

Valutazione della qualità dell'aria - 2016

MATRICE DELLE REVISIONI

Rev.	OGGETTO
1	<ul style="list-style-type: none">• Aggiornamento dei valori di B(a)P e dei metalli. Tabella 5.2, Tabella 5.3 e Tabella 5.4.• Incremento del numero di cifre decimali per i valori del Benzene. Tabella 7.2.

COPIA CONTROLLATA N° : _____/_____

CONSEGNATA A : diffusione libera

INDICE

1.	Premessa	3
2.	Zonizzazione del territorio laziale	6
3.	Analisi meteorologica e micrometeorologica.....	8
3.1	Configurazione della rete micrometeorologica.....	9
3.1.1	Intensità e direzione del vento	10
3.1.2	Parametri di dispersione dell'atmosfera, u^* e H_0	13
4.	Configurazione della rete di monitoraggio regionale di qualità dell'aria nel 2016	17
5.	Standard di qualità dell'aria nel 2016.....	22
5.1	Analisi chimiche su filtro di PM_{10}	24
5.1.1	IPA	24
5.1.2	Metalli	25
5.2	Rilevazioni in continuo	26
5.2.1	Agglomerato di Roma	26
5.2.2	Zona Valle del Sacco	29
5.2.3	Zona Appenninica	31
5.2.4	Zona Litoranea	33
5.2.5	Comprensorio di Civitavecchia (rete ex-Enel)	35
6.	Sistema modellistico per la valutazione della qualità dell'aria.....	37
6.1	La catena modellistica	38
6.2	Domini di calcolo.....	39
6.3	Trattamento delle emissioni	40
6.4	Downscaling e pre-processing meteorologico	40
6.5	Modello fotochimico per la dispersione degli inquinanti in atmosfera	41
6.6	Integrazione delle misure nel sistema modellistico per la valutazione della qualità dell'aria	41
7.	Valutazione della qualità dell'aria del 2016	44
7.1	Distribuzione spaziale della concentrazione di PM_{10}	45
7.2	Distribuzione spaziale della concentrazione di $PM_{2.5}$	46
7.3	Distribuzione spaziale della concentrazione di NO_2	47
7.4	Distribuzione spaziale della concentrazione di O_3	48
7.5	Distribuzione spaziale della concentrazione di Benzene	49
7.6	Caratterizzazione comunale dello stato della qualità dell'aria	50
7.6.1	Agglomerato di Roma	51
7.6.2	Zona Valle del Sacco	52
7.6.3	Zona Appenninica	55
7.6.4	Zona Litoranea	61
	Conclusioni	64

1. Premessa

La Direttiva Europea 2008/50/CE raccoglie ed aggiorna l'insieme delle Direttive Europee (Dir. 1996/62/CE, Dir. 1999/30/CE, Dir. 2000/69/CE, Dir. 2002/3/CE, Dir. 2004/107/CE) che, fino al 2008, costituivano il quadro legislativo di riferimento in materia di inquinamento atmosferico. I contenuti e la filosofia della Direttiva 2008/50/CE sono confluiti, a livello nazionale, nel D. Lgs. 155/2010 che ha permesso di superare la frammentazione normativa esistente in Italia abrogando una serie di decreti (D. Lgs. 251/1999, D.M. 60/2002, D. Lgs. 183/2004, D. Lgs. 152/2007, D.M. 203/2002) che fino al 2010 rappresentavano il punto di riferimento per il controllo della qualità dell'aria sul territorio nazionale. Ad oggi, la Direttiva 2008/50 e il D.Lgs.155/2010 disciplinano il controllo, la gestione e la valutazione della qualità dell'aria a livello comunitario, regionale e nazionale.

Con la nuova direttiva 2008/50/CE e, di riflesso, con la sua attuazione sul territorio nazionale tramite il D. Lgs. 155/2010, il punto di riferimento logico cambia profondamente. In primo luogo la qualità dell'aria, cioè l'insieme delle concentrazioni al suolo di una serie di sostanze inquinanti di nota tossicità (SO₂, NO₂, NO_x, CO, Benzene, PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, Pb, Metalli, IPA) non è più vista con *un'ottica puntuale*, ma con *un'ottica spaziale*: il riferimento è il territorio e, di fatto, ciò che si deve conoscere è la distribuzione nello spazio e nel tempo della concentrazione di tali inquinanti. Dato che, allo stato attuale della tecnologia, non esiste un apparato in grado di realizzare misure spaziali di questo tipo, la normativa prescrive che tali campi vengano valutati, cioè si deve pervenire alla loro stima nel modo più realistico possibile.

Nella norma vengono, quindi, indicati gli strumenti necessari per il controllo e la gestione della qualità dell'aria che sono:

- ✓ la Rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria: costituita dalle stazioni di monitoraggio dislocate sul territorio per la misura della concentrazione delle sostanze inquinanti. Tale apparato è utilizzato sia per le misure in continuo della concentrazione di NO_x, SO₂, CO, PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, sia per la determinazione della concentrazione di IPA e metalli su filtri per il particolato, per loro natura non automatizzabili poiché richiedono una successiva analisi chimica in laboratorio;
- ✓ le Misure indicative: misure effettuate tramite laboratori mobili dotati degli stessi analizzatori installati presso le stazioni della rete fissa di monitoraggio. Tali misure vengono effettuate per esplorare porzioni di territorio più o meno distanti dai punti fissi di misura con lo scopo di aumentare e migliorare la conoscenza dello stato della qualità dell'aria sul territorio regionale. La differenza sostanziale tra le misure della rete di monitoraggio fissa e le misure indicative è la continuità temporale. Nel primo caso la copertura temporale è continua e ininterrotta (ad eccezione di problemi strumentali), nel secondo caso è inevitabilmente legata alla durata della campagna di misura che, nell'arco di 1 anno civile, deve coprire almeno il 14% di un anno civile;
- ✓ i Metodi di stima oggettiva: derivanti dall'applicazione di metodi statistici di stima oggettiva con l'obiettivo di stimare (laddove non è presente una misura) la concentrazione degli inquinanti. Tali metodi costituiscono il primo strumento di spazializzazione previsto dalla norma e devono comunque utilizzare le misure puntuali, sia fisse che indicative, come riferimento;
- ✓ le Simulazioni modellistiche: il quarto, e più importante, strumento previsto per la valutazione della qualità dell'aria è costituito dai modelli numerici di trasporto e dispersione degli inquinanti in aria che, negli ultimi anni, hanno raggiunto la maturità necessaria per poter essere impiegati nel monitoraggio della qualità dell'aria. Ogni modello di questo tipo, a differenza di un metodo statistico di stima oggettiva, a rigore richiede la conoscenza preventiva delle principali variabili meteorologiche (il campo di vento che trasporta gli inquinanti ed il livello di turbolenza dell'atmosfera che li disperde) e del

tasso di emissione dei singoli inquinanti dalle sorgenti presenti al suolo e produce come risultato il campo di concentrazione di tali sostanze congruente con le informazioni note. Come si nota, a rigore i modelli numerici di dispersione degli inquinanti non richiedono la conoscenza della concentrazione dei vari inquinanti rilevata strumentalmente sul territorio, informazione disponibile dalla rete fissa e dalle misure indicative. Parrebbe, quindi, che l'impiego dei modelli sia inevitabilmente un modo alternativo alle misure per giungere alla valutazione della qualità dell'aria e questa era la principale debolezza dello strumento modellistico e, per converso, la loro forza quando venivano usati per stimare scenari di risanamento o valutazioni di impatto ambientale. Quando i modelli devono essere impiegati nel monitoraggio della qualità dell'aria, è inevitabile che ci debba essere un'interazione biunivoca con le misure, attraverso un meccanismo (inserito nella struttura originaria dei modelli) noto come assimilazione. Il punto di partenza logico è la constatazione incontrovertibile che le informazioni in input al modello (soprattutto quelle relative alle emissioni delle sostanze inquinanti dalle varie sorgenti distribuite sul territorio) siano caratterizzate da un errore intrinseco (come del resto è incontrovertibile il fatto che anche le misure siano affette da un errore, spesso non trascurabile). L'assimilazione, in breve, è un processo intrinseco al modello, che consente allo stesso di *correggere* al meglio gli errori del proprio input, e quindi dei campi spaziali e temporali che esso produce, sulla base delle misure rilevate dal sistema di monitoraggio. In questo modo si unisce all'enorme capacità interpretativa del modello (che per il tipo di inquinanti cui si è interessati non può essere che un modello Euleriano fotochimico) un'elevata realistica quantitativa garantita dalle misure disponibili. La direttiva 2008/50/CE indica chiaramente come l'uso dei modelli sia lo strumento principe per giungere ad una valutazione realistica dello stato di qualità dell'aria, intesa come conoscenza della distribuzione nello spazio e nel tempo degli inquinanti di interesse, valorizzando al massimo ogni tipo di misura, ciascuno col proprio grado di precisione e di affidabilità.


Tali strumenti sono, per loro natura, molto diversi e, aspetto di primaria importanza, ognuno di essi non può e non deve essere considerato come alternativo agli altri. Di fatto raggiungere una corretta integrazione di tali strumenti per la valutazione della qualità dell'aria equivale ad utilizzare appieno e valorizzare l'insieme delle informazioni che quotidianamente vengono prodotte in materia di qualità dell'aria sul territorio regionale.

Come previsto dal D. Lgs. 155/2010, la valutazione della qualità dell'aria è l'elemento propedeutico per l'attuazione delle politiche di intervento ed, eventualmente, delle azioni di risanamento che devono essere attuate dagli Enti competenti.

Secondo il Decreto, le singole Autorità Regionali sono tenute ad effettuare ogni anno la valutazione della qualità dell'aria sui territori di competenza nel rispetto dei requisiti tecnici contenuti nella norma. I risultati della valutazione vengono inviati al Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare che aggiorna la Commissione Europea con un resoconto sull'attuazione dei Piani e programmi utili a conseguire il rispetto dei parametri di riferimento normativi per i diversi inquinanti in ogni regione.

In attuazione dei nuovi criteri introdotti del D.Lgs 155/10, la Regione Lazio ha concluso la procedura di Zonizzazione del territorio regionale, approvata con D.G.R. 217/2012 e aggiornata con D.G.R. n. 536/2016, e avviato il processo di adeguamento della rete di monitoraggio della qualità dell'aria, dopo l'approvazione da parte del Ministero dell'Ambiente del relativo progetto a Gennaio 2014. In particolare, una volta individuate le Zone più critiche del territorio regionale, i risultati delle simulazioni modellistiche devono essere utilizzati per individuare le aree, all'interno di tali Zone, per cui si ha il superamento dei limiti imposti dalla norma stessa con l'obiettivo di attuare in modo più capillare sul territorio regionale le politiche di intervento e le azioni di mitigazione predisposte dagli enti competenti.

Pertanto ogni anno la Regione Lazio, con il supporto di ARPA Lazio, provvede ad effettuare la valutazione della qualità dell'aria nel Lazio utilizzando proprio il supporto della modellistica unito ai dati di monitoraggio

	RELAZIONE TECNICA	RT/DAI/17/04 <i>Rev 1 del 17.11.2017</i> <i>Pagina 5 di 65</i>
---	--------------------------	---

dell'anno precedente e in base al risultato aggiorna, ove necessario, la pianificazione delle azioni di tutela della qualità dell'aria nelle zone che superano i parametri normativi.

Qui di seguito viene presentata la valutazione annuale, eseguita secondo la classificazione in Zone del territorio regionale. Il documento presenta una sintesi della Zonizzazione e classificazione del territorio, la configurazione attuale della rete di monitoraggio regionale, un riepilogo dei monitoraggi da rete fissa del 2016, i risultati della valutazione modellistica, la disamina dei risultati ottenuti dalla valutazione per ogni inquinante per zona e per comune.

