

**ISTITUTO SICUREZZA SOCIALE  
DIPARTIMENTO PREVENZIONE**

**U.O.C. SANITÀ PUBBLICA**

**U.O.S. Tutela dell' Ambiente Naturale e Costruito**

**MONITORAGGIO DELLA  
QUALITÀ DELL'ARIA  
ANNO 2016**



Omar Raimondi

Angelo Ercolani

Silvio Conti



## Qualità dell'aria

Gli indicatori selezionati ai fini del monitoraggio della qualità dell'aria sono quelli indicati dalla normativa europea ed in particolare dalla Direttiva 2008/50/CE recepita con Decreto Delegato n. 44/2012. Nello specifico sono stati monitorati: ozono troposferico (O<sub>3</sub>), particolato (PM10), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), IPA (Benzo(a)pirene), Arsenico (Ar), Cadmio(Cd), Nichel(Ni) e Piombo(Pb). Le concentrazioni rilevate sono state confrontate con i parametri di riferimento europei.

I dati presentati di seguito sono relativi alla centralina ubicata in località Serravalle Piazza Bertoldi a partire dal mese di marzo 2016.



### MATERIALE PARTICOLATO FINE (PM 10)

<b>Sito</b>	Serravalle
<b>Localizzazione</b>	Piazza Bertoldi



 Monitoraggio qualità dell'aria





## SCHEMA INDICATORE

<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	<b>Concentrazione in aria di particolato fine (PM10)</b>	<b>DIPSIR</b>	S
<b>UNITA' DI MISURA</b>	Microgrammi/metro cubo	<b>FONTE</b>	DP
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	Gualdicciolo	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	2016
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	Annuale	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	Controllo territoriale
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	D.D. n. 44/2012 - Dir. 2008/50/CE		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	Medie giornaliere		

### Descrizione dell'indicatore

L'indicatore riguarda la concentrazione in aria di particolato fine (PM10). Le fonti primarie di origine antropica sono il traffico, altre fonti di combustione (industriale e residenziale), le polveri industriali diffuse, gli incendi e le fonti non legate alla combustione, come la demolizione o la costruzione di edifici e l'estrazione nelle cave.

### Scopo dell'indicatore

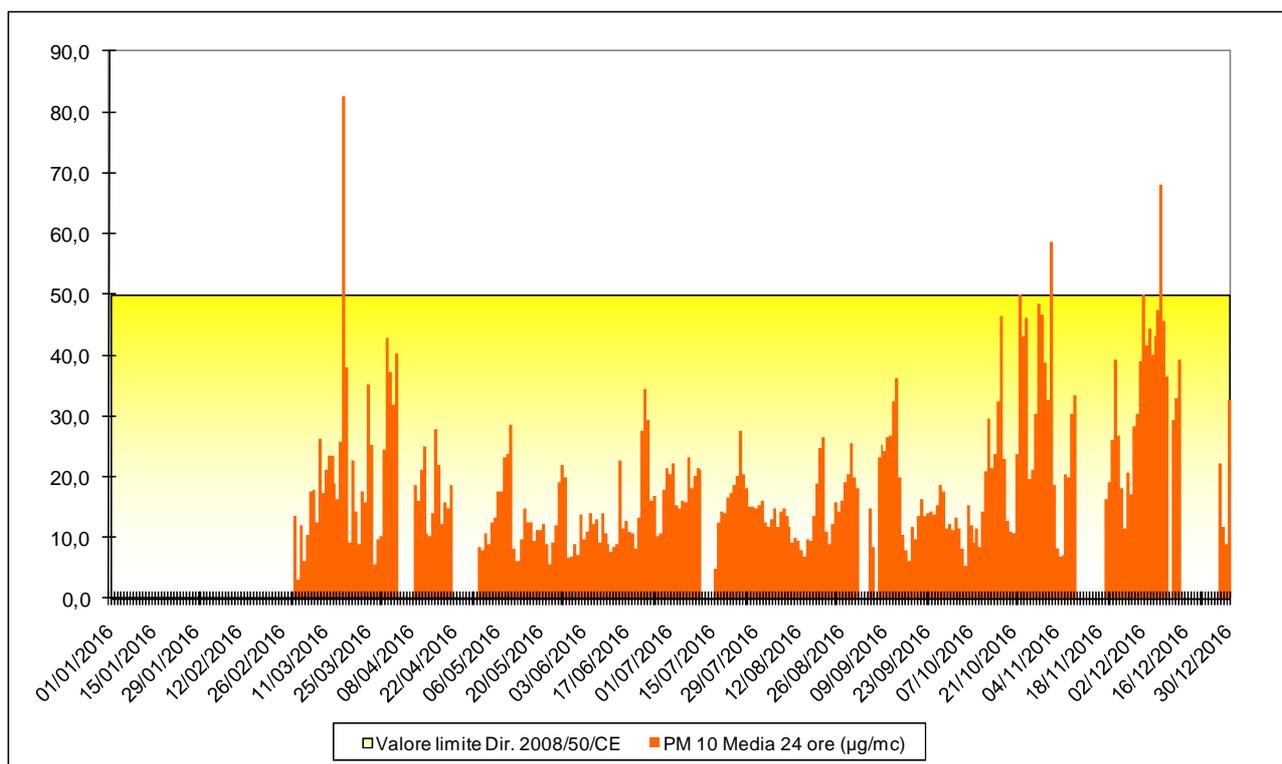
Visualizzare le variazioni nelle concentrazioni di particolato fine (PM10) in aria, considerando la situazione normativa, l'andamento medio nel periodo di campionamento ed eventuali situazioni limite derivanti da massimi rilevati.

### LIMITI NORMATIVI Dir. 2008/50/CE

Valore limite giornaliero	n° di superamenti media giornaliera (max 35 volte all'anno)	50 µg/Nmc
Valore limite annuale	media annuale	40 µg/Nmc



## Grafici



### Commento ai dati

Dall'esame dei dati rilevati, risulta che per l'anno 2016 è stato superato il limite di  $50 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  per un totale di 5 giorni e che la media annuale della concentrazione di PM10, è stata pari a  $18.8 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Tali dati risultano parziali in quanto il monitoraggio in località Serravalle ha avuto inizio nel mese di marzo e la copertura dei dati è stata del 73%. Considerando che non sono stati rilevati dati di polveri sottili nei mesi di gennaio e febbraio i valori relativi al numero di superamenti dei limiti come media giornaliera e la media annuale, risultano sottostimati per l'anno 2016. In ogni caso è stato rispettato quanto previsto dalla normativa vigente.



