

QUALITA' DELL'ARIA NELLA FRAZIONE PASSO DEI PECORAI (Comune di Greve in Chianti, dati dell'anno 2007)

Nella frazione Passo dei Pecorai, appartenente al territorio del Comune di Greve in Chianti, è presente una stazione di rilevamento della qualità dell'aria e dei parametri meteorologici, di proprietà della Amministrazione Provinciale di Firenze e gestita dal Dipartimento Provinciale ARPAT di Firenze.

La stazione è stata attivata durante l'anno 2005 ed è in grado di rilevare i seguenti inquinanti:

- materiale particolato di dimensione granulometrica inferiore a 10 micron (PM_{10})
- monossido di azoto (NO)
- biossido di azoto (NO_2)
- ossidi azoto totali (NO_x)

oltre ai parametri meteorologici seguenti:

- direzione e velocità del vento (DV, VV)
- temperatura (T)
- pressione (P)
- radiazione totale e netta (RT, RN)
- pioggia

Ai fini della valutazione della qualità dell'aria su base annua per ogni inquinante, l'insieme dei dati raccolti viene considerato conforme al DM 60/02¹ (allegato X) quando il rendimento strumentale è almeno pari al 90%; il rendimento è calcolato come percentuale di dati generati e validati rispetto al totale teorico (al netto delle ore dedicate alla calibrazione automatica degli analizzatori, nei casi in cui è richiesta). Questa prescrizione, tuttavia, anche se rispettata non garantisce l'omogeneità di distribuzione dei dati rilevati nel corso dell'anno solare. Allo scopo di valutare più accuratamente questo aspetto e di utilizzare anche le serie temporali la cui raccolta è inferiore al 90%, ARPAT si è dotata di un procedimento statistico che consente di stimare gli indicatori fissati dalla norma in termini di media annuale e di numero di superamenti di determinate soglie, come meglio descritto nell'allegato 1.

In realtà la normativa europea definisce per ciascun inquinante specifici margini di tolleranza che si riducono progressivamente entro date indicate, fino al conseguimento del pieno rispetto della norma. Tali margini di tolleranza hanno un significato meramente operativo mentre quello di tutela sanitaria/ambientale è associato unicamente ai valori fissati alla scadenza. Peraltro, la progressiva riduzione dei margini di tolleranza riflette la riduzione attesa e generalizzata dei livelli di inquinamento, conseguente ai provvedimenti di vasta scala già in corso, sulla base di Direttive

¹ Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Decreto 2 aprile 2002, n. 60 (S.O.G.U. n. 77/L del 13 aprile 2002).



riguardanti, ad esempio, il miglioramento della qualità dei combustibili e dei carburanti, la riduzione dei limiti di omologazione per veicoli a motore e il contenimento delle emissioni industriali.

Nella presente relazione, in prima istanza, il confronto tra le concentrazioni rilevate e i limiti di legge viene effettuato relativamente a quelli "finali", prescindendo dai margini di tolleranza. Ciò consente di individuare con maggiore immediatezza le sostanze per le quali, anche in prospettiva, si rende necessaria l'adozione di adeguate politiche di risanamento, ma anche quelle per le quali risultano (in tutto o in parte) rispettati i limiti che sono entrati pienamente in vigore solo nel 2005 o entreranno in vigore nel 2010.

In fase di discussione viene effettuato il confronto anche con i limiti relativi all'anno 2010 maggiorati dei margini di tolleranza previsti per il 2007, scelta che consente di meglio evidenziare le priorità nelle azioni di risanamento a carico delle Amministrazioni locali, da adottare come integrazione ai provvedimenti di vasta scala ove questi non si rivelassero sufficienti a conseguire i risultati attesi.

Relativamente all'inquinante PM₁₀, le indicazioni che si desumono dal DM 60/02 mostrano qualche elemento di incertezza e di indeterminazione già presente nella Direttiva 1999/30/CE. Infatti, nel decreto sono state previste due "fasi" a ciascuna delle quali sono stati associati specifici valori di riferimento. Mentre per la prima fase tali valori sono ben esplicitati e entrano pienamente in vigore dal 1.1.2005 (media annuale 40 µg/m³, n. 35 giorni con concentrazione maggiore di 50 µg/m³), nell'applicazione all'anno 2007 dei valori di riferimento relativi alla seconda fase², definiti "indicativi", si dovrebbero assumere i seguenti: media annuale 26 µg/m³ (da diminuire di 2 µg/m³ all'anno per arrivare a 20 µg/m³ dal 1.1.2010) e n. 7 giorni con concentrazione maggiore di un valore pari a 50 µg/m³ più un margine di tolleranza da stabilirsi "in base ai dati, deve essere equivalente al valore limite della fase 1" (DM 60/02, allegato III). Il margine di tolleranza non è stato stabilito.