2. Zonizzazione del territorio laziale

Il 18 maggio 2012, con Deliberazione della Giunta Regionale n. 217, è stato approvato il progetto di “Zonizzazione e Classificazione del Territorio Regionale (aggiornato con D.G.R. n. 536 del 2016) ai sensi degli artt. 3, 4 e 8 del d.lgs. 155/2010”, ai fini della valutazione della qualità dell’aria ambiente in attuazione dell’art. 3 commi 1 e 2, art. 4 e dei commi 2 e 5 dell’art. 8, del D.lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. Come richiesto dalle Linee Guida del Ministero dell’Ambiente, la procedura di zonizzazione del territorio laziale è stata condotta sulla base delle caratteristiche fisiche del territorio, uso del suolo, carico emissivo e densità di popolazione. Il territorio regionale risulta così suddiviso in 3 Zone per l’Ozono e 4 Zone per tutti gli altri inquinanti, come riportato in tabella seguente.

ZONA	Codice	Comuni	Area (km ²)	Popolazione
Appenninica	IT1211	201	7204,5	586.104
Valle del Sacco	IT1212	82	2790,6	592.088
Litoranea	IT1213	70	5176,6	1.218.032
Agglomerato di Roma	IT1215	25	2066,3	3.285.644

Tabella 2.1 – Zonizzazione del territorio regionale per tutti gli inquinanti ad esclusione dell’ozono

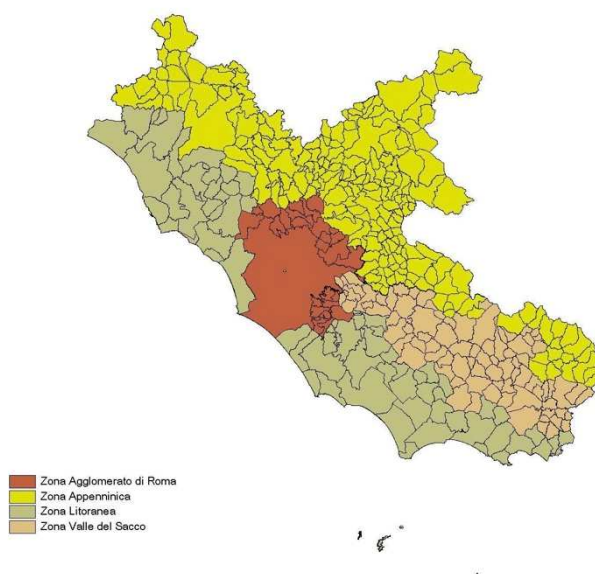


Figura 2.1 - Zone del territorio regionale del Lazio per tutti gli inquinanti ad esclusione dell’ozono.

Relativamente all'ozono, la zona IT214 è di fatto l'accorpamento delle zone Appenninica e Valle del Sacco relative alla

Tabella **2.1**.

ZONA	Codice	Comuni	Area (km ²)	Popolazione
Litoranea	IT1213	70	5176,6	1.218.032
Appennino-Valle del Sacco	IT1214	283	9995.1	1.178.192
Agglomerato di Roma	IT1215	25	2066,3	3.285.644

Tabella 2.2 - Zonizzazione del territorio regionale per l'ozono

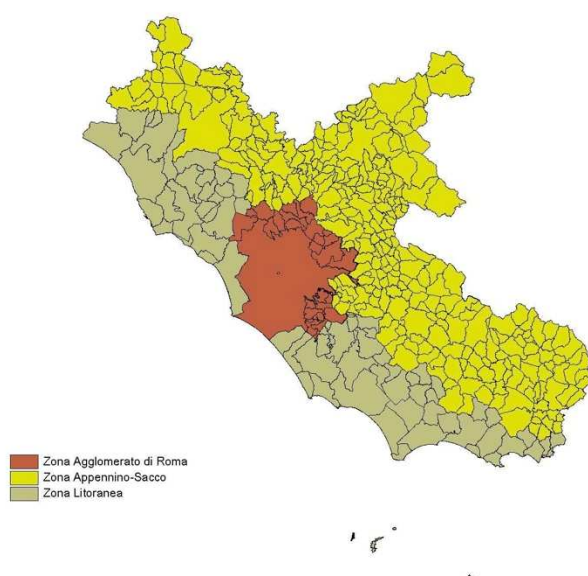


Figura 2.2 – Zone del territorio regionale del Lazio per l'ozono.

A seguito della zonizzazione del territorio, ciascuna zona o agglomerato è stato classificato allo scopo di individuare le modalità di valutazione della qualità dell'aria in conformità alle disposizioni del D.lgs. 155/2010.

In base alla classificazione effettuata ed al numero di abitanti delle zone individuate, il D.lgs.155/2010 fissa il numero minimo di stazioni da prevedere nella rete di misura per ogni inquinante.

A seguito della classificazione è poi stato redatto il progetto per la riorganizzazione della rete di monitoraggio, approvato dal Ministero dell'Ambiente nel Gennaio 2014.

3. Analisi meteorologica e micrometeorologica

Il territorio regionale del Lazio è costituito da strutture orografiche molto differenti tra loro.

Partendo dal Nord-Ovest della regione, si possono distinguere tre gruppi montuosi di modeste dimensioni: i Volsini, i Cimini ed i Sabatini. Caratteristica comune di questi gruppi montuosi è la loro origine vulcanica, testimoniata, oltre che dagli elementi geologici, dalla presenza, in ciascuno di questi, di un lago: il lago di Bolsena sui Volsini, il lago di Vico sui Cimini ed il lago di Bracciano sui Sabatini. Questi gruppi montuosi degradano dolcemente verso la pianura maremmana ad Ovest, e verso la valle del Tevere ad Est, le due pianure laziali più settentrionali. La Maremma trova qui il suo limite meridionale, nei Monti della Tolfa.

Nella parte orientale del Lazio si trovano i rilievi più alti della regione, che raggiungono con i Monti della Laga, nei 2458m del monte Gorzano, il loro punto più alto. Trattasi, questa, di una piccola porzione degli Appennini, che corre diagonalmente da Nord a Sud comprendendo i rilievi dei monti Reatini, Sabini, Simbruini ed Ernici.

Accanto a questo va considerata l'ampia area costiera che coinvolge tutta la parte ovest del territorio e, chiaramente, l'area metropolitana di Roma che ha un'estensione superiore a 1300 km².

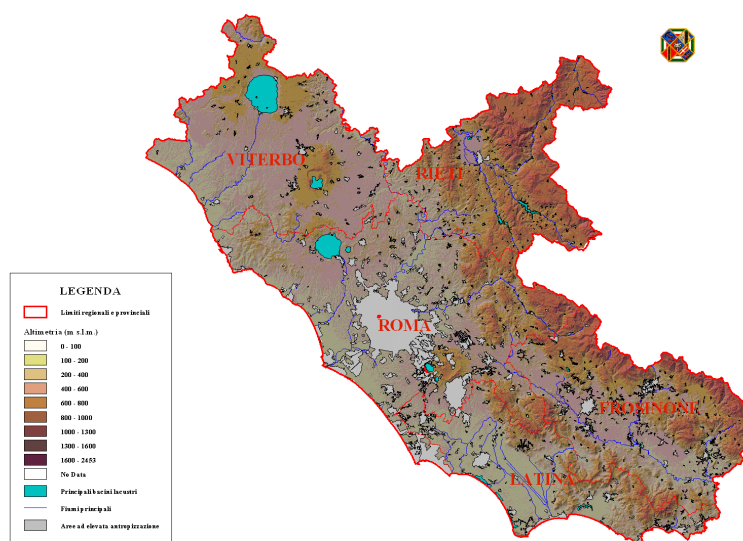


Figura 3.1 – Struttura orografica del territorio laziale.

La complessa struttura orografica influisce notevolmente sulle caratteristiche meteorologiche e micrometeorologiche del territorio che sono alla base dei processi di dispersione delle sostanze inquinanti rilasciati in atmosfera.

Di seguito viene riportata una descrizione delle principali caratteristiche meteorologiche della regione a partire dalle rilevazioni della rete micrometeorologiche di ARPA Lazio.

3.1 Configurazione della rete micrometeorologica

La rete micrometeorologica di ARPA Lazio è costituita da 8 stazioni con dotazione strumentale avanzata dislocate in maniera omogenea sul territorio compatibilmente con le sue caratteristiche peculiari.

<i>Zona</i>	<i>Sigla</i>	<i>Località</i>	<i>Latitudine</i>	<i>Longitudine</i>
IT1215 Agglomerato di Roma	AL001	Roma – CNR TorVergata	41.8417	12.6476
	AL003	Roma – Tenuta del Cavaliere	41.9290	12.6583
	AL004	Roma – Castel di Guido	41.8894	12.2664
	AL007	Roma – Boncompagni	41.9093	12.4965
IT1212 – Valle del Sacco	AL006	Frosinone	41.6471	13.2999
IT1213 – Litoranea	AL002	Latina	41.4850	12.8457
IT1211 - Appenninica	AL005	Rieti	42.4294	12.8191
	AL008	Viterbo	42.4308	12.0625

Tabella 3.1 – Dislocazione delle stazioni della rete micrometeorologica.

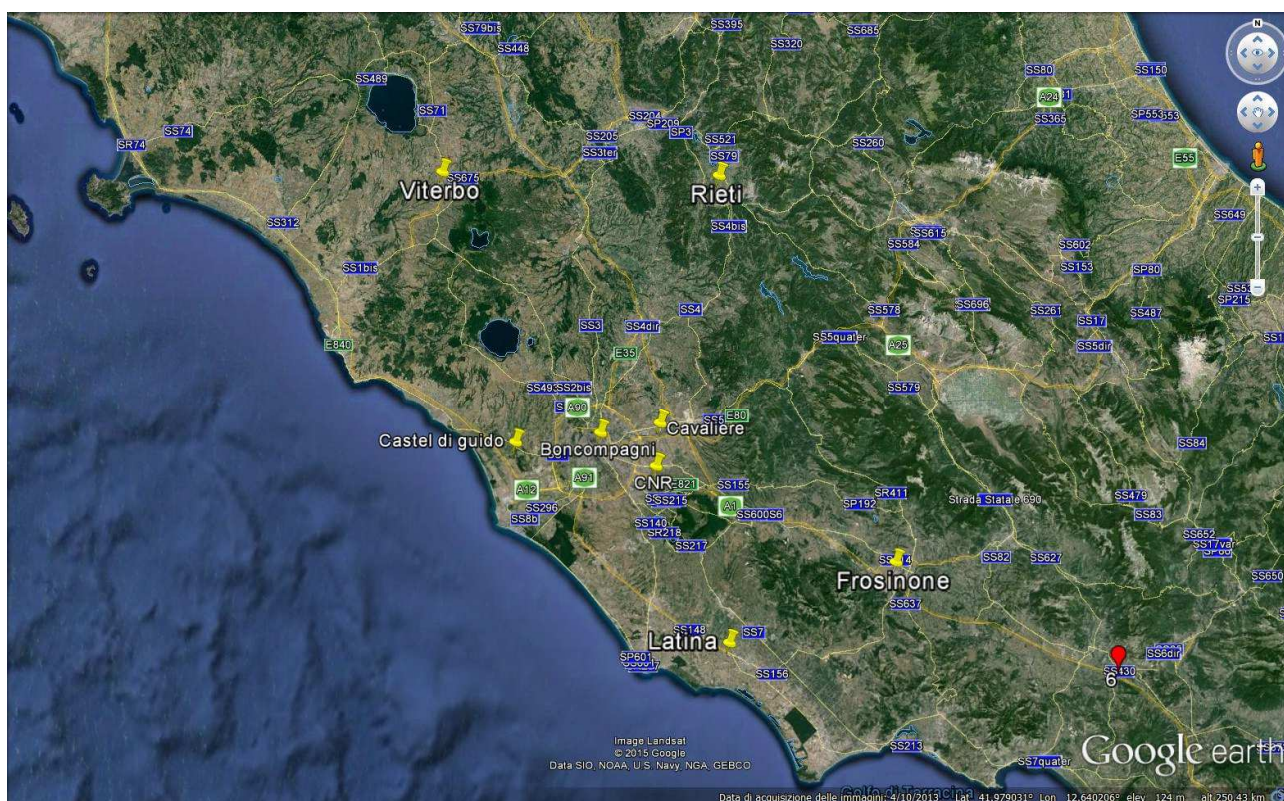


Figura 3.2 – Localizzazione delle stazioni della rete micrometeorologica di ARPA Lazio.