## OZONO(O<sub>3</sub>)

### SCHEDA INDICATORE

<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	<b>Concentrazione in aria, a livello del suolo, di ozono (O<sub>3</sub>)</b>	<b>DIPSIR</b>	S
<b>UNITA' DI MISURA</b>	Microgrammi/metro cubo	<b>FONTE</b>	DP
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	Gualdicciolo	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	2016
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	Annuale	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	Controllo territoriale
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	D.D. n. 44/2012 - Dir. 2008/50/CE		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	Medie orarie, annuali, media di otto ore, percentili, minimax, conteggio superamenti		

### Descrizione dell'indicatore

L'indicatore riguarda la concentrazione al suolo di ozono (O<sub>3</sub>). Le principali sorgenti di O<sub>3</sub> derivano dalle reazioni fotochimiche, attivate specialmente durante il periodo estivo dalla radiazione solare, che avvengono in atmosfera tra alcuni degli inquinanti presenti. Precursori del fenomeno sono da considerarsi ad esempio parecchi composti organici e gli ossidi di azoto, che combinandosi con l'ossigeno dell'aria favoriscono la formazione di ozono.

I limiti previsti dalla normativa europea sono distinti in valori obiettivo per la protezione della salute umana (120 µg/m<sup>3</sup>) da non superare come media massima giornaliera calcolata su 8 ore e per più di 25 volte in un anno e soglia di informazione, (180 µg/m<sup>3</sup>), come media oraria.

### Scopo dell'indicatore

Visualizzare le variazioni nelle concentrazioni di ozono (O<sub>3</sub>) al suolo, considerando la situazione normativa, l'andamento medio annuale ed eventuali situazioni limite derivanti da massimi rilevati

### LIMITI NORMATIVI Dir. 2008/50/CE

#### Protezione della Salute Umana

Soglia di informazione	media oraria	180 µg/Nmc
Soglia di Allarme	media oraria da non superare per più di 3 ore consecutive	240 µg/Nmc
Valore obiettivo	Massimo giornaliero della media mobile su 8 ore da non superare più di 25 volte/anno civile come media su 3 anni	120 µg/Nmc

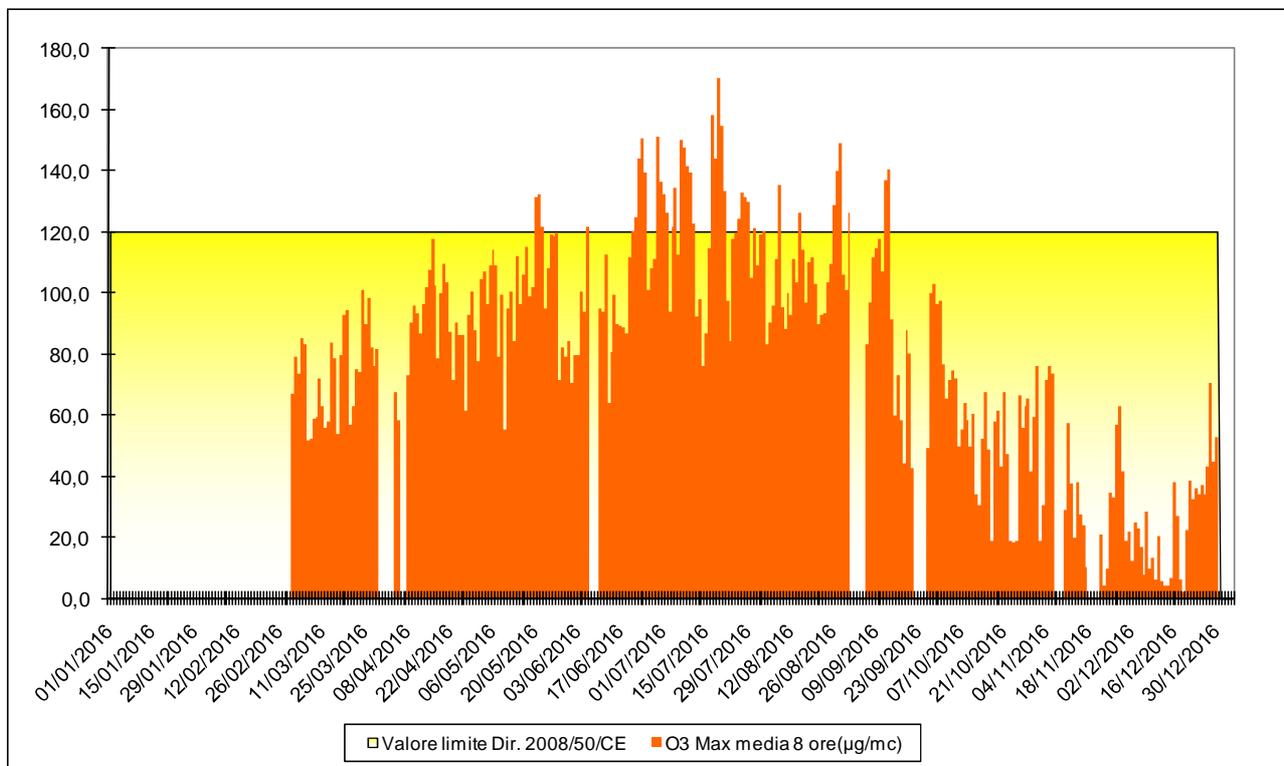
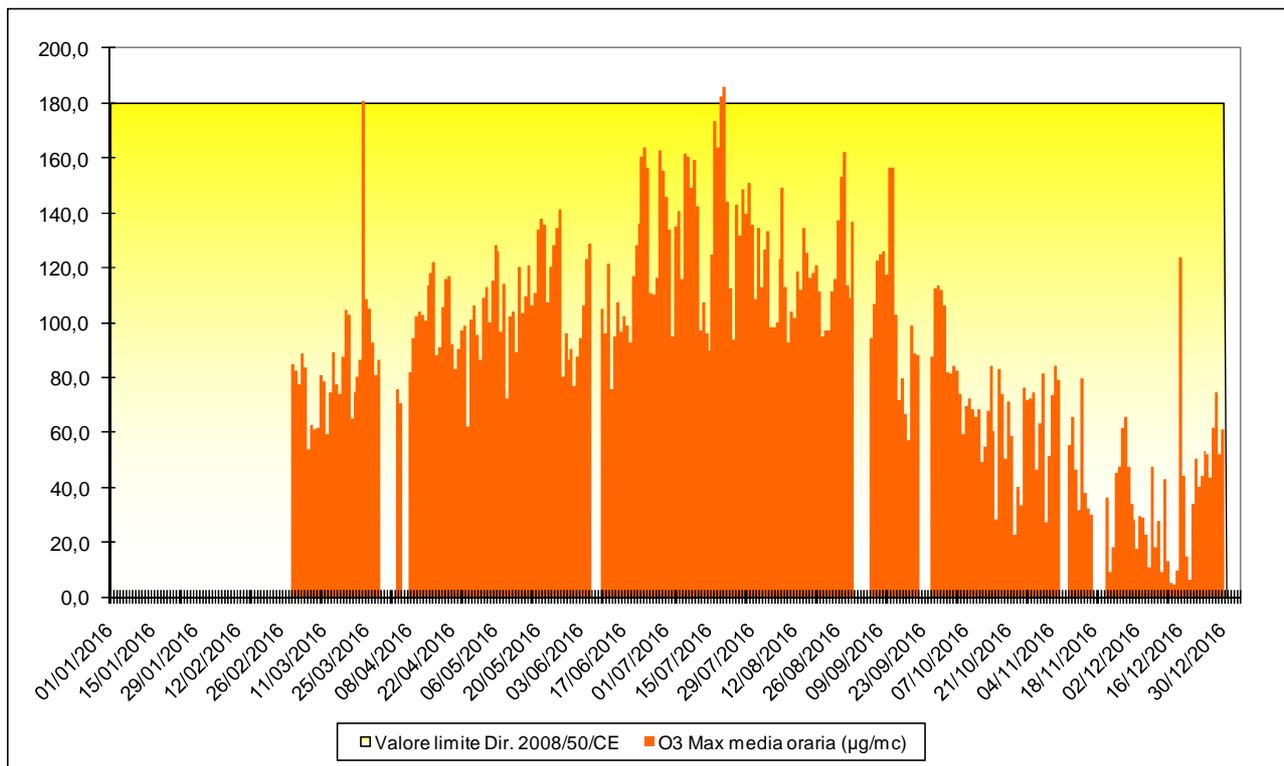
#### Protezione della Vegetazione