Queste incertezze sono superate in seguito alla pubblicazione della Posizione Comune³ definita dal Consiglio dell'Unione Europea in vista della prossima approvazione di una nuova Direttiva CE sul riordino in materia di qualità dell'aria ambiente. Tale posizione conferma infatti i valori di riferimento già prescritti per la prima fase relativamente al PM₁₀ e cassa quelli prefigurati per la seconda fase. Contestualmente, viene introdotto un valore limite per la media annuale di PM_{2,5}.

Dato che la Direttiva CE di prossima approvazione entrerà in vigore prima del 2010, superando di fatto la fase 2 per il PM₁₀, gli indicatori relativi a tale fase non verranno trattati in questa sede. Verrà invece preso in considerazione, l'indicatore relativo al PM_{2,5} indicato nella Posizione Comune.

Nella tabella 1 si riassumono i valori degli indicatori dello stato della qualità dell'aria, calcolati per l'anno 2007.

² "che vanno riveduti alla luce delle ulteriori informazioni relative agli effetti sulla salute e sull'ambiente, alla fattibilità tecnica e all'esperienza acquisita nell'applicazione dei valori limite della fase 1 negli stati membri" (DM 60/02, allegato III, nota 1)

³ Posizione Comune (CE) N. 13/2007 definita dal Consiglio il 25 giugno 2007 in vista dell'adozione della direttiva 2007/.../CE del Parlamento europeo e del Consiglio, relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", pubblicata sulla GU dell'Unione Europea del 6.11.2007.



Per ciascun indicatore si riporta anche il valore fissato come standard di riferimento dalla normativa nazionale e comunitaria (DM 60/02 e Posizione Comune CE).

Durante l'anno 2007, nella stazione di Passo dei pecorai, la misura di PM₁₀ è stata alternata con quella di PM_{2.5} (15 gg/mese). In questi casi, gli indicatori previsti dalla normativa sono calcolati sulla base dei dati disponibili e confermati mediante le tecniche meglio descritte nell'allegato 1.

Tab. 1: Quadro riassuntivo

Stazione di Greve – Passo dei Pecorai (Tipo zona: rurale / Tipo stazione: Fondo)			
inquinante	Indicatore	Valori	Standard di riferimento (DM 60/02 e Posizione comune CE n. 13/2007)
PM ₁₀ (3)	n. valori giornalieri acquisiti	186 (51%)	
	Media (µg/m ³)	28	40 µg/m³ (1) (in vigore dal 1.01.2005)
	n. valori >50 µg/m ³	10	35 (1) (in vigore dal 1.01.2005)
PM _{2.5} (3)	n. valori giornalieri acquisiti	167 (46%)	
	Media (µg/m ³)	16	25 µg/m³ (1) (in vigore dal 1.01.2015)
NO ₂	n. valori orari acquisiti	8312 (95%)	
	Media (µg/m ³)	20	40 µg/m³ (1) (in vigore dal 1.01.2010) 46 µg/m ³ nel 2007
	n. valori >230 µg/m ³	0	18 nel 2007 (1)
	n. valori >200 µg/m ³	0	18 dal 2010 (1)
NO _x (come NO ₂)	n. valori orari acquisiti	8312 (95%)	
	Media (µg/m ³)	26	30 dal 2001 (2)

(1) Per la protezione della salute

(2) Per la protezione della vegetazione

(3) Misure effettuate in via sperimentale in alternanza (PM₁₀ / PM_{2.5}). Gli indicatori sono stimati mediante metodi statistici (bootstrap) , vedi allegato 1.

Si osservi che gli indicatori di stato relativi agli inquinanti PM₁₀ e PM_{2.5} e all'inquinante NO₂ rientrano nei limiti fissati dalla normativa riguardo alla protezione della salute.

Anche l'indicatore fissato per la protezione della vegetazione risulta rispettato.

Ciò conferma che la situazione ambientale è assimilabile a quella attesa per una zona rurale non influenzata dalla vicinanza di contesti fortemente antropizzati.