Per ogni stazione di misura, di seguito è riportato il comportamento dell'intensità e della direzione del vento con l'obiettivo di evidenziare le principali caratteristiche dinamiche delle masse d'aria al suolo e l'analisi della velocità di frizione (u^*) e del flusso di calore sensibile (H_0) per evidenziare le caratteristiche turbolente dello strato più basso dell'atmosfera nei siti in esame.

3.1.1 Intensità e direzione del vento

Nelle figure successive (3.3a-3.3h) è mostrato l'andamento della direzione e della velocità del vento. Nelle figure a sinistra è riportata la distribuzione oraria della direzione del vento per tutto l'anno di misura, mentre nelle figure a destra è riportata la rosa dei venti in funzione dell'intensità misurata per ogni punto di misura.

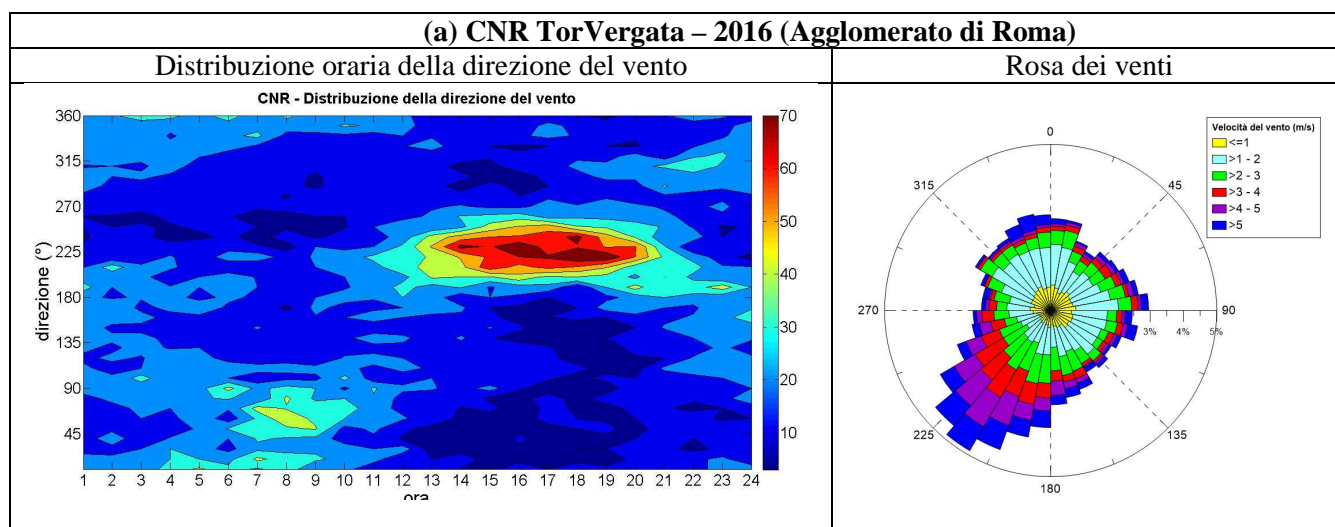


Figura 3.3a – Direzione e velocità del vento rilevate nella stazione CNR – Roma nel 2016.

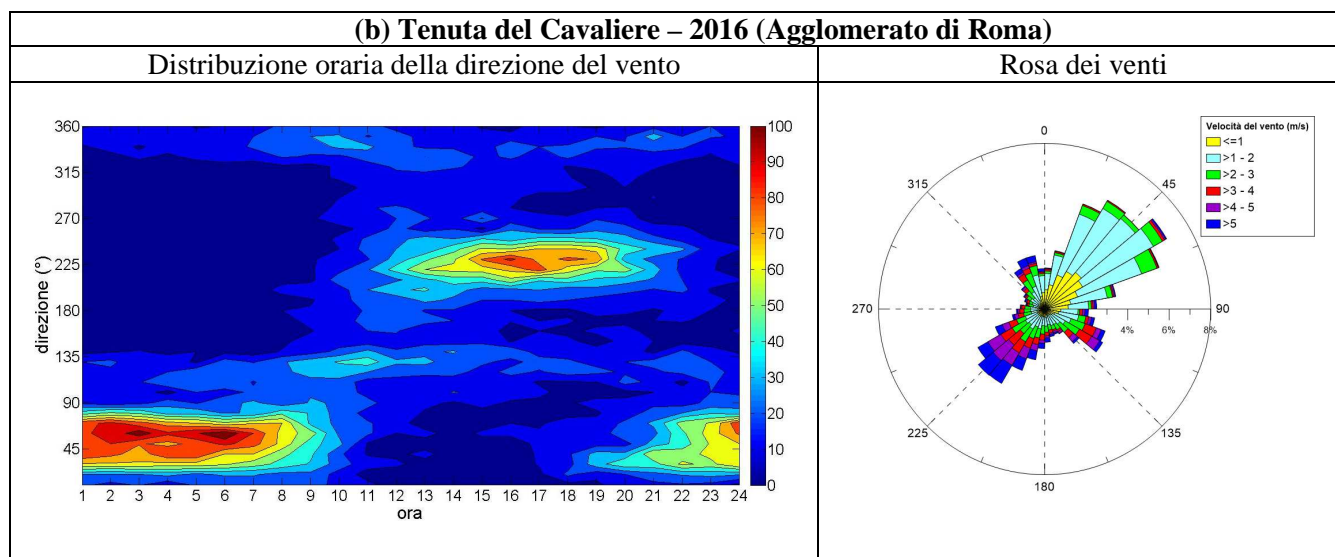
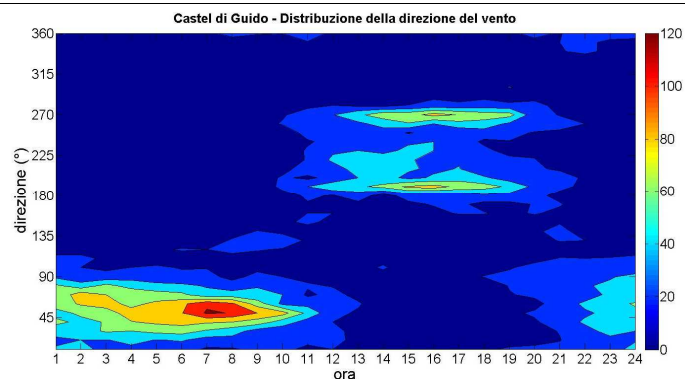


Figura 3.3b – Direzione e velocità del vento rilevate nella stazione di Tenuta del Cavaliere – Roma nel 2016.

(c) Castel di Guido – 2016 (Agglomerato di Roma)

Distribuzione oraria della direzione del vento



Rosa dei venti

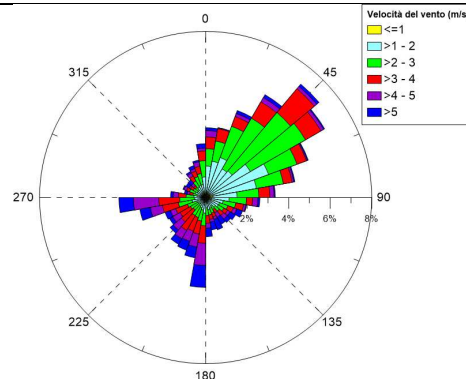
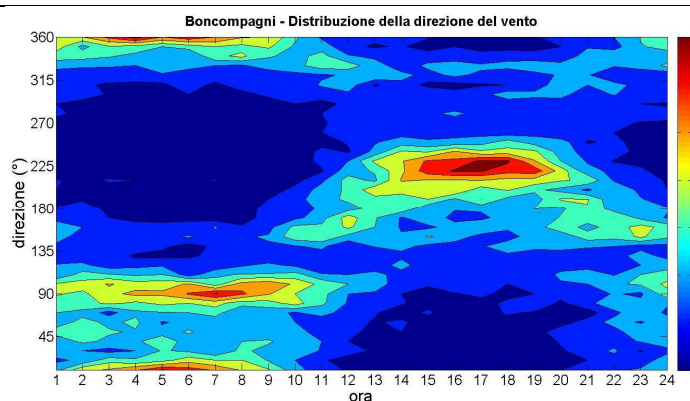


Figura 3.3c – Direzione e velocità del vento rilevate nella stazione di Castel di Guido – Roma nel 2016.

(d) Boncompagni – 2016 (Agglomerato di Roma)

Distribuzione oraria della direzione del vento



Rosa dei venti

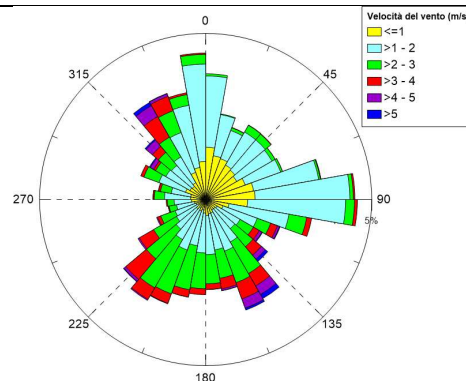
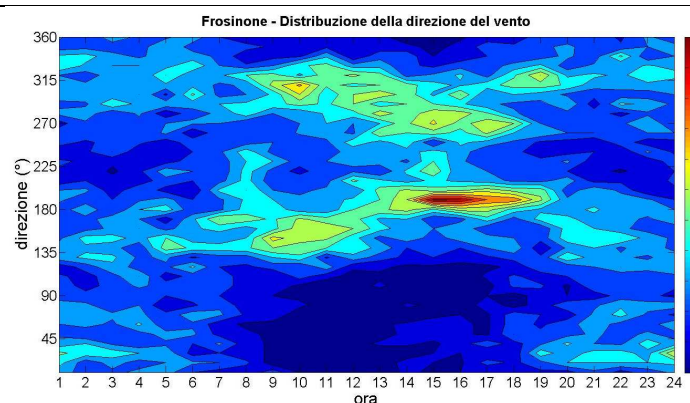


Figura 3.3d – Direzione e velocità del vento rilevate nella stazione di Boncompagni – Roma nel 2016.