Valore obiettivo	AOT*(calcolato sulla base dei valori di 1 ora) da maggio a luglio come media su 5 anni	18000 µg/Nmc*h
------------------	--	----------------

\*Per AOT si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/Nmc e 80 µg/Nmc in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00 nel periodo maggio-luglio



Grafici





## Commento ai dati

Dall'esame dei dati rilevati, come evidenziato dai grafici proposti, sono stati riscontrati 38 superamenti del valore obiettivo per la protezione della salute umana ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e 3 superamenti della soglia di informazione ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per l'anno 2016. Per questa tipologia di inquinante non risulta rilevante l'assenza di dati per i mesi di gennaio e febbraio in quanto le concentrazioni maggiori si riscontrano nei mesi estivi. I dati rilevati sono indicativi della presenza di ozono in area urbana, tuttavia la localizzazione per un raffronto con i valori limite previsti dalla normativa non risulta propriamente idonea in quanto l'analizzatore specifico dovrebbe essere ubicato lontano dall'influsso del traffico. Per quanto concerne la copertura dei dati, questa è risultata pari al 76%.



## BIOSSIDO DI AZOTO (NO<sub>2</sub>)

### SCHEDA INDICATORE

<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	<b>Concentrazione in aria di Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)</b>	<b>DIPSIR</b>	S
<b>UNITA' DI MISURA</b>	Microgrammi/metro cubo	<b>FONTE</b>	DP
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	Gualdicciolo	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	2016
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	Annuale	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	Controllo territoriale
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	D.D. n. 44/2012 - Dir. 2008/50/CE		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	Medie orarie, percentili, minimax, medie annuali, conteggio superamenti		

### Descrizione dell'indicatore

L'indicatore riguarda la concentrazione in aria di biossido di azoto. Le principali sorgenti di NO<sub>2</sub> sono gli impianti di riscaldamento, alcuni processi industriali e i gas di scarico dei veicoli a motore. Il biossido di azoto contribuisce alla formazione dello smog fotochimico e delle piogge acide.

### Scopo dell'indicatore

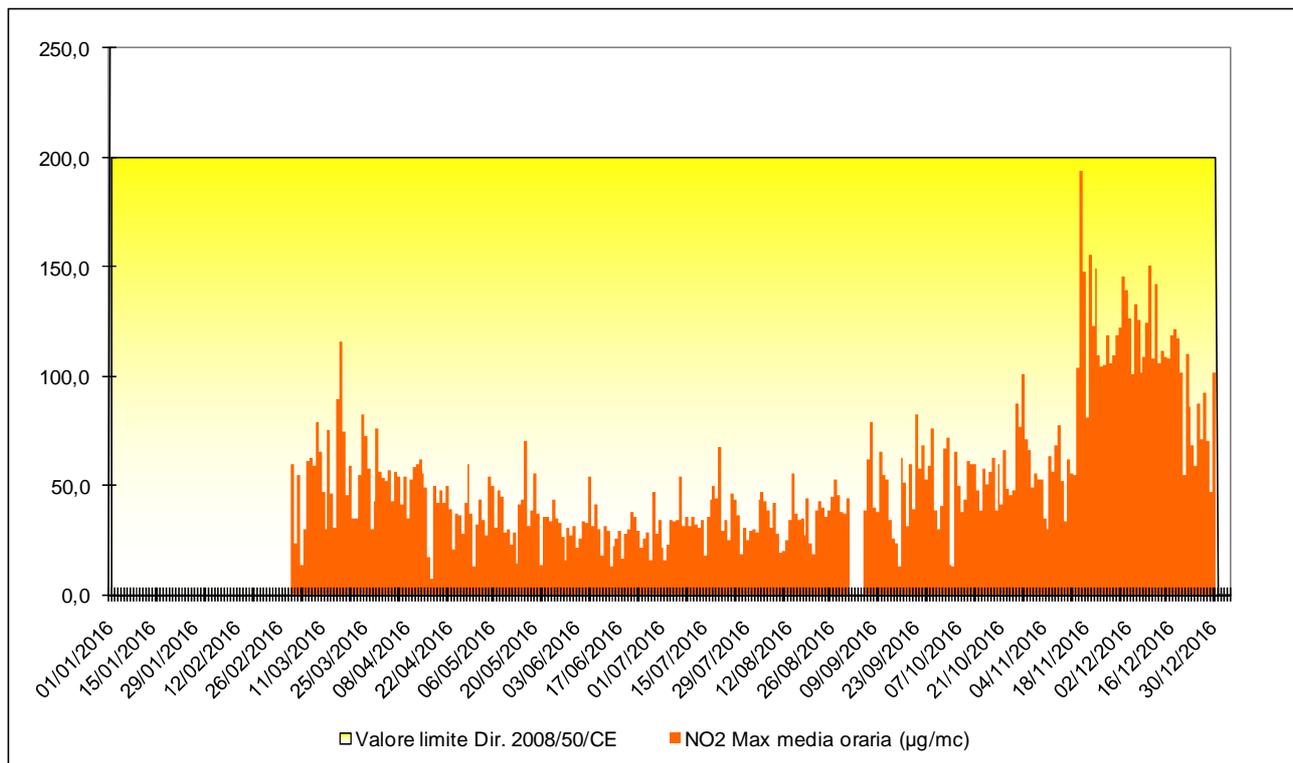
Visualizzare le variazioni nelle concentrazioni di biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) al suolo considerando la situazione normativa, l'andamento medio annuale ed eventuali situazioni limite derivanti da massimi rilevati.

