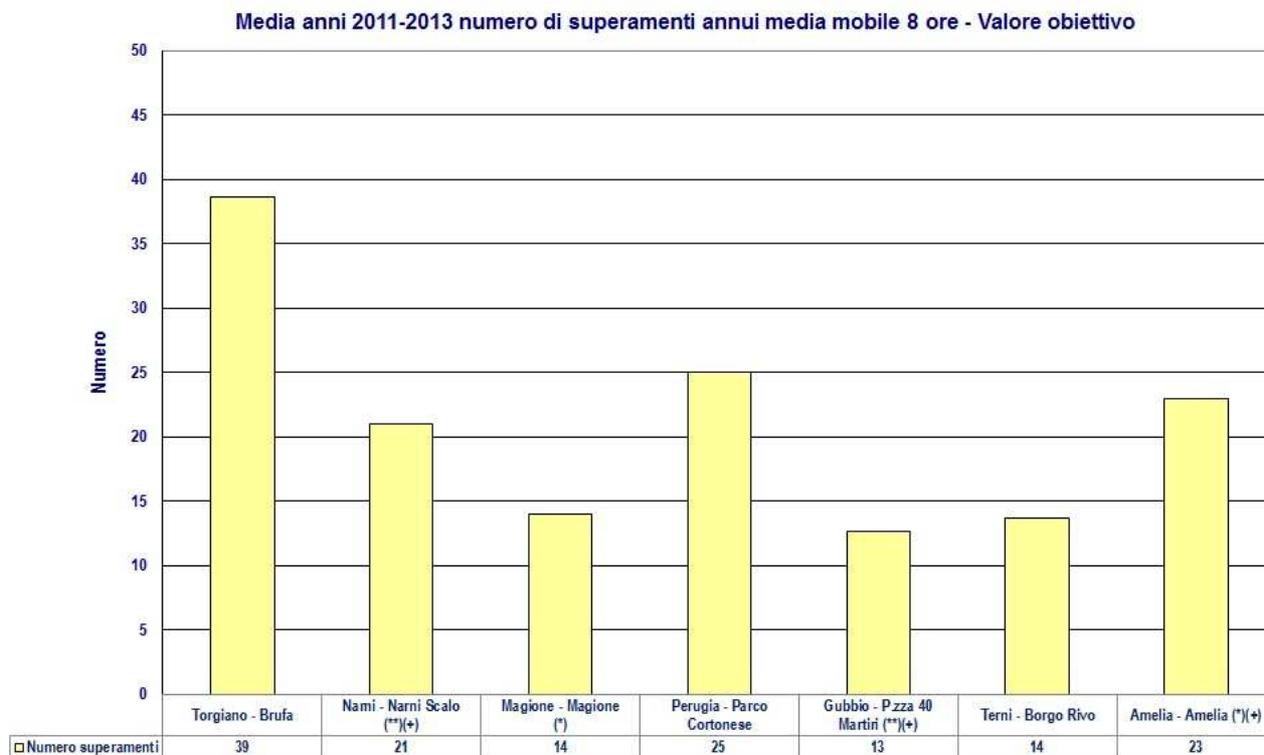


**Figura A1.16:** Trend 2009 – 2013 concentrazione media annua del Nichel, tutte le stazioni (U/T-I= Urbana da Traffico e Industriale, U/F = Urbana di Fondo, S/F = Suburbana di Fondo, R/F = Rurale di Fondo, S/I = Suburbana Industriale)

## A1.8 Ozono (O<sub>3</sub>)

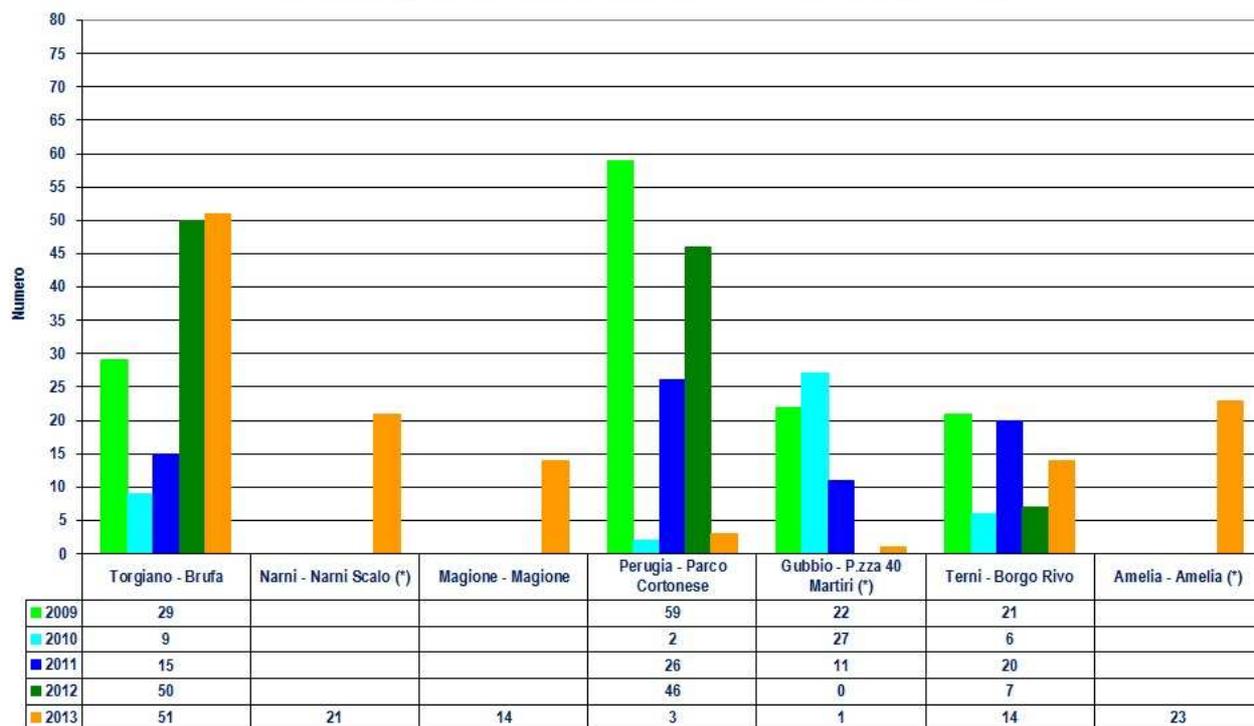


**Figura A1.17:** Trend 2009 - 2013 numero di superamenti annui della concentrazione media 1 ora di O<sub>3</sub> - Soglia informazione



**Figura A1.18:** Media anni 2010 - 2013 del numero di superamenti annui della concentrazione media mobile 8 ore di O<sub>3</sub> - Valore obiettivo

### Numero di superamenti annui media mobile 8 ore - Obiettivo lungo termine



**Figura A1.19:** Trend 2009 - 2013 del numero di superamenti annui della concentrazione media mobile 8 ore di O<sub>3</sub> - Obiettivo lungo termine