(e) Frosinone – 2016 (Zona Valle del Sacco)

Distribuzione oraria della direzione del vento



Rosa dei venti

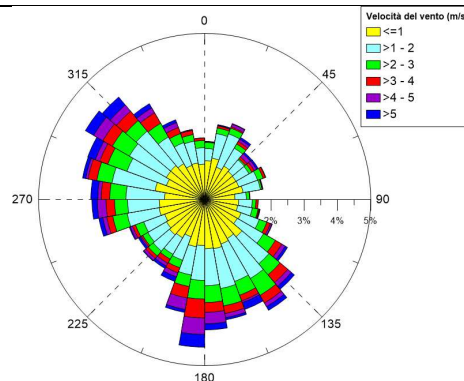
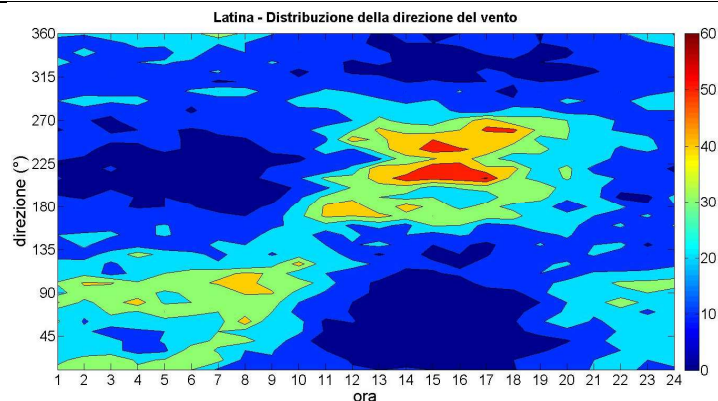


Figura 3.3e – Direzione e velocità del vento rilevate nella stazione di Frosinone nel 2016.

(f) Latina – 2016 (Zona Litoranea)

Distribuzione oraria della direzione del vento



Rosa dei venti

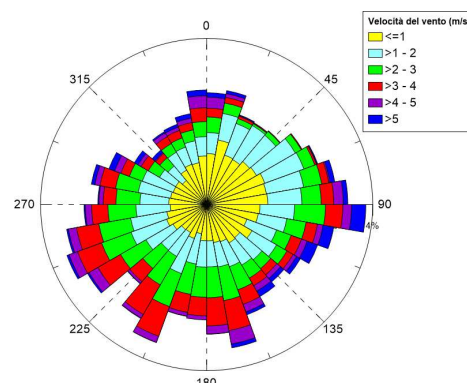
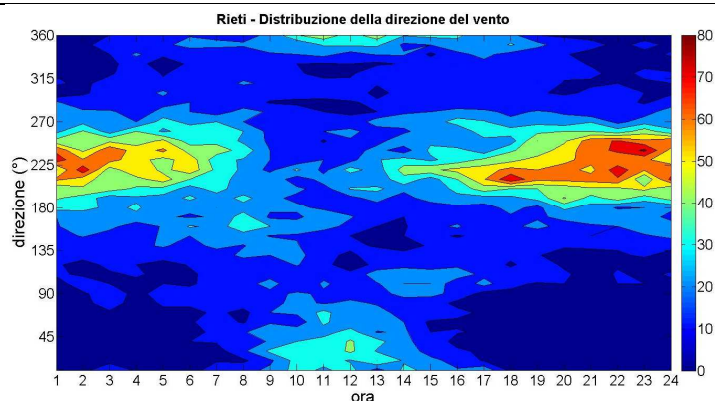


Figura 3.3f – Direzione e velocità del vento rilevate nella stazione di Latina nel 2016.

(g) Rieti – 2016 (Zona Appenninica)

Distribuzione oraria della direzione del vento



Rosa dei venti

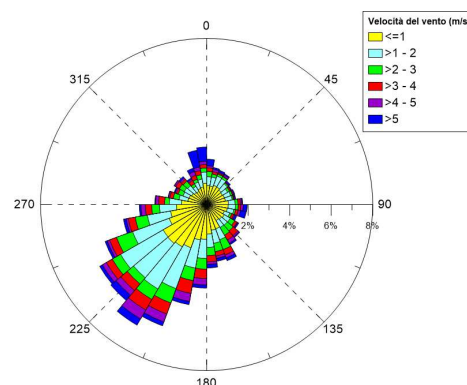
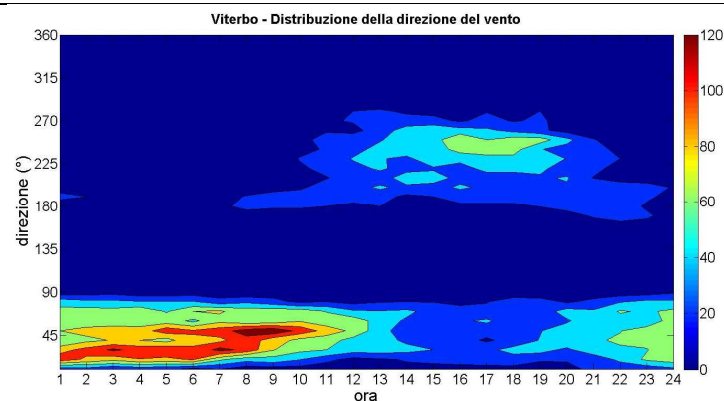


Figura 3.3g – Direzione e velocità del vento rilevate nella stazione di Rieti nel 2016.

(h) Viterbo – 2016 (Zona Appenninica)

Distribuzione oraria della direzione del vento



Rosa dei venti

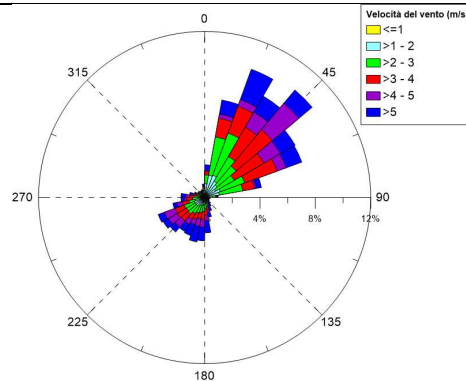


Figura 3.3h – Direzione e velocità del vento rilevate nella stazione di Viterbo nel 2016.

Analizzando le figure, è immediato osservare come il movimento delle masse d'aria nei pressi del suolo (soprattutto la loro direzione) differisca notevolmente in funzione del contesto orografico in cui sono localizzati i punti di misura.

Nelle stazioni Boncompagni, Guido e CNR-Torvergata si osserva la componente della direzione del vento proveniente da Sud-Ovest tipica delle zone non in prossimità delle aree costiere. Tale componente emerge nelle ore centrali delle giornate primaverili-estive quando il regime di brezza marina si instaura nelle ore più calde della giornata con venti relativamente intensi.

Nella Valle del Sacco (Figura 3.3e) le caratteristiche dinamiche delle masse d'aria sono profondamente legate al complesso contesto orografico all'interno del quale si trova il punto di misura con una componente dominante del vento lungo la direttrice della vallata, NordOvest-SudEst con intensità del vento simili tra le due direzioni. Le componenti della direzione del vento trasversali all'asse della vallata, che si osservano principalmente durante le ore notturne, sono probabilmente dovute all'instaurarsi i venti catabatici dovuti alla presenza dei rilievi montuosi che circondano il punto di misura.

La stazione di Latina, localizzata in un'area completamente aperta, mostra un direzione del vento decisamente diffusa, con la componente proveniente da Ovest dovuta all'instaurarsi del regime di brezza marina.

La direzione del vento rilevata nella stazione di Rieti mostra una componente dominante da SudOvest legata alla conformazione dei rilievi montuosi che circondano la piana reatina.

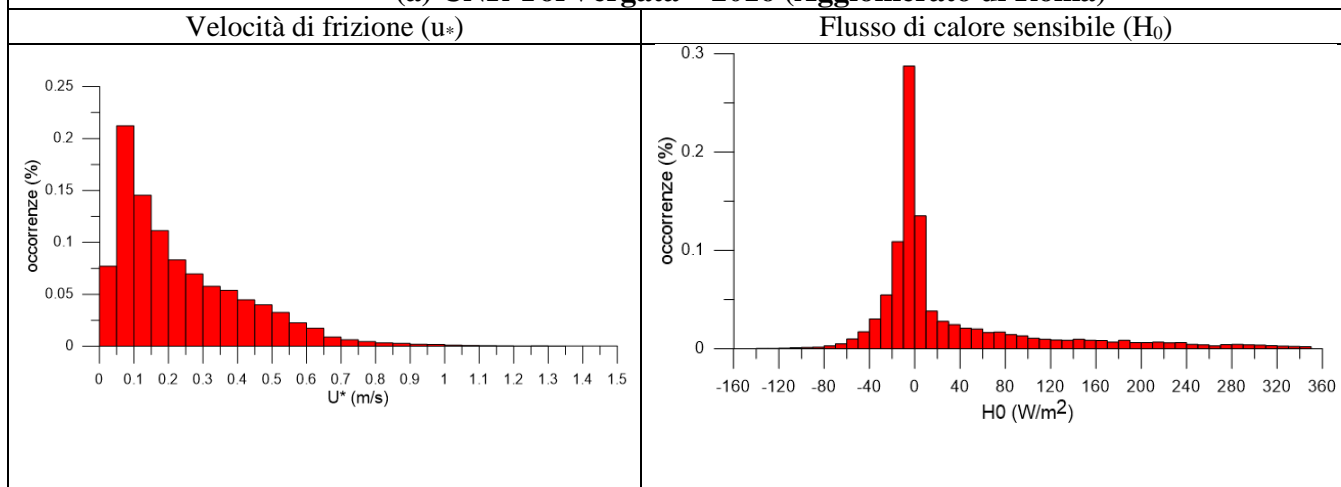
3.1.2 Parametri di dispersione dell'atmosfera, u^ e H_0*

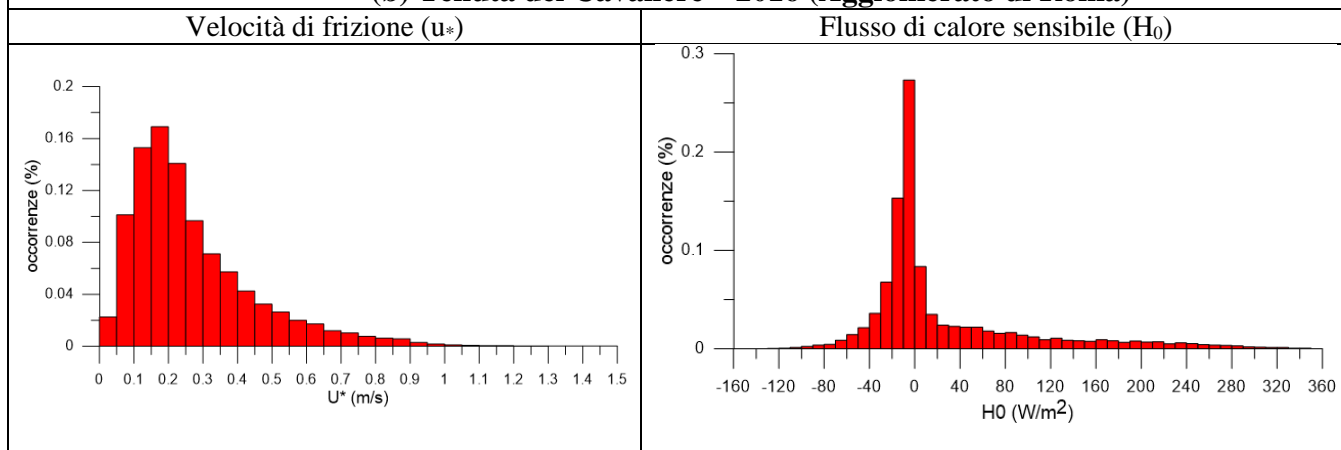
Di seguito è riportata la distribuzione in frequenza della velocità di frizione (u^*) e del flusso di calore sensibile (H_0) per evidenziare le caratteristiche dispersive dell'atmosfera.