### LIMITI NORMATIVI Dir. 2008/50/CE

Valore Limite orario per la Protezione della Salute Umana	media oraria da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/Nmc
Valore Limite annuale per la Protezione della Salute Umana	media annuale	40 µg/Nmc
Soglia di allarme	media oraria misurata per 3 ore consecutive	400 µg/Nmc



## Grafici



### Commento ai dati

Dall'esame dei dati rilevati, come evidenziato dal grafico proposto, non sono stati riscontrati superamenti dei limiti previsti dalla direttiva 2008/50/CE l'anno 2016 sia come valore massimo delle medie orarie, sia come media annuale. Per quanto concerne la copertura dei dati, questa risulta pari al 82% per l'assenza di rilevazioni nei mesi di gennaio e febbraio.



## BENZENE (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

### SCHEDA INDICATORE

<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	<b>Concentrazione in aria di Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)</b>	<b>DIPSIR</b>	<b>S</b>
<b>UNITA' DI MISURA</b>	Microgrammi/metro cubo	<b>FONTE</b>	DP
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	Gualdicciolo	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	2016
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	Annuale	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	Controllo territoriale
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	D.D. n. 44/2012 - Dir. 2008/50/CE		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	Medie orarie, medie annuali, conteggio superamenti		

### Descrizione dell'indicatore

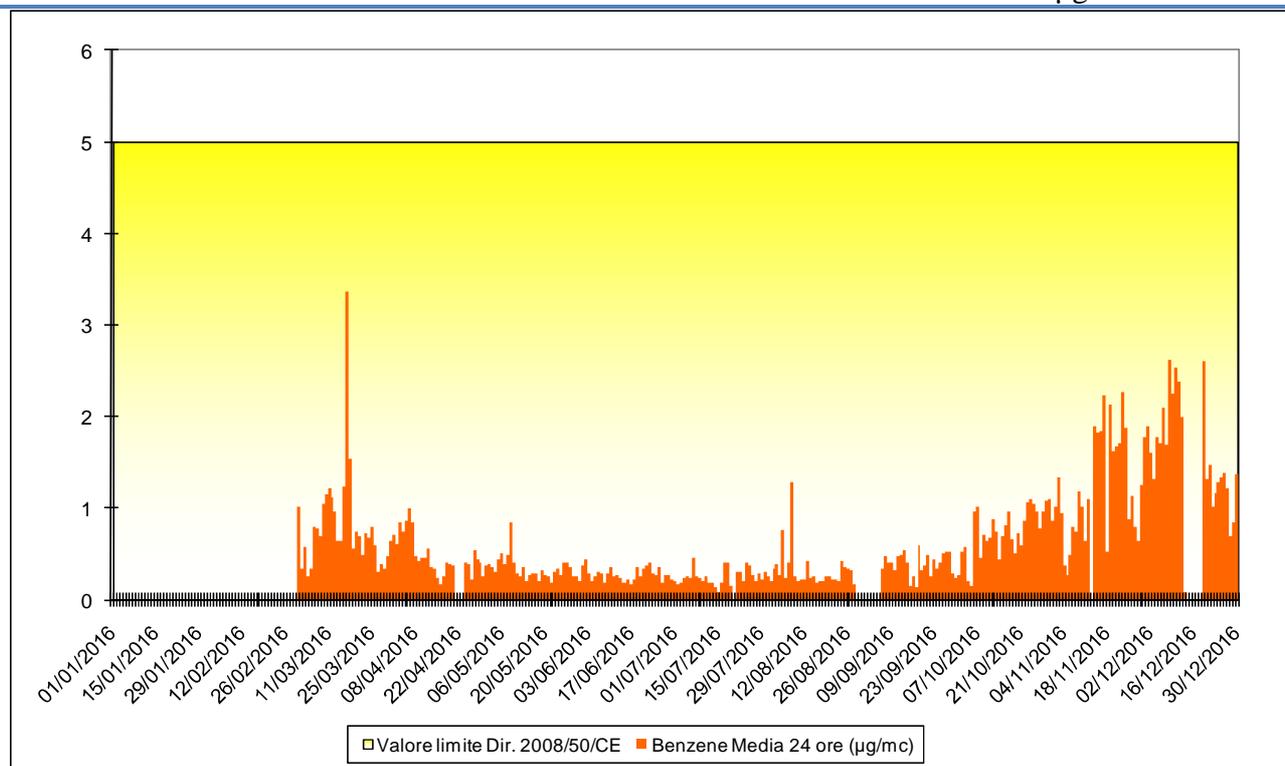
L'indicatore descrive la variazione della concentrazione in aria a livello del suolo di benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>). Questo inquinante primario proviene principalmente dai gas di scarico degli autoveicoli, dall'evaporazione negli impianti di stoccaggio e distribuzione dei carburanti, dai processi di combustione e dall'uso di solventi.

### Scopo dell'indicatore

Visualizzare le variazioni nelle concentrazioni di benzene nell'aria, l'andamento medio annuale ed eventuali situazioni di superamento del limite derivanti da massimi rilevati.

### LIMITI NORMATIVI Dir. 2008/50/CE

Valore limite media annuale 5 µg/Nmc





### **Commento ai dati**

Dall'esame dei dati rilevati, come evidenziato dal grafico proposto, non è stato superato il limite come media annuale ( $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) previsto dalla direttiva 2008/50/CE e per quanto concerne la copertura dei dati, questa risulta pari al 80%.