Alla redazione della presente relazione hanno contribuito:

- *Dott Daniele Grechi*
- *Dott Franco Giovannini*
- *Dott. Ing. Andrea Lupi*

L'attività di monitoraggio e analitica è svolta dai tecnici:

- *Vincenzo D'Aleo*
- *Paolo Miola*
- *Giampaolo Poggiali*

Il Responsabile della Articolazione
Funzionale Modellistica Previsionale
(*Dott. Antongiulio Barbaro*)

Il Responsabile U.O. Prevenzione e controlli
ambientali integrati
(*Dott. Alessandro Franchi*)

Allegati:

ALLEGATO 1 – Modalità di stima degli indicatori

ALLEGATO 2 – Andamento meteorologico dell'anno 2007



RAPPORTO ANNUALE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA
(DATI DELL'ANNO 2007)**ALLEGATO 1****MODALITÀ DI STIMA DEGLI INDICATORI.****1. Generalità e indicazioni derivanti dalla normativa.**

La copertura annua effettiva dei dati rilevati nelle singole stazioni della rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria è, di norma, sempre inferiore al massimo teorico (8760 ore - 365 giorni). Le cause di ciò sono da attribuire oltre che a guasti strumentali o interruzioni di alimentazione elettrica o di trasmissione telefonica, anche nella necessità di eseguire tarature e messe a punto periodiche, alla manutenzione ordinaria o anche alla adozione di strategie di monitoraggio, come nel caso di alcune stazioni della rete fiorentina dove vengono misurati il PM10 e il PM2.5 a periodi alterni di 15 giorni¹.

Avendo a che fare con efficienze di campionamento inferiori al 100%, si è ritenuto opportuno individuare dei criteri che consentano, in base alla distribuzione e alla copertura annua dei dati a disposizione, di verificare e - se del caso - migliorare l'attendibilità dei valori calcolati per gli indicatori previsti dalla legge.

Ai fini della valutazione dell'efficienza su base annua degli analizzatori utilizzati nella rete di monitoraggio, l'allegato X del DM 60/2002 e l'allegato I della posizione comune CE 13/2007 di recente approvazione definiscono degli obiettivi di raccolta minima dei dati per gli inquinanti NOx, NO2, CO, SO2, PM10, C6H6, Pb.

La normativa richiede che il rendimento strumentale per ciascun inquinante monitorato sia almeno pari al 90%. Il rendimento è calcolato come percentuale di dati generati e validati rispetto al totale teorico (al netto delle ore dedicate alla manutenzione e alla taratura e messa a punto periodica degli analizzatori).

Per le serie di valori in cui l'insieme dei dati validi non raggiunge la quota fissata, il DM 60/02 distingue due casistiche. Nella prima ricadono le serie di dati validi costituite da almeno il 15% di valori in ciascun trimestre. Sia la Posizione Comune CE che il DM 60 dispongono di ritenere accettabili a titolo indicativo le elaborazioni statistiche condotte con tale quantità e distribuzione di valori.

La seconda casistica riguarda le serie di valori in cui la disponibilità di dati in un trimestre risulta inferiore al 15% (ovvero a 14 giorni). In tali situazioni, non si ritiene soddisfatto il criterio di sufficiente rappresentatività del campionamento e conseguentemente non si possono elaborare gli indicatori su base annuale.

¹ La misura di PM2,5 viene fatta con lo stesso strumento che misura il PM10 mediante l'inserimento di un apposito impattore sulla linea di campionamento.



Nel caso dell'inquinante ozono, il Dlgs 183/2004 e la citata Posizione Comune, forniscono criteri specifici per l'elaborazione e validazione degli indicatori.

Data la genericità delle indicazioni riportate nelle normative che individuano il requisito di completezza delle serie temporali principalmente dal punto di vista quantitativo e debolmente da quello della omogeneità di distribuzione, sono state definite in ARPAT delle linee guida² da utilizzare per uniformare la elaborazione e la presentazione dei dati per i vari inquinanti e relativi indicatori, nell'ambito delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria della Toscana.

In particolare, sono fissati dei criteri statistici³ per valutare l'uniformità della distribuzione dei valori orari o giornalieri nell'arco dell'anno. Questa verifica è stata effettuata su tutte le serie temporali, comprese quelle che raggiungono il 90% di rendimento annuo richiesto dal DM/60, dato che quest'ultimo criterio non è comunque sufficiente a garantire una buona distribuzione e quindi idoneo ad evitare eventuali errori nel calcolo della media annuale, considerata l'alta componente di stagionalità dei valori di concentrazione degli inquinanti.