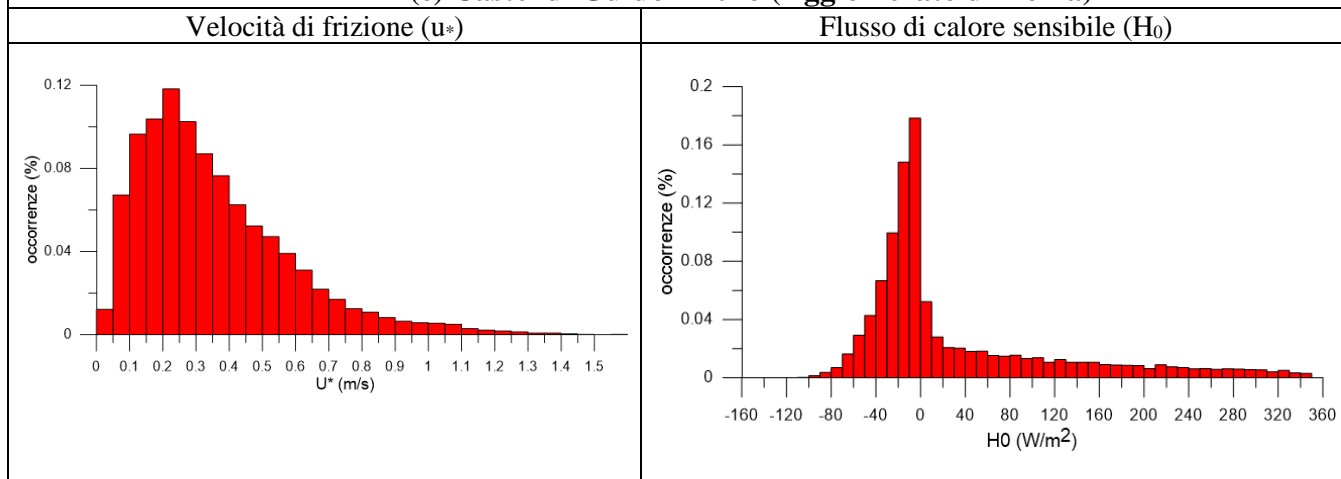
La variabile u^* rappresenta la turbolenza che si origina per azione meccanica indotta dal movimento delle masse d'aria sul terreno sottostante ed a causa dei gradienti verticale (shear) del vento.

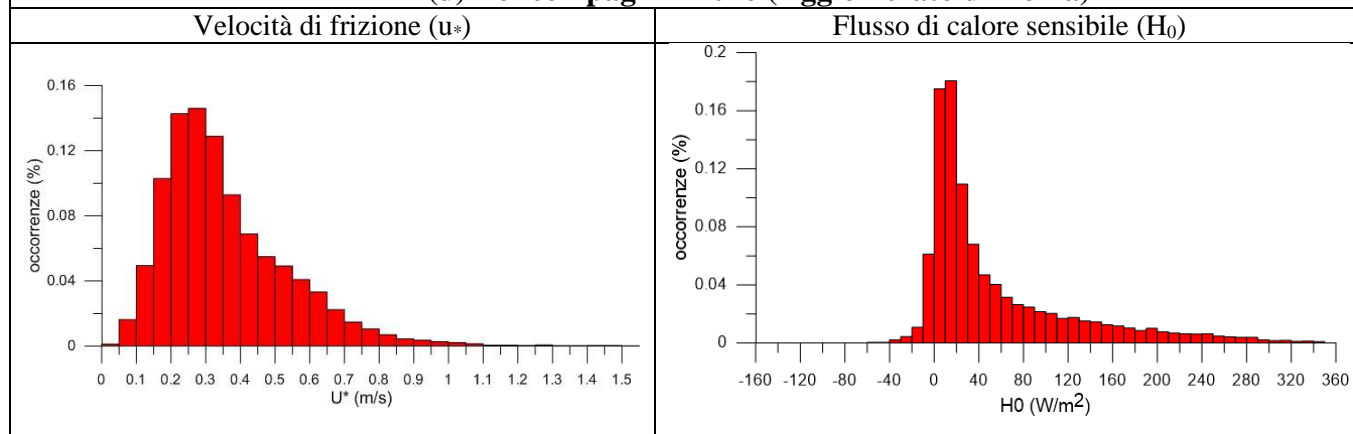
La grandezza H_0 invece descrive in maniera compatta la turbolenza derivante dall'immissione in atmosfera dell'energia di origine solare, costituita nelle ore diurne da vortici di grandi dimensioni che occupano l'intero Planetary Boundary Layer.

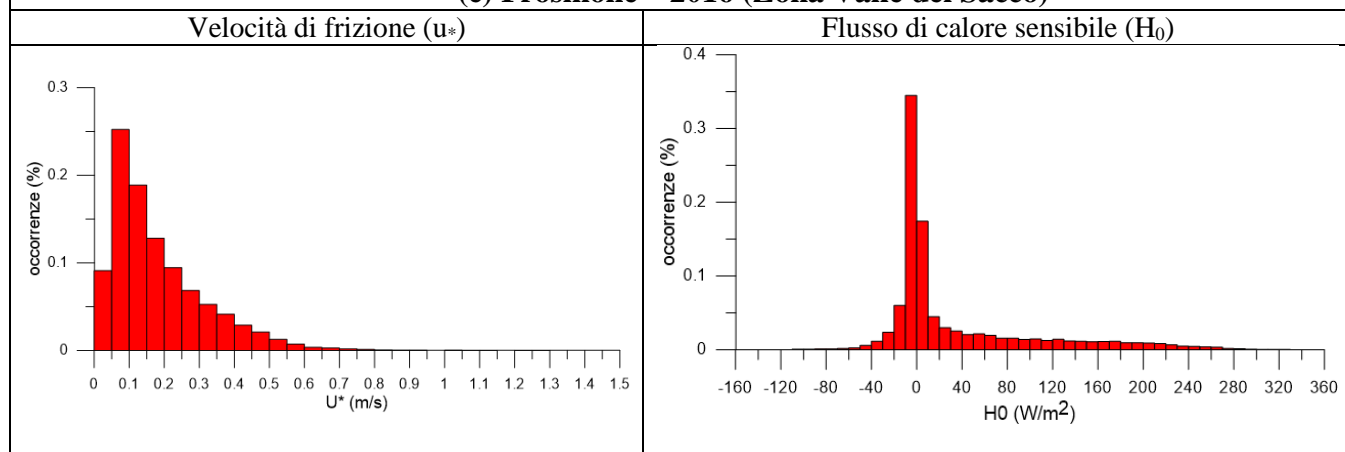
Queste grandezze rappresentano, rispettivamente, la forzante meccanica e termica della turbolenza atmosferica e sono da considerare i parametri fondamentali per descrivere i processi di dispersione delle sostanze inquinanti rilasciati negli strati atmosferici più bassi.

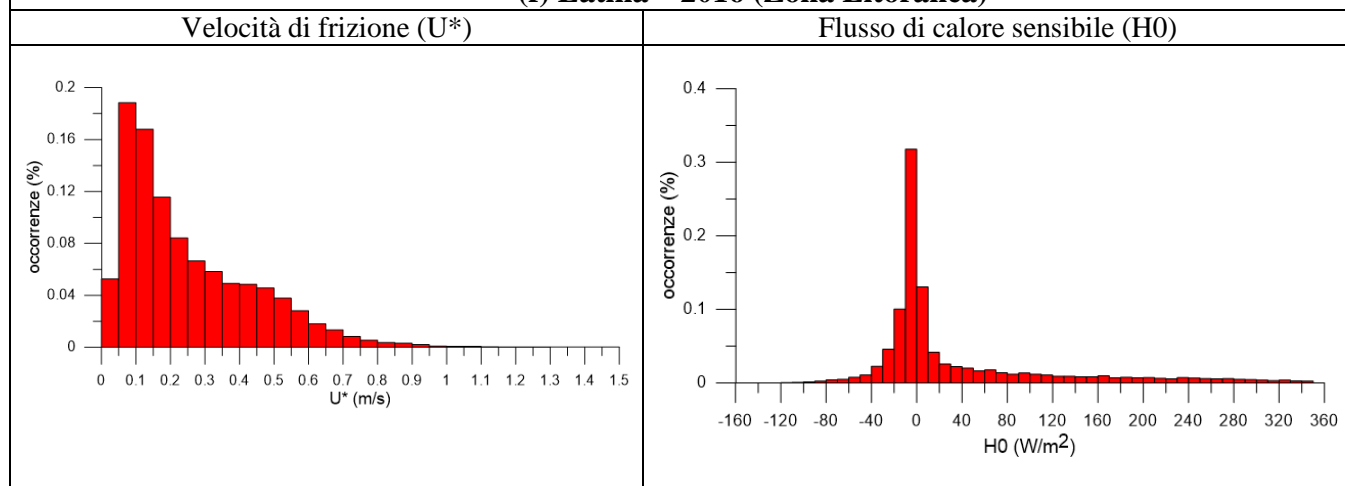
(a) CNR TorVergata – 2016 (Agglomerato di Roma)

Figura 3.4a – u^* e H_0 rilevate nella stazione CNR TorVergata - Roma nel 2016.

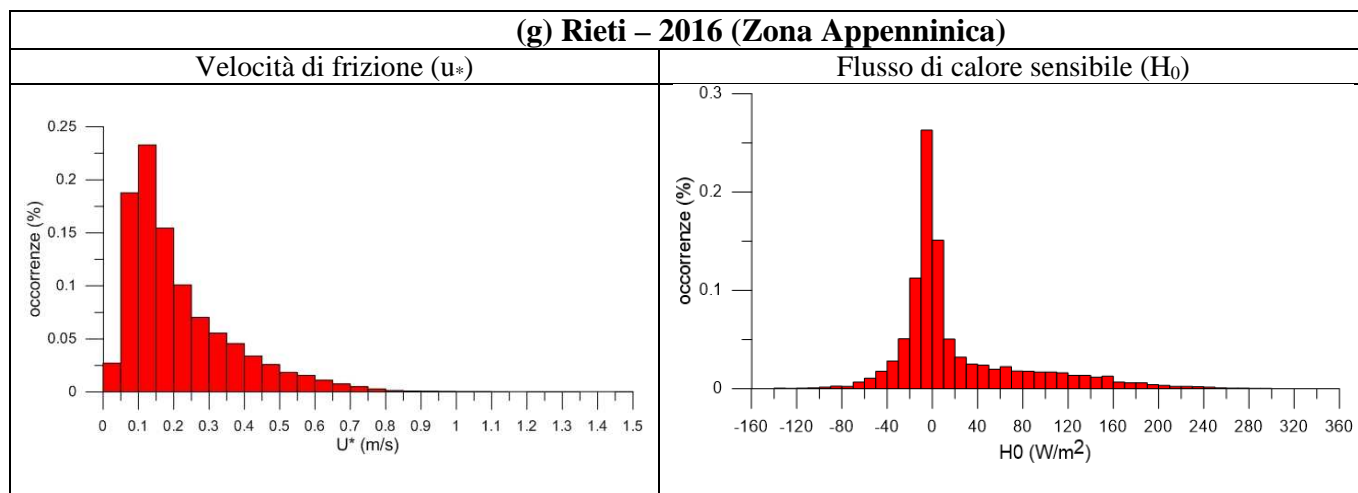
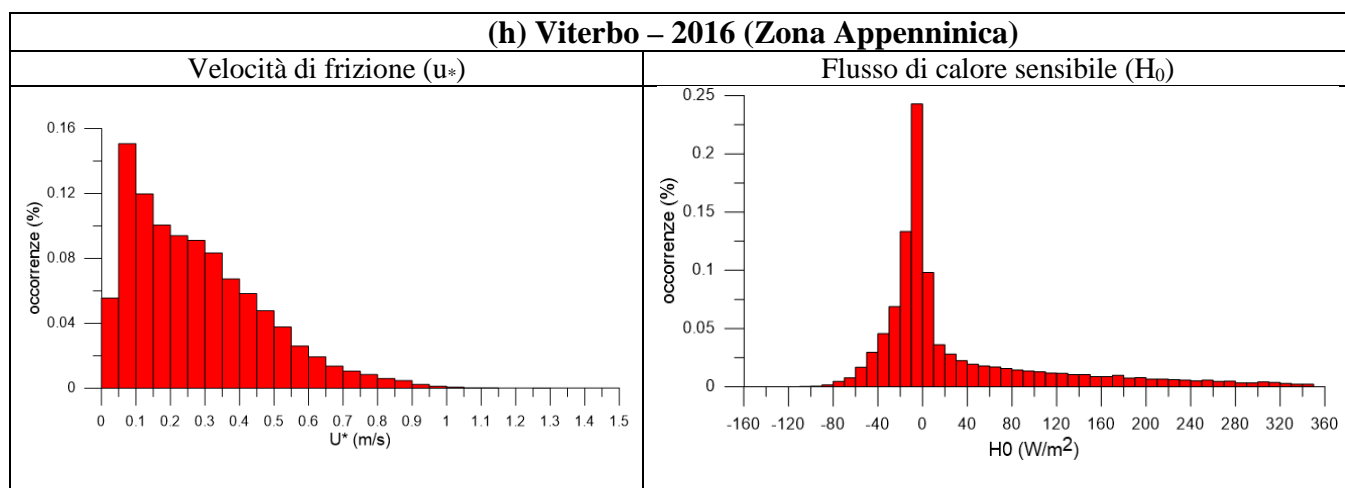
(b) Tenuta del Cavaliere – 2016 (Agglomerato di Roma)

Figura 3.4b – u^* e H_0 rilevate nella stazione Tenuta del Cavaliere - Roma nel 2016.