## Metalli (Pb, As, Cd, Ni)

### SCHEDA INDICATORE

<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	<b>Concentrazione in aria di Metalli (Pb, As, Cd, Ni)</b>	<b>DIPSIR</b>	S
<b>UNITA' DI MISURA</b>	Microgrammi/metro cubo Nanogrammi/ metro cubo	<b>FONTE</b>	DP
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	Gualdicciolo	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	2016
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	Annuale	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	Controllo territoriale
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	D.D. n. 44/2012 - Dir. 2008/50/CE		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	Medie mensili, medie annuali, conteggio superamenti		

### Descrizione dell'indicatore

L'indicatore descrive la concentrazione di metalli quali cadmio (Cd), nichel (Ni), piombo (Pb) e arsenico (As) presenti nel particolato atmosferico

Questi sono i metalli a maggiore rilevanza sotto il profilo tossicologico. I composti del nichel e del cadmio sono classificati, dalla Agenzia internazionale di ricerca sul cancro, come cancerogeni per l'uomo.

Per il piombo è stato evidenziato un ampio spettro di effetti tossici, in quanto tale sostanza interferisce con numerosi sistemi enzimatici.

I metalli presenti nel particolato atmosferico provengono da una molteplice varietà di fonti: il cadmio e lo zinco sono originati prevalentemente da processi industriali; il rame e il nichel provengono dalla combustione; il piombo dalle emissioni autoveicolari. Il ferro proviene dall'erosione dei suoli, dall'utilizzo di combustibili fossili e dalla produzione di leghe ferrose.

In particolare, il piombo di provenienza autoveicolare è emesso quasi esclusivamente da motori a benzina, nei quali è contenuto sotto forma di piombo tetraetile e/o tetrametile con funzioni di antidetonante. Negli agglomerati urbani tale sorgente rappresenta, pressoché, la totalità delle emissioni di piombo e la granulometria dell'aerosol che lo contiene si colloca quasi integralmente nella frazione respirabile (PM10). L'adozione generalizzata della benzina "verde" (0,013 g/l di Pb), dall'1 gennaio 2002, ha portato una riduzione delle emissioni di piombo del 97%; in conseguenza di ciò è praticamente trascurabile il contributo della circolazione autoveicolare alla concentrazione in aria di questo metallo.