Al fine della determinazione della media annuale, nei casi in cui, secondo i criteri applicati, si è ritenuta insufficiente la semplice mediazione aritmetica dei dati, il valore viene stimato mediante un procedimento statistico basato sulla tecnica cosiddetta di "bootstrap"⁴.

Come condizione minima per l'applicazione di tale metodo, è comunque richiesta la disponibilità di almeno il 15% di dati validi in ogni singola stagione⁵ (ovvero 14 giorni), in modo che siano rappresentate le diverse condizioni sinottiche stagionali. Se questa condizione minimale non è rispettata, non si effettuano stime mediante le tecniche descritte e non viene fornito il valore della media annuale o di altri indicatori relativi alla stessa base temporale.

Riguardo all'indicatore espresso in termini di numero di superamenti annuali di una determinata soglia, alcune indicazioni su come operare vengono fornite sia dalla Posizione Comune CE sia dal Dlgs 183/04 riguardante l'ozono (in particolare per il calcolo dell'AOT40).

In tale caso viene previsto di effettuare una normalizzazione moltiplicando il numero di superamenti registrati per un fattore pari al numero teorico di dati acquisibili diviso per il numero di dati validi disponibili.

Per quanto riguarda la stima del numero di superamenti annui del valore soglia di PM₁₀ (non più di 35 superamenti di 50 µg/m³) l'indicazione della Posizione Comune CE (Allegato I) è di valutare il 90,4 percentile (che deve essere inferiore o uguale al valore soglia) piuttosto che il numero di superamenti che è fortemente influenzato dalla copertura dei dati.

² "Criteri per la Validazione ed elaborazione degli indicatori relativi agli inquinanti in aria ambiente" – Rapporto della Commissione Tutela della Qualità dell'aria di ARPAT.

³ Si parametrizza la distribuzione del numero di dati validi in 30 giorni consecutivi sulla base di percentili cardine (0, 30, 50, 70) e della distanza fra di essi), scartando le serie in cui risulta eccessiva la dimensione dei missing.

⁴ Viene calcolata la media e la deviazione standard della distribuzione dei valori di N° 5000 medie annuali ottenute attraverso la combinazione casuale delle medie di N valori per ciascun trimestre con valore max. di N pari a 35 (con tale numero di dati si ha la stabilità della media stimata). Le distribuzioni dei valori delle medie annue così ottenute appaiono sostanzialmente normali per cui l'intervallo di confidenza al 95% può essere calcolato considerando un fattore di copertura 2 per la deviazione standard.

⁵ La stagione primaverile viene rappresentata dai mesi marzo/aprile/maggio, quella estiva dai mesi giugno/luglio/agosto, quella autunnale dai mesi settembre/ottobre/novembre e quella invernale dai mesi gennaio/febbraio/dicembre.



Nella tabella 1 sono riportati i rendimenti percentuali relativi all'anno 2007 (al netto delle tarature e della manutenzione) di tutti gli strumenti presenti nella rete provinciale fiorentina di monitoraggio della qualità dell'aria.

Tabella 1 = Rendimento % degli analizzatori delle postazioni fisse secondo DM 60/02 (anno 2006).

Stazione	CO	NO _x	O ₃	SO ₂	PM10	PM2.5
Firenze-Boboli	99	98	99	99	100	N.P.
Firenze-V.le U. Bassi	100	100	N.P.	100	100	N.P.
Firenze-V. di Novoli	100	93	100	N.P.	N.P.	N.P.
Firenze-V.le Gramsci	100	94	N.P.	N.P.	100	N.P.
Firenze-V. Ponte alle Mosse	100	97	N.P.	100	100	N.P.
Firenze-V. Desiderio da Settignano	N.P.	100	97	N.P.	N.P.	N.P.
Scandicci-V. Buoizzi	100	100	98	100	100	N.P.
Calenzano-V. Giovanni XXIII	N.P.	99	98	N.P.	N.P.	N.P.
Calenzano-V. Boccaccio	N.P.	N.P.	95	N.P.	48	44
Signa-V. Roma	N.P.	98	N.P.	N.P.	47	48
Campi Bisenzio-V. Orly	N.P.	98	N.P.	N.P.	50	50
Sesto-V. Gramsci	100	100	N.P.	88	100	N.P.
Greve – Passo dei Pecorai	n.p.	100	n.p.	n.p.	53	47
Montelupo- Asia	N.P.	98	100	N.P.	100	n.p.
Empoli - Ridolfi	96	100	N.P.	96	100	n.p.

n.p. = analizzatore non presente nella stazione

Nei paragrafi successivi vengono illustrate in dettaglio le procedure adottate relativamente ai casi afferenti le serie temporali registrate nell'anno 2007.