(c) Castel di Guido – 2016 (Agglomerato di Roma)

Figura 3.4c – u^* e H_0 rilevate nella stazione Castel di Guido - Roma nel 2016.

(d) Boncompagni – 2016 (Agglomerato di Roma)

Figura 3.4d – u_* e H_0 rilevate nella stazione Boncompagni - Roma nel 2016.

(e) Frosinone – 2016 (Zona Valle del Sacco)

Figura 3.4e – u_* e H_0 rilevate nella stazione di Frosinone nel 2016.

(f) Latina – 2016 (Zona Litoranea)

Figura 3.4f – u_* e H_0 rilevate nella stazione di Latina nel 2016.


Figura 3.4g – u^* e H_0 rilevate nella stazione di Rieti nel 2016.

Figura 3.4h – u^* e H_0 rilevate nella stazione di Viterbo nel 2016.

4. Configurazione della rete di monitoraggio regionale di qualità dell'aria nel 2016

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria regionale nel 2016 è costituita da 55 stazioni di monitoraggio di cui 46 incluse nel Programma di Valutazione della qualità dell'aria regionale approvato con D.G.R. n. 478 del 2016.

In accordo con la Regione Lazio e a partire dal 02 maggio 2016, ARPA Lazio ha acquisito, in comodato d'uso dal Comune di Civitavecchia, la gestione e la manutenzione di 11 stazioni di monitoraggio "ex-Enel" (di cui 1 non attiva, S. Marinella) dislocate nel comprensorio di Civitavecchia. Tali stazioni, che fanno parte delle 55 stazioni della rete di monitoraggio regionale della qualità dell'aria non hanno raggiunto, nel 2016, i requisiti minimi di copertura temporale previsti dal D. Lgs. 155/2010 ai fini della verifica del rispetto dei limiti. Dal 7 febbraio 2017 è stata attivata invece la centralina di Fiumicino Villa Guglielmi.

Le stazioni di misura sono dislocate nell'intero territorio regionale come di seguito indicato:

- 5 stazioni in zona Appenninica,
- 10 stazioni in zona Valle del Sacco,
- 16 stazioni nell'Agglomerato di Roma (di cui 1 non inclusa nel Programma di Valutazione regionale);
- 24 stazioni in zona Litoranea (di cui 8 non incluse nel Programma di Valutazione regionale).

Le centraline non incluse nel Programma di Valutazione sono 9: Boncompagni per l'agglomerato di Roma e le restanti 8 in zona Litoranea: Civitavecchia Morandi, Civitavecchia Porto, Fiumicino Porto, Aurelia, San Gordiano, Santa Marinella, Allumiere e Tolfa (queste ultime 5 appartenenti alla rete "ex-Enel").

La dislocazione delle stazioni di misura sul territorio regionale viene riportata in Figura 4.1.

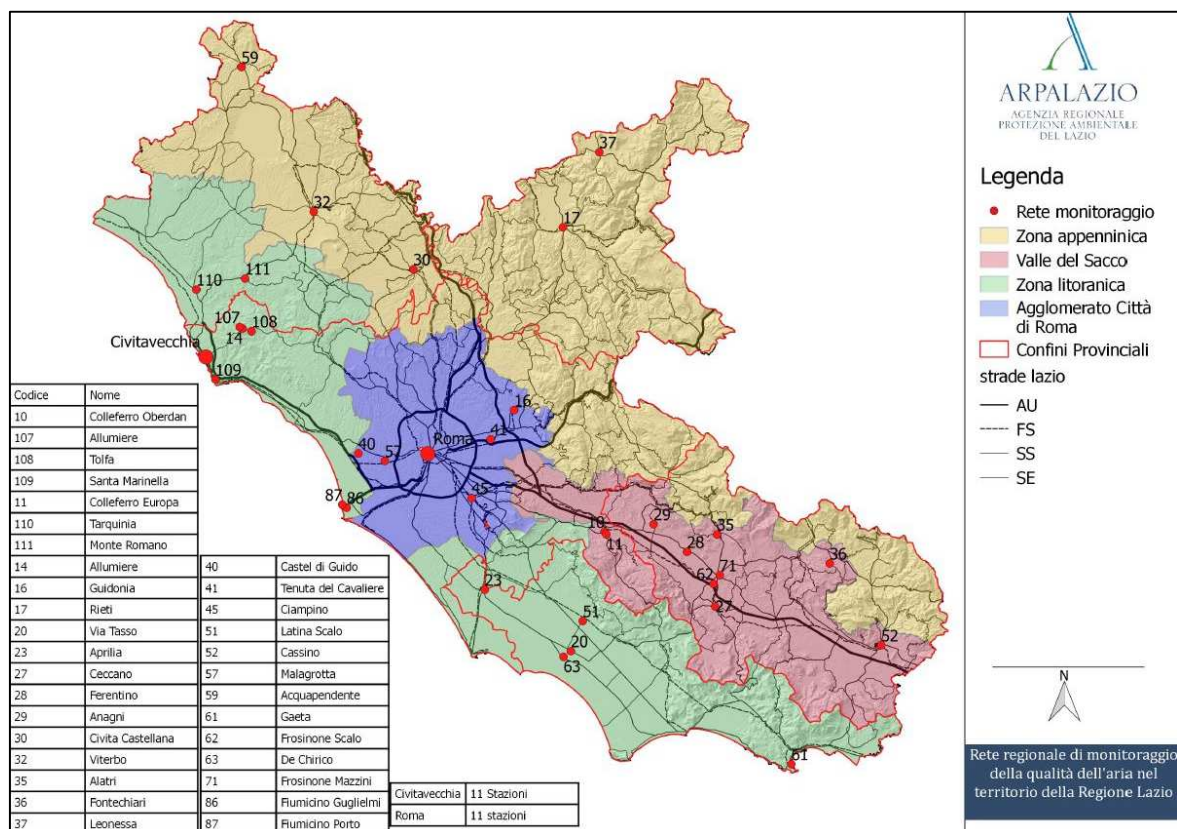


Figura 4.1 – Localizzazione delle stazioni della rete di misura regionale del Lazio nel 2016.

Per maggiore chiarezza, nelle Figura 4.2, Figura 4.3 e Figura 4.4 sono riportati i dettagli cartografici delle stazioni localizzate, rispettivamente, nell' Agglomerato di Roma, nella Zona Valle del Sacco e nel Comune di Civitavecchia.

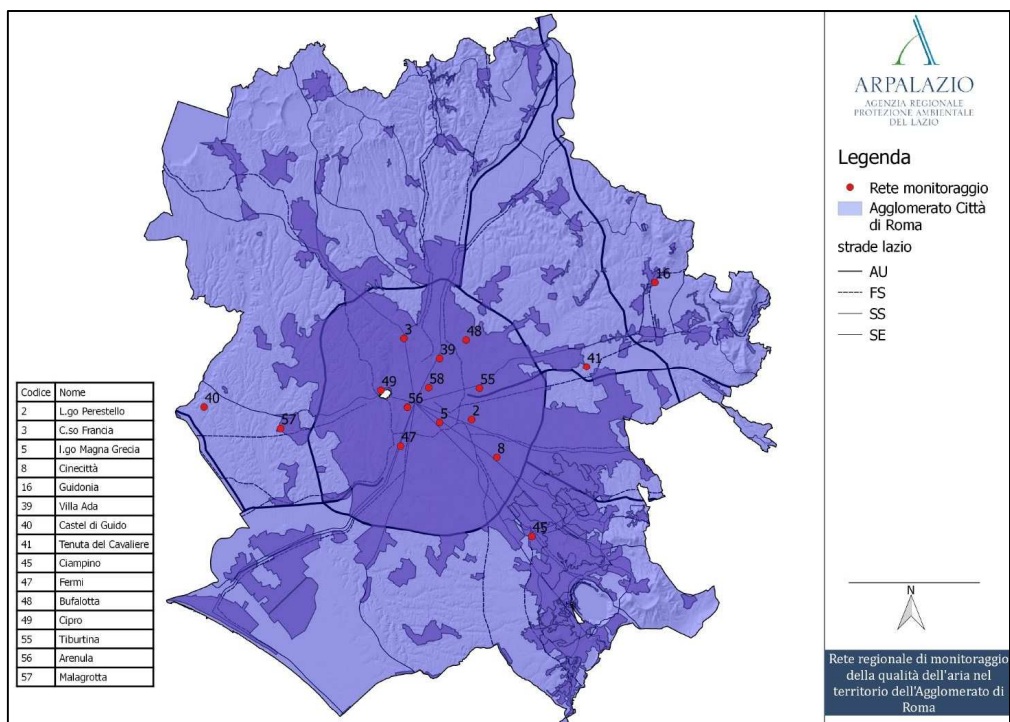


Figura 4.2 Stazioni dell'agglomerato di Roma

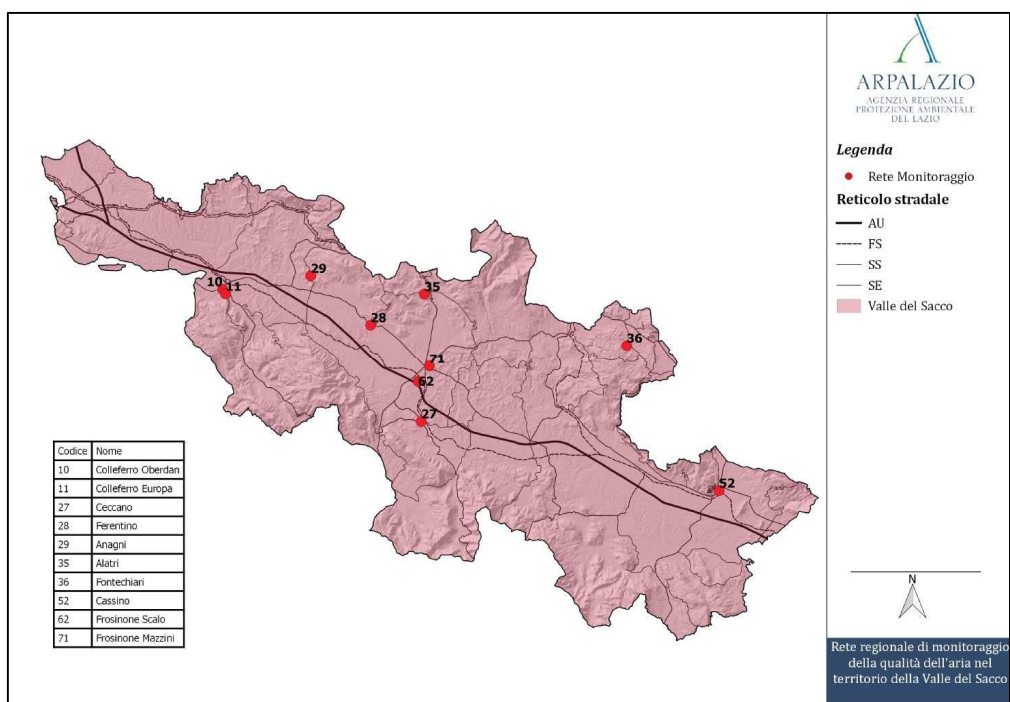


Figura 4.3 Stazioni di misura nella Valle del Sacco

Come riportato sopra, dal mese di maggio del 2016 sono passate in gestione ad Arpa Lazio 10 centraline attive della rete di rilevamento “ex-Enel”. Di queste centraline, 6 sono comprese nel progetto per il rinnovamento della rete regionale di monitoraggio: 3 nella provincia di Roma (Fiumaretta, Faro e Campo dell’Oro) e 3 nella provincia di Viterbo (Sant’Agostino, Tarquinia e Monte Romano).