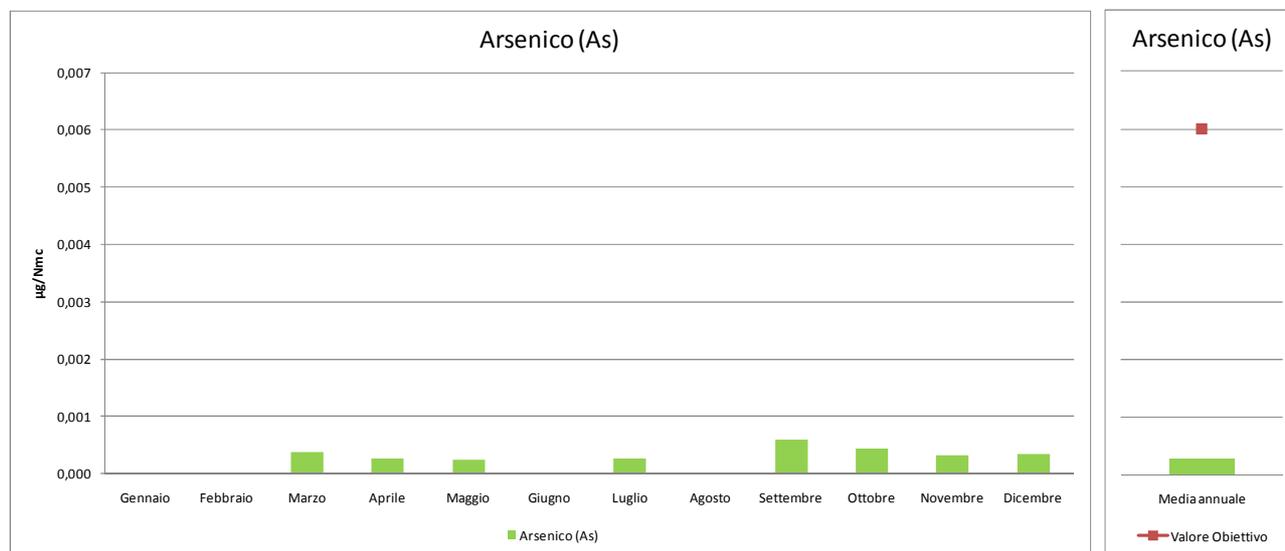
## Scopo dell'indicatore

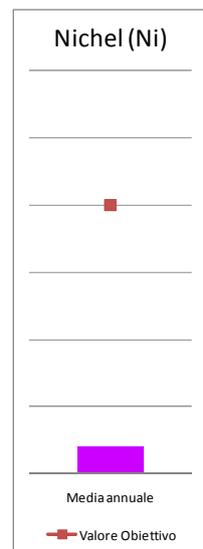
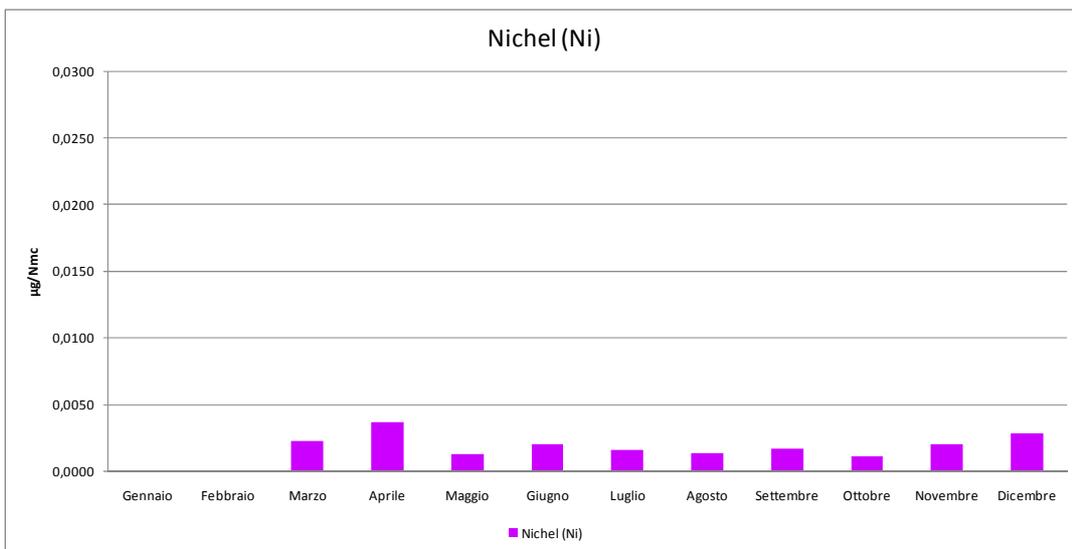
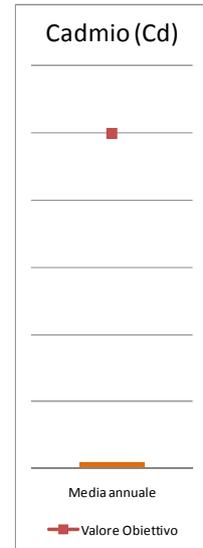
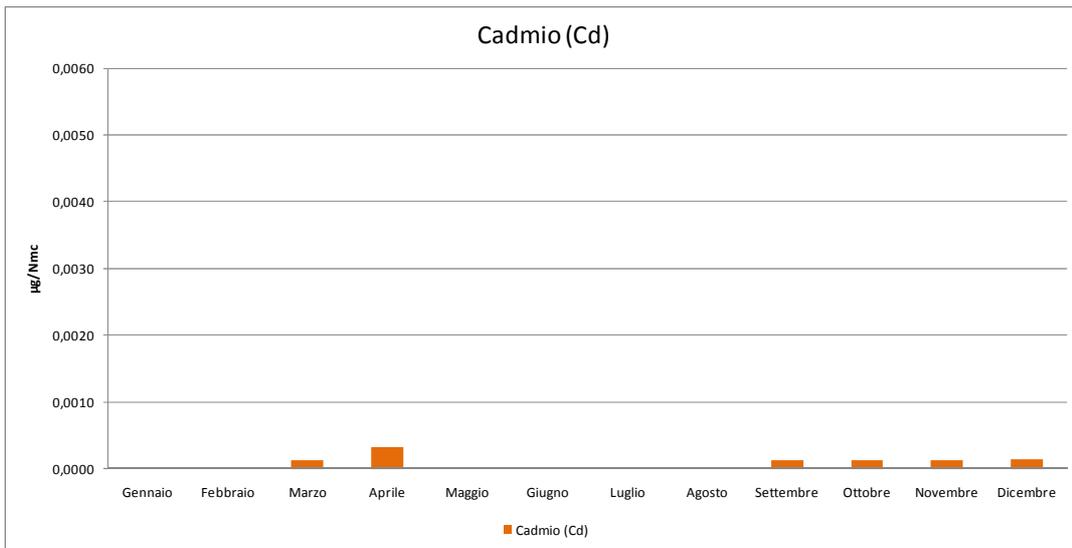
Valutare le concentrazioni mensili di cadmio (Cd), nichel (Ni), piombo (Pb) e arsenico (As) presenti nel particolato atmosferico in particolare nella frazione PM10, calcolando poi la media annuale e confrontandola con i limiti normativi.

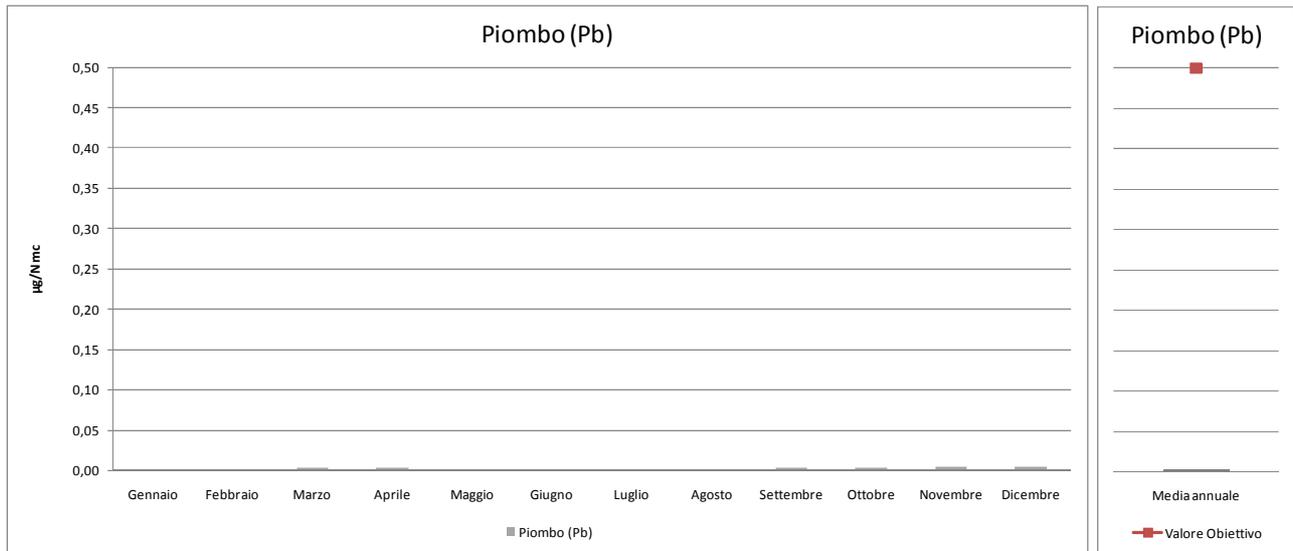
## LIMITI NORMATIVI Dir. 2008/50/CE

Arsenico (As): valore obiettivo	media annuale	6,0 ng/Nmc
Cadmio (Cd): valore obiettivo	media annuale	5,0 ng/Nmc
Nichel (Ni): valore obiettivo	media annuale	20,0 ng/Nmc
Piombo (Pb): valore limite	media annuale	0,5 µg/Nmc

Di seguito vengono riportati i grafici che descrivono gli andamenti mensili dei diversi metalli indagati e le medie annuali. I dati relativi ai primi sei mesi, da gennaio a giugno sono stati corretti sulla base di un fattore di correzione in quanto il campionamento delle polveri e le relative analisi dei metalli, sono state eseguite su filtri in fibra di vetro che possiedono tracce dei parametri indagati e che interferiscono quindi con i valori ottenuti.







	<b>As (ng/Nmc)</b>	<b>Cd (ng/Nmc)</b>	<b>Ni (ng/Nmc)</b>	<b>Pb (µg/Nmc)</b>
<b>Media annuale</b>	0,28	0,096	2,01	0,0023

### Commento ai dati

Le concentrazioni determinate per questi inquinanti, riferiti all'anno 2016 senza i mesi di gennaio e febbraio, risultano rispettare pienamente i limiti previsti come media annuale.