2. Materiale particolare (PM10 e PM2.5).

2. 1. Stima della media annuale.

Le stazioni per cui si è reso necessario applicare il metodo del bootstrap al calcolo della media annua di PM10 sono state: Calenzano – V. Boccaccio, Signa – V. Roma, Campi – V. Orly, Greve – Passo dei Pecorai..

In queste stazioni, in ottemperanza alle indicazioni della normativa (DM 60/02 e Posizione Comune CE n. 13/2007), si è attivato il monitoraggio della frazione di polveri con granulometria inferiore a 2.5 micron (PM2.5), in alternanza con quella di PM10. Per tali stazioni, la copertura annua delle misure di questi inquinanti si aggira attorno al 50%, come mostrato in tabella 1, tuttavia la distribuzione dei dati è comunque sufficientemente omogenea da consentire l'applicazione del metodo del bootstrap per la stima della media annua.

Sulle serie temporali rilevate nelle medesime stazioni, si è anche effettuata la stima della media annuale di PM10 attraverso una diversa modalità ovvero completando la serie dei valori giornalieri di PM10 con quelli ottenuti attraverso la correlazione con i valori di PM2.5 misurati⁶.

⁶ La correlazione fra i due inquinanti utilizzata è $PM10 = 18.6110e^{0.0242 \cdot PM2.5}$ che è stata ricavata dai valori delle medie mensili di PM2.5 e PM10 misurate nelle varie stazioni.