Nella Figura 4.4 il dettaglio cartografico dell’area urbana di Civitavecchia.

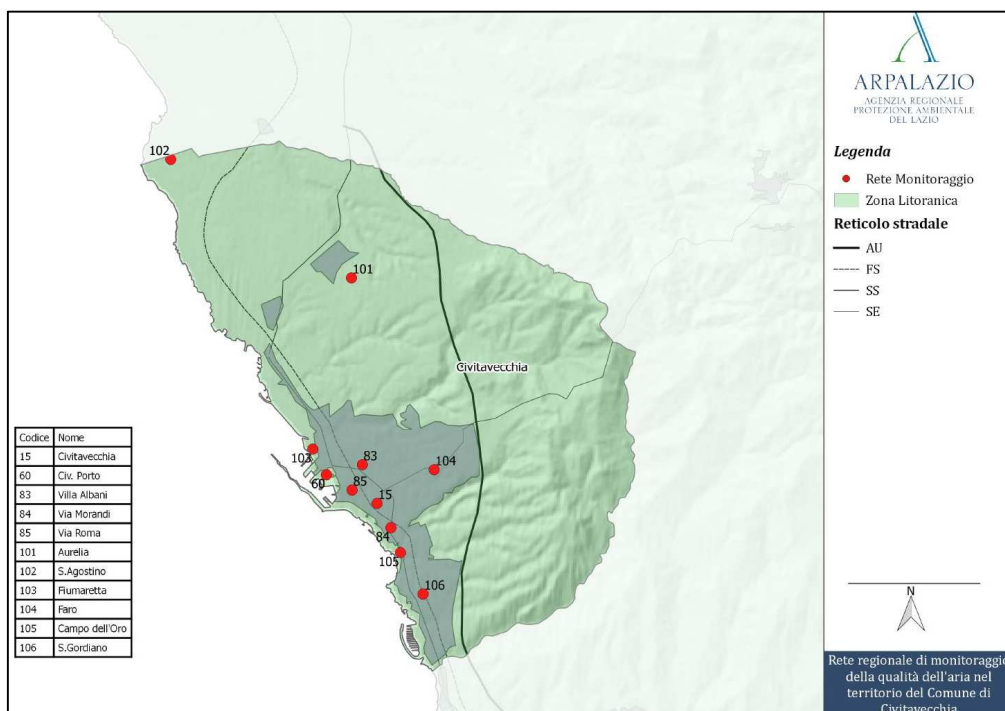


Figura 4.4 – Stazioni della rete di misura nel comune di Civitavecchia.

Nelle tabelle seguenti vengono riportate, per ogni Zona in cui il territorio regionale è suddiviso ai fini della valutazione della qualità dell’aria, la dotazione strumentale delle stazioni di misura e la loro tipologia (U- urbana, S- suburbana, R- rurale, I- industriale, B- background, T- traffico).

Zona Litoranea											
Comune	Stazione	Lat.	Long.	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO _x	CO	BTX	O ₃	SO ₂	Metalli
Aprilia	Aprilia	41.60	12.65	X		X					
Latina	Latina Scalo	41.53	12.95	X	X	X					
Latina	LT de Chirico	41.27	12.53	X		X	X	X			
Latina	LT Tasso	41.46	12.91	X		X			X		
Gaeta	Gaeta Porto	41.22	13.57	X		X			X		
Allumiere	Allumiere	42.16	11.91	X		X			X	X	
Civitavecchia	Civitavecchia	42.09	11.80	X		X	X		X	X	X
Civitavecchia	Villa Albani	42.10	11.80	X		X			X		
Civitavecchia	Via Roma	42.09	11.80			X	X				
Civitavecchia	Via Morandi	42.10	11.79			X			X		
Civitavecchia	Porto	42.09	11.81	X		X				X	

Zona Litoranea												
Comune	Stazione	Lat.	Long.	PM₁₀	PM_{2.5}	NO_x	CO	BTX	O₃	SO₂	Metalli	IPA
Fiumicino	Porto	41.77	12.22	X		X						
Fiumicino	Villa Guglielmi	41.77	12.24	X	X	X			X			
Civitavecchia	Aurelia	42,14	11,79	X	X	X						
Civitavecchia	S.Agostino	42,16	11,74	X		X			X			
Civitavecchia	Fiumaretta	42,10	11,78	X		X				X		
Civitavecchia	Faro	42, 10	11,82	X	X	X				X		
Civitavecchia	Campo dell'Oro	42,082	11,81			X				X		
Civitavecchia	S.Gordiano	42,07	11,82	X		X						
Allumiere	Allumiere	42,16	11,90	X	X	X			X	X		
Tolfa	Tolfa	42,15	11,94	X		X						
Tarquinia	Tarquinia	42,24	11,77	X		X				X		
Monte Romano	Monte Romano	42,27	11,91	X		X						

Tabella 4.1 - Localizzazione e dotazione strumentale delle stazioni nella Zona Litoranea

Agglomerato di Roma												
Comune	Stazione	Lat.	Long	PM₁₀	PM_{2.5}	NO_x	CO	BTX	O₃	SO₂	Metalli	IPA
Roma	L.go Arenula	41.89	12.48	X	X	X			X			
Roma	L.go Perestrello	41.89	12.54	X		X			X			
Roma	C.so Francia	41.95	12.47	X	X	X		X			X	X
Roma	L.go Magna Grecia	41.88	12.51	X		X						
Roma	Cinecittà	41.86	12.57	X	X	X			X		X	X
Guidonia Montecelio	Guidonia	42.00	12.73	X	X	X				X		
Roma	Villa Ada	41.93	12.51	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Roma	Castel di Guido	41.89	12.27	X	X	X			X			
Roma	Tenuta del Cavaliere	41.93	12.66	X	X	X			X			
Ciampino	Ciampino	41.8	12.61	X		X		X			X	X
Roma	Fermi	41.86	12.47	X		X	X	X				
Roma	Bufalotta	41.95	12.53	X		X			X	X		
Roma	Cipro	41.91	12.45	X	X	X			X			
Roma	Tiburtina	41.91	12.55	X		X						
Roma	Malagrotta	41.87	12.35	X	X	X		X	X	X		
Roma	Boncompagni	41,91	12,50	X	X	X			X			

Tabella 4.2 - Localizzazione e dotazione strumentale delle stazioni nell'Agglomerato di Roma

Zona Valle del Sacco												
Comune	Stazione	Lat.	Long.	PM₁₀	PM_{2.5}	NO_x	CO	BTX	O₃	SO₂	Metalli	IPA
Colleferro	Colleferro Oberdan	41.73	13.00	X		X	X		X	X		
Colleferro	Colleferro Europa	41.73	13.01	X		X					X	X
Alatri	Alatri	41.73	13.34	X		X	X					
Anagni	Anagni	41.75	13.15	X		X						
Cassino	Cassino	41.49	13.83	X	X	X				X		
Ceccano	Ceccano	41.57	13.34	X		X						
Ferentino	Ferentino	41.69	13.25	X		X	X					
Fontechiari	Fontechiari	41.67	13.67	X	X	X			X		X	X
Frosinone	FR Mazzini	41.64	13.35	X	X	X	X		X	X		
Frosinone	Frosinone Scalo	41.62	13.33	X		X	X	X			X	X

Tabella 4.3 - Localizzazione e dotazione strumentale delle stazioni nella Zona Valle del Sacco

Zona Appenninica												
Comune	Stazione	Lat.	Long.	PM₁₀	PM_{2.5}	NO_x	CO	BTX	O₃	SO₂	Metalli	IPA
Leonessa	Leonessa	42.57	12.96	X	X	X			X			
Rieti	Rieti	42.40	12.86	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acquapendente	Acquapendente	42.74	11.88	X	X	X			X			
Civita Castellana	Civita Castellana Petrarca	42.30	12.41	X		X				X		
Viterbo	Viterbo	42.42	12.11	X	X	X	X	X	X	X		

Tabella 4.4 - Localizzazione e dotazione strumentale delle stazioni nella Zona Appenninica

5. Standard di qualità dell'aria nel 2016

In questa sezione vengono riportati gli standard di legge derivati dalle misure, sia continue che discontinue (IPA e metalli), della rete di monitoraggio di qualità dell'aria regionale.

Il D.lgs. 155/2010 richiede il rispetto di diversi valori limite, sia per la protezione della salute umana che della vegetazione, per ogni inquinante riportati nella Tabella 5.1.

Inquinante	Indicatore normativo	Periodo mediazione	Valore stabilito	Margine di tolleranza	Numero superamenti consentiti	Data rispetto limite
SO₂	Valore limite protezione salute umana	1 ora	350 µg/m³	-	24	01/01/2005
	Valore limite protezione salute umana	24 ore	125 µg/m³	-	3	01/01/2005
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	500 µg/m³	-	-	-
	Livelli critici per la vegetazione	anno civile e inverno	20 µg/m³	-	-	19/07/2001
NO₂	Valore limite protezione salute umana	1 ora	200 µg/m³	-	18	01/01/2010
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m³	-	-	01/01/2010
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	400 µg/m³	-	-	-
NO_X	Livelli critici per la vegetazione	anno civile	30 µg/m³	-	-	19/07/2001
PM₁₀	Valore limite protezione salute umana	24 ore	50 µg/m³	-	35	01/01/2005
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m³	-	-	01/01/2005
PM_{2.5}	Valore obiettivo	anno civile	25 µg/m³	-	-	01/01/2010
	Fase 1					
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	25 µg/m³	-	-	01/01/2015
	Fase 2					
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	Da stabilire con successivo decreto	-	-	01/01/2020

Inquinante	Indicatore normativo	Periodo mediazione	Valore stabilito	Margine di tolleranza	Numero superamenti consentiti	Data rispetto limite
Benzene	Valore limite protezione salute umana	anno civile	5 µg/m³	-	-	01/01/2010
CO	Valore limite protezione salute umana	massima media su 8h consecutive	10 mg/m³	-	-	01/01/2005
O₃	Valore obiettivo protezione della salute umana	massima media su 8h consecutive nell'anno	120 µg/m³	-	da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni	01/01/2010
	AOT40-Valore obiettivo protezione della vegetazione	Maggio-Luglio tra le 8:00 e le 20:00	18000 µg/m³ come media su 5 anni	-	-	01/01/2010
	Obiettivo a lungo termine protezione della salute umana	massima media su 8h consecutive nell'anno	120 µg/m³	-	-	-
	AOT40-Obiettivo a lungo termine protezione della vegetazione	Maggio-Luglio tra le 8:00 e le 20:00	6000 µg/m³	-	-	-
	Soglia di informazione	1 ora	180 µg/m³	-	-	-
	Soglia di allarme	1 ora	240 µg/m³	-	-	-
Arsenico	Valore obiettivo	anno civile	6 ng/m³	-	-	-
Cadmio	Valore obiettivo	anno civile	5 ng/m³	-	-	-
Nichel	Valore obiettivo	anno civile	20 ng/m³	-	-	-
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	anno civile	1 ng/m³	-	-	-
Piombo	Valore limite protezione salute umana	anno civile	0,5 µg/m³	-	-	01/01/2005

Tabella 5.1 - Valori limite previsti dal D. Lgs. 155/2010

In Tabella 5.2 viene riportato un quadro sintetico, per ogni Zona, che riassume la verifica del rispetto dei valori limite per il 2016 secondo il D.lgs. 155/2010.