## IPA – Benzo(a)pirene

### SCHEDA INDICATORE

<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	<b>Concentrazione in aria di IPA – Benzo(a)pirene</b>	<b>DIPSIR</b>	S
<b>UNITA' DI MISURA</b>	Nanogrammi/ metro cubo	<b>FONTE</b>	DP
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	Gualdicciolo	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	2016
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	Annuale	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	Controllo territoriale
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	D.D. n. 44/2012 - Dir. 2008/50/CE		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	Medie mensili, medie annuali, conteggio superamenti		

### Descrizione dell'indicatore

L'indicatore descrive la concentrazione di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) che costituiscono un numeroso gruppo di composti organici formati da uno o più anelli benzenici. In generale, si tratta di sostanze solide a temperatura ambiente, scarsamente solubili in acqua, degradabili in presenza di radiazione ultravioletta e altamente affini ai grassi presenti nei tessuti viventi.

Il composto più studiato e rilevato è il benzo(a)pirene, e presenta una struttura con cinque anelli aromatici condensati. È una delle prime sostanze delle quali si è accertata la cancerogenicità ed è stata, quindi, utilizzata come indicatore dell'intera classe di composti policiclici aromatici. In particolare, nove persone su centomila esposte a una concentrazione di 1 ng/m<sup>3</sup> di benzo(a)pirene sono a rischio di contrarre il cancro, dalla quale concentrazione è stato individuato il limite proposto.

Gli idrocarburi policiclici aromatici sono contenuti nel carbone e nei prodotti petroliferi (particolarmente nel gasolio e negli oli combustibili). Essi vengono emessi in atmosfera come residui di combustioni incomplete in alcune attività industriali (cokerie, produzione e lavorazione grafite, trattamento del carbon fossile) e nelle caldaie (soprattutto quelle alimentate con combustibili solidi e liquidi pesanti); inoltre sono presenti nelle emissioni degli autoveicoli (sia diesel, che benzina). In generale l'emissione di IPA nell'ambiente risulta molto variabile a seconda del tipo di sorgente, del tipo di combustibile e della qualità della combustione.

La presenza di questi composti nei gas di scarico degli autoveicoli è dovuta sia alla frazione presente come tale nel carburante, sia alla frazione che per pirosintesi ha origine durante il processo di combustione.



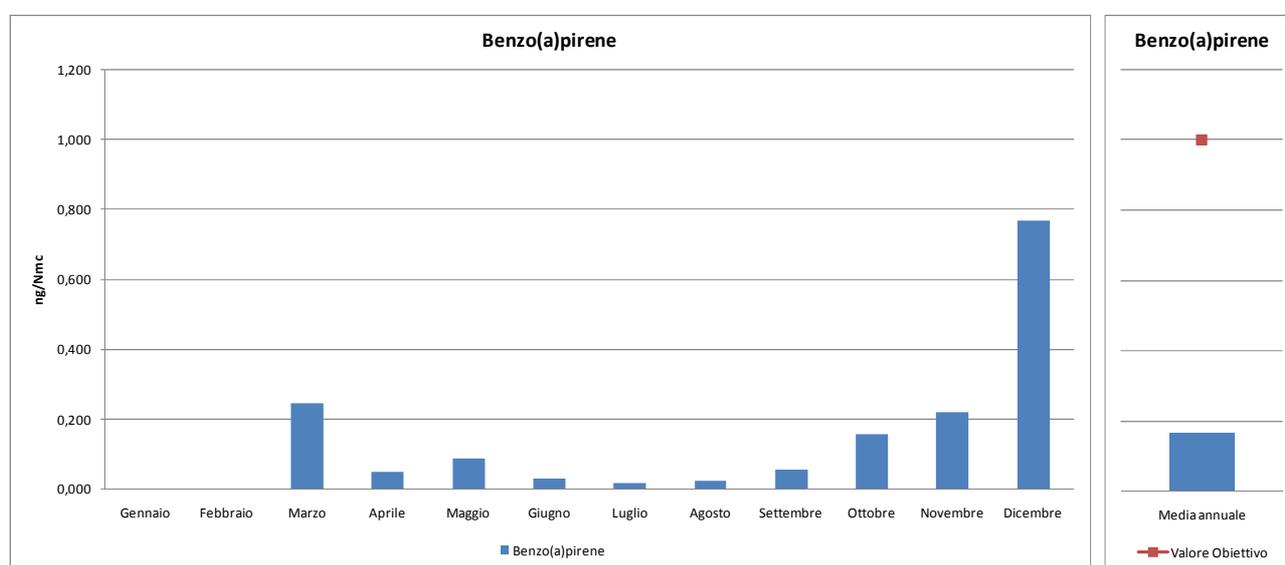
## Scopo dell'indicatore

Valutare le concentrazioni mensili di IPA e in particolare Benzo(a)Pirene presenti nel particolato atmosferico nella frazione PM10, calcolando poi la media annuale e confrontandola con i limiti normativi.

## LIMITI NORMATIVI Dir. 2008/50/CE

Benzo(a)Pirene: valore obiettivo	media annuale	1,0 ng/Nmc
----------------------------------	---------------	------------

Di seguito viene riportato il grafico che descrive l'andamento mensile di Benzo(a)Pirene e la media annuale.



## B(a)P (ng/Nmc)

Media annuale	0,1656
---------------	--------

## Commento ai dati

La concentrazione determinata per questo inquinante in atmosfera risulta inferiore a quanto previsto dalla norma e si rileva che i valori di concentrazione maggiore sono associabili principalmente ai mesi invernali. Questo indicatore non rappresenta un fattore di criticità.

Di seguito viene riportata una tabella riassuntiva dove per le diverse tipologie di inquinanti viene rappresentata la copertura dei dati nell'anno 2016, il numero di giorni in cui sono stati superati i limiti di legge e, dove previsto, le medie annuali con i relativi limiti e valori obiettivo.