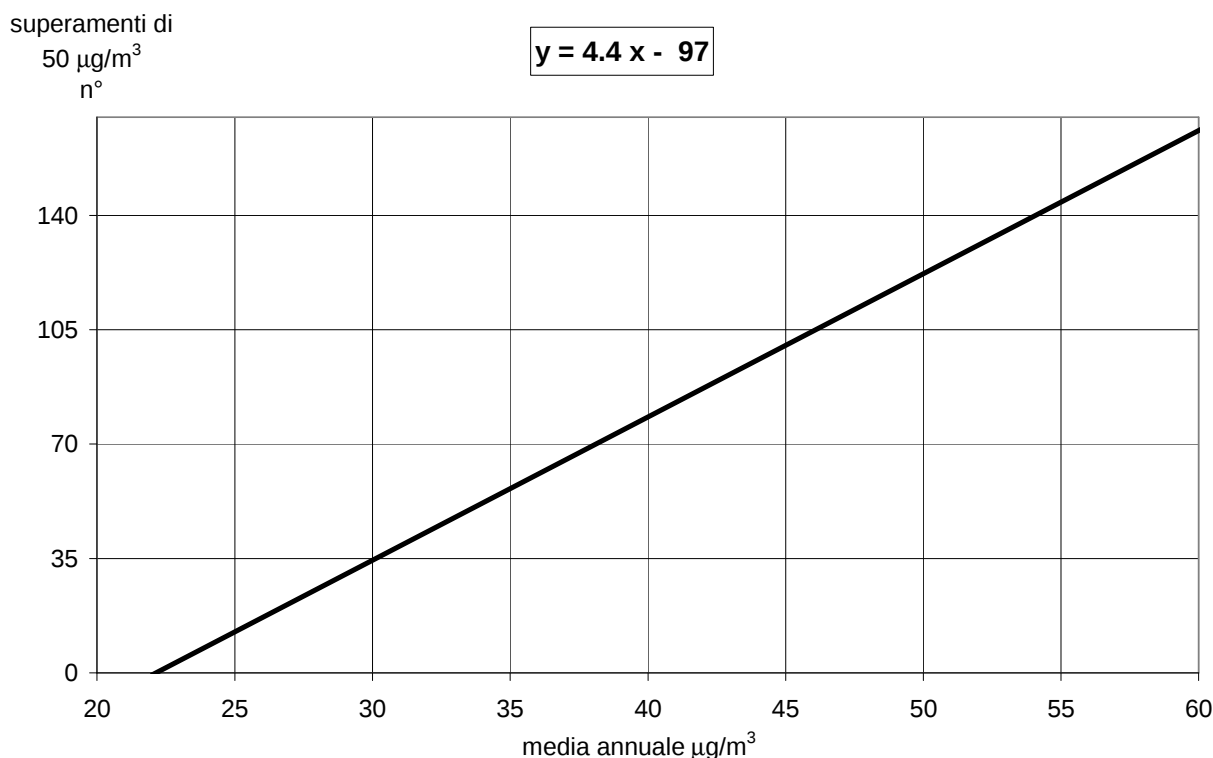


2.2. Stima del numero di superamenti.

Per stimare il numero di superamenti del valore medio di 24 ore di PM_{10} nei 365 giorni dell'anno sulla base dei superamenti effettivamente registrati e del numero di dati giornalieri validi, è stata applicata per tutte le stazioni della rete l'equazione prevista dal Dlgs 183/04⁷.

I risultati della stima di cui sopra, sono stati verificati anche attraverso una modalità alternativa che si basa sulla disponibilità di un valore attendibile della media annuale e sull'uso della accertata correlazione con il numero di superamenti annuali del valore $50 \mu g/m^3$ come riportata in fig. 1⁸.

Fig: 1 = PM_{10} , correlazione fra media annuale e numero di superamenti (APAT, 2006).



Dove i valori giornalieri mancanti di PM_{10} possono essere stimati a partire dal valore di $PM_{2.5}$, la quantificazione dei superamenti su base annuale può essere effettuata anche attraverso un terza modalità che consiste nel loro conteggio sulla serie integrata (con successiva normalizzazione a 365 gg).

Un'alternativa alla stima del numero di superamenti annui in caso di misurazioni discontinue, è il calcolo del 90.4 percentile, che deve essere inferiore o uguale a $50 \mu g/m^3$, come previsto nell'allegato 1 della Posizione Comune CE.

⁷ $N_S = N_R \times 365 / n$

dove: N_S = n° superamenti stimato su base annuale
 N_R = n° superamenti rilevato
 n = n° dati giornalieri disponibili

⁸ Ministero Ambiente, CNEIA, RAPPORTO FINALE GdL 1 coordinato da APAT (2006).



2.3. Risultati.

In tabella 2 si riportano i valori della media annuale di PM10 e la relativa deviazione standard nonché dei superamenti, stimati mediante i procedimenti di cui sopra e relativi alle stazioni in cui si è effettuata la misura anche di PM2.5.

Tabella 2 = Indicatori calcolati e stimati per PM10 (per stazioni ove si misura anche PM2.5).

	Calenzano Boccaccio	Signa V. Roma	Campi V. Orly	Greve Passo Pecorai
dati validi (n°)	167	161	177	186
Media annuale calcolata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	33	51	35	28
Media annuale stimata mediante bootstrap (dev. st.) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	33 (± 2)	51 (± 2)	35 (± 2)	28 (± 1)
Media annuale stimata mediante correlazione con PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36	47	37	28
Valori giornalieri $>50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ effettivi (n°)	24	59	30	5
Valori giornalieri $>50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stimati mediante normalizzazione a 365 (n°)	52	134	62	10
Valori giornalieri $>50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stimati mediante correlazione con media (n°)	48	127	57	26
Valori giornalieri $>50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stimati mediante correlazione con PM2.5 (n°)	51	95	50	5
90.4 percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	59	83	60	41

Si osservi che i valori stimati con i diversi procedimenti, pur diversi tra loro, sono tutti o al di sopra o al di sotto dei limiti di legge in ciascuna singola stazione.

In tabella 3 si riporta il valore della media annuale di PM_{2.5} per le stazioni in cui è misurato, calcolato con i dati giornalieri disponibili e stimato (con relativa deviazione standard) mediante il procedimento statistico di bootstrap.

Tabella 3 = Indicatori calcolati e stimati per PM2.5.

	Calenzano Boccaccio	Signa V. Roma	Campi V. Orly	Greve Passo Pecorai
dati validi n°	153	166	175	167
Media annuale calcolata $\mu\text{g}/\text{m}^3$	23	26	24	16
Media annuale (dev. st) stimata $\mu\text{g}/\text{m}^3$	23(± 1)	26(± 2)	24(± 1)	16(± 1)

Si osservi che i valori stimati collimano perfettamente con quelli calcolati.