<b>Parametri</b>	<b>% copertura dati</b>	<b>N° superamento limiti</b>	<b>Media annuale</b>	<b>Limite media annuale</b>	<b>Val Obiettivo media annuale</b>
<b>NO2(µg/Nmc)</b>	82	0	24,5	40	-
<b>O3(µg/Nmc)</b>	76	3	91,9	-	-
<b>O3 8ore(µg/Nmc)</b>	76	38	81,1	-	-
<b>PM10(µg/Nmc)</b>	73	5	18,8	40	40
<b>C6H6(µg/Nmc)</b>	80	-	0,6	5	5
<b>As(ng/Nmc)</b>	-	-	0,28	-	6
<b>Cd(ng/Nmc)</b>	-	-	0,096	-	5
<b>Ni(ng/Nmc)</b>	-	-	2,01	-	20
<b>Pb(µg/Nmc)</b>	-	-	0,002	0,5	-
<b>B(a)P (ng/Nmc)</b>	-	-	0,1656	-	1



## IQA - Indice di qualità dell'aria

Al fine di comunicare alla popolazione in modo semplice ed immediato il livello qualitativo dell'aria che si respira, è stato definito dall'ARPA Emilia-Romagna e adottato anche a San Marino un indice di qualità dell'aria (IQA) che rappresenti sinteticamente lo stato complessivo dell'inquinamento atmosferico.

Per implementare tale indice sono stati scelti gli inquinanti che hanno effetto a breve termine sulla salute e che presentano maggiori criticità quali il PM10, l'NO<sub>2</sub> e l'O<sub>3</sub>.

Per la costruzione dell'indice di qualità dell'aria si è proceduto nel modo seguente:

1. Costruzione di una scala adimensionale (sottoindice) per ogni inquinante.
2. Costruzione di un indice sintetico unico, a partire dai sottoindici definiti per ogni inquinante.

Il sottoindice per ogni inquinante viene definito dividendo la concentrazione misurata o prevista dell'inquinante considerato per il limite previsto dalla legislazione per la difesa della salute (nel caso di più limiti si sceglie il più basso) e moltiplicando per 100. La tabella sotto riporta i limiti che sono stati utilizzati per il calcolo dei tre sottoindici.

Inquinante	Indicatore di riferimento	Valore
PM <sub>10</sub>	Media giornaliera	50 µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	Valore massimo della media mobile su 8 ore	120 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	Valore massimo orario	200 µg/m <sup>3</sup>

Passaggio successivo nella costruzione dell'indice è la definizione delle modalità di aggregazione dei diversi sottoindici. In linea con l'approccio adottato dalla maggior parte degli indici utilizzati a livello internazionale, si è scelto di definire il valore dell'indice sintetico come il valore del sottoindice peggiore.

I valori dell'indice sono stati raggruppati in cinque classi con una ampiezza degli intervalli uniforme e pari a 50. L'adozione di un numero ridotto di classi è legata alle accuratezza raggiungibile dai modelli previsionali.

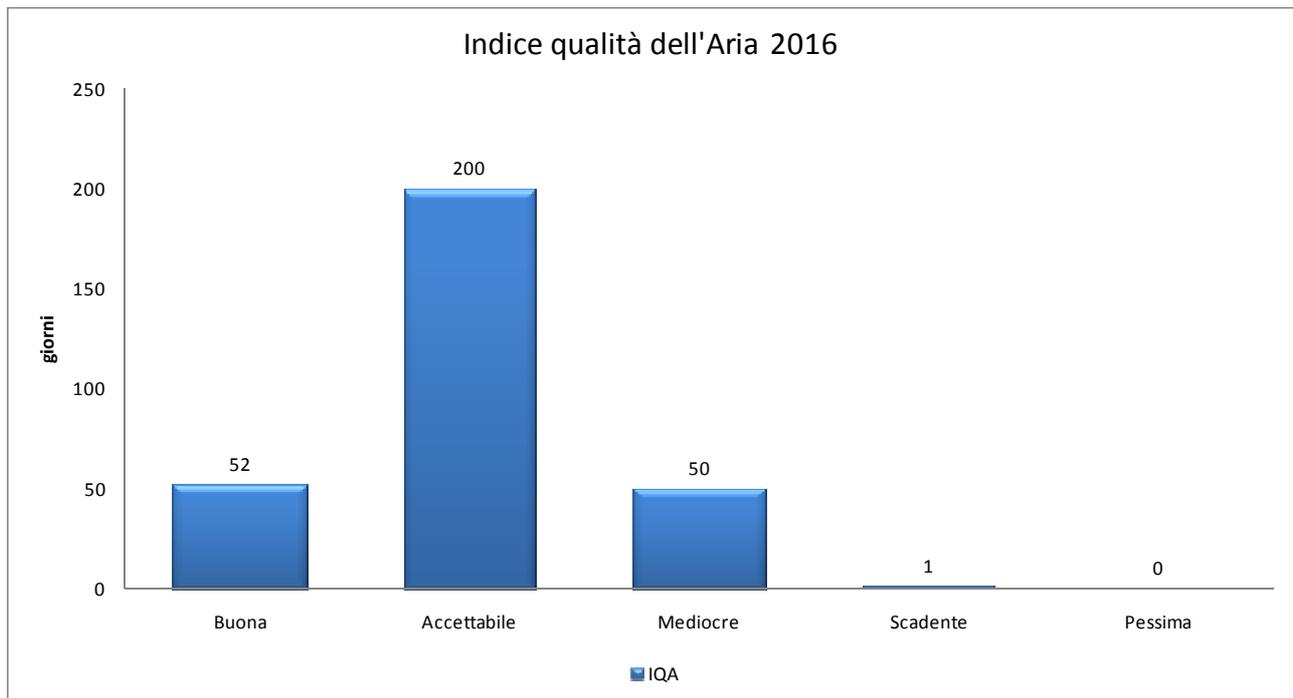
La tabella seguente riporta le classi identificate con i corrispondenti intervalli di valori numerici e cromatismi.



Valori dell'indice	Cromatismi	Qualità dell'aria
< 50		Buona
50-99		Accettabile
100-149		Mediocre
150-199		Scadente
> 200		Pessima

Per una migliore comprensione, un colore arancione, rosso o viola (corrispondente ad un valore dell'indice superiore a 100) indica che almeno uno degli inquinanti supera il limite di legge.

Nel grafico sotto riportato sono rappresentati il numero di giorni per l'anno 2016 in cui sono stati riscontrati i diversi valori dell'IQA. In sintesi per 52 giorni l'aria è stata buona, per 200 accettabile, per 50 mediocri per 1 scadente e mai pessima.





Di seguito viene riportata la rappresentazione grafica della percentuale delle giornate nell'arco dell'anno in cui la qualità dell'aria è stata buona, accettabile, mediocre, scadente e pessima. Per i mesi monitorati nell'anno 2016 per il 23% dei giorni l'aria è stata buona, per il 61% dei giorni accettabile e per il 16% mediocre.