Zona	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	O ₃	Ben- zene	B(a)P	metalli
Agglomerato di Roma									
Appenninica									
Litoranea								-	-
Valle del Sacco									

Tabella 5.2 - Quadro riassuntivo dei superamenti riscontrati dal monitoraggio da rete fissa nel Lazio per il 2016. In rosso è evidenziato il superamento, in verde è evidenziato il rispetto dei limiti. Per gli inquinanti con più di un valore limite è stato considerato il peggiore per ogni zona.

Complessivamente, l'Agglomerato di Roma e la Valle del Sacco si confermano le aree più critiche con superamenti dei valori limite di PM₁₀, NO₂ ed ozono.

Relativamente all'ozono, dalla Tabella 5.2 emerge il superamento dei valori limite in tutte le Zone del territorio regionale.

Tra il 2016 e il 2015 si riscontra un generale miglioramento dello stato della qualità dell'aria. Relativamente al PM₁₀, al PM_{2,5}, l'NO₂ e l'O₃ si riscontrano nel 2016 valori inferiori rispetto al 2015 per ogni indicatore previsto dalla norma vigente mentre per il benzene, l'SO₂ e il CO, non si osservano sostanziali variazioni rispetto al 2015.

Nei paragrafi successivi vengono riportati i dati per ogni singola stazione della rete di monitoraggio di qualità dell'aria.

5.1 Analisi chimiche su filtro di PM₁₀

La normativa sulla qualità dell'aria prevede la misura di IPA e metalli da determinazioni su particolato campionato in alcune postazioni rappresentative della rete di misura. Si riportano di seguito i dati campionati per il 2016 nelle stazioni della provincia di Rieti, Roma e Frosinone.

5.1.1 IPA

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (I.P.A.) sono composti organici con due o più anelli aromatici fusi, formati da carbonio e idrogeno. Dei diversi IPA di rilevanza tossicologica presenti in aria ambiente, la normativa nazionale di riferimento vigente (D.Lgs. 155/2010) prevede un valore limite per il solo benzo(a)pirene, per il quale viene individuato un valore obiettivo riferito al tenore totale dell'inquinante presente nella frazione di particolato PM₁₀, calcolato come media su un anno civile pari ad 1 ng/m³ (Tabella 5.1)

Nella Tabella 5.3 sono riportati i valori misurati per il 2016.

B(a)P - 2016		
Stazione	media (ng/m ³)	n. campioni
Cinecittà	0,70	60
Francia	0,86	61
Villa Ada	0,55	89
Colleferro Europa	1,02	84
Civitavecchia	0,25	59
Ciampino	1,20	43
Guidonia	0,66	67
Frosinone scalo	1,86	175
Fontechiari	0,42	168
Rieti	0,14	68

Tabella 5.3 – Concentrazione media annua di Benzo(a)Pirene nel 2016.

Per il Benzo(a)Pirene le criticità si riscontrano in Valle del Sacco e nell'Agglomerato di Roma, dove il valore limite annuale, pari a 1 ng/m³, viene superato nella stazione di Frosinone Scalo, con 1.86 ng/m³, e a Ciampino con 1.20 ng/m³.

5.1.2 Metalli

Il D.Lgs.155/2010 prevede un limite normativo espresso come media annuale per i seguenti metalli: Nichel, Cadmio, Arsenico, Piombo. Le analisi per la determinazioni dei metalli vengono eseguite a partire da campioni di PM₁₀, ottenendo soluzioni analizzate con spettrometria ad assorbimento atomico al fornello di grafite.

La norma vigente indica per arsenico, cadmio e nichel i valori obiettivo rispettivamente di 6 ng/m³, di 5 ng/m³ e di 20 ng/m³ e per il piombo il valore limite di 0,5 µg/m³, come media su un anno civile (Tabella 5.1).

Nella

Metalli - media annua 2016						
parametro		As (ng/m3)	Ni (ng/m3)	Cd (ng/m3)	Pb (µg/m3)	Numero di campioni
Valore limite		6	20	5	0,5	
Stazione	Cinecittà	0,39	3,44	0,26	0,009	60
	Francia	0,43	2,95	0,16	0,007	60
	Villa Ada	0,42	2,16	0,21	0,015	90
	Ciampino	0,77	3,14	0,23	0,008	44
	Guidonia	0,49	2,49	0,17	0,005	47
	Colleferro Europa	0,37	2,23	0,22	0,005	59
	Civitavecchia	0,55	2,87	0,11	0,004	53
	Frosinone scalo	1,24	2,89	0,42	0,008	168
	Fontechiari	0,41	2,08	0,10	0,003	170
	Leonessa	<0,8	2,63	<0,16	0,003	14
	Rieti	1,79	4,98	0,19	0,003	57

Tabella 5.4 sono riportati i valori medi annuali per il 2016.

Metalli - media annua 2016						
parametro	As (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Pb (µg/m ³)	Numero di campioni	
Valore limite	6	20	5	0,5		
Stazione	Cinecittà	0,39	3,44	0,26	0,009	60
	Francia	0,43	2,95	0,16	0,007	60
	Villa Ada	0,42	2,16	0,21	0,015	90
	Ciampino	0,77	3,14	0,23	0,008	44
	Guidonia	0,49	2,49	0,17	0,005	47
	Colleferro Europa	0,37	2,23	0,22	0,005	59
	Civitavecchia	0,55	2,87	0,11	0,004	53
	Frosinone scalo	1,24	2,89	0,42	0,008	168
	Fontechiari	0,41	2,08	0,10	0,003	170
	Leonessa	<0,8	2,63	<0,16	0,003	14
	Rieti	1,79	4,98	0,19	0,003	57

Tabella 5.4 – Concentrazione media annuale del 2016 dei metalli.

Le concentrazioni medie annue dei metalli risultano sempre inferiori ai rispettivi valori limite in tutte le stazioni di rilevamento.

5.2 Rilevazioni in continuo

Nei paragrafi successivi vengono riportati gli standard di legge, ai fini della verifica del rispetto dei limiti previsti dal D.Lgs. 155/2010, per tutti gli inquinanti rilevati in continuo dalle stazioni della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria per il 2016 suddivise per Zone.

5.2.1 Agglomerato di Roma

Dai valori delle concentrazioni monitorate nell'Agglomerato di Roma per il 2016, riportati in Tabella 5.5, emerge una criticità per l'accumulo della concentrazione di NO₂ nel territorio comunale. Le concentrazioni medie annuali di NO₂ diminuiscono rispetto al 2015 in quasi tutte le stazioni anche se rimangono sopra il valore limite previsto in più della metà delle stazioni dell'Agglomerato. All'esterno dell'area metropolitana di Roma, la concentrazione media annua di NO₂ risulta inferiore al valore limite nelle stazioni di Malagrotta, Castel di Guido, Tenuta del Cavaliere, Guidonia e Ciampino mentre, all'interno dell'area metropolitana le stazioni di Villa Ada e Bufalotta rilevano una media annuale di NO₂ inferiore, ma comunque prossimo, al limite annuale di 40 µg/m³. Le stazioni di Corso Francia, Largo Magna Grecia, Fermi e Tiburtina, orientate al traffico, mostrano concentrazioni pari a, rispettivamente, 59 µg/m³, 62 µg/m³, 65 µg/m³ e 51 µg/m³.

Il numero di superamenti orari del valore limite di 200 µg/m³ non eccede la soglia massima consentita (18 volte l'anno) in nessuna stazione della rete di monitoraggio.

Relativamente al PM₁₀ si registra un numero massimo di superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m³ eccedente le 35 volte l'anno nella sola stazione di Tiburtina (41 superamenti) al fronte delle sette stazioni eccedenti nel 2015. La concentrazione media annuale di PM₁₀ risulta inferiore al valore limite, pari a 40 µg/m³.

Relativamente all'O₃, si registra un numero di superamenti del valore limite di 120 µg/m³ più elevato del massimo di superamenti consentiti (25 volte l'anno), espresso come massimo giornaliero della media mobile su 8 ore (media sui 3 anni), nella stazione di Castel di Guido.

I valori di PM_{2.5}, CO, Benzene, SO₂ risultano inferiori ai rispettivi valori limite fissati per la tutela della salute umana.

ZONA	COMUNE	NOME	TIPO	PM10		PM2.5	NO2		BENZENE	SO2		CO	O3			
				Media annua Valore Limite 40 (µg/mc)	Numero di superamenti valore limite giornaliero 50 µg/mc max 35 anno	media annua (µg/m3)	media annua (µg/m3)	numero di superamenti di 200 µg/m³	media annua (µg/m3)	numero di superamenti valore limite giornaliero di 125 µg/m3	numero di superamenti valore limite orario di 350 µg/m3	numero di superamenti max media mob. su 8 ore	* AOT40 µg/m3*h	**numero di superamenti max media mob. su 8 ore	numero di superamenti orari di 180 µg/m3	numero di superamenti orari di 240 µg/m3
AGGLOMERATO ROMA	Roma	Villa Ada	UB	25	17	15	40	0	0,8	0	0	0	17214	18	0	0
	Roma	Arenula	UB	26	11	16	46	0	-	-	-	-	9833	7	0	0
	Roma	Bufalotta	UB	28	23	-	39	0	-	0	0	-	13518	9	0	0
	Roma	Tenuta del Cavaliere	SB	25	16	16	26	0	-	-	-	-	17962	24	1	0
	Ciampino	Ciampino	UT	29	35	-	35	0	1,5	-	-	-	-	-	-	-
	Roma	Cinecittà	UB	30	33	18	41	1	-	-	-	-	18170	20	0	0
	Roma	Cipro	UB	26	17	14	47	0	-	-	-	-	7666	2	0	0
	Roma	Fermi	UT	29	17	-	65	5	2,3	-	-	0	-	-	-	-
	Roma	C.so Francia	UT	29	24	17	59	0	2,6	-	-	-	-	-	-	-
	Roma	L.go Magna Grecia	UT	30	26	-	62	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	Roma	Castel di Guido	RB	20	3	11	13	0	-	-	-	-	18881	29	0	0
	Guidonia Montecelio	Guidonia	ST	24	15	15	27	0	-	0	0	-	-	-	-	-
	Roma	Malagrotta	SB	23	13	15	22	0	0,7	0	0	-	20398	22	0	0
	Roma	L.go Prestrello	UB	30	29	-	41	0	-	-	-	-	21348	24	0	0
	Roma	Tiburtina	UT	32	41	-	51	13	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) –calcolato come media su 5 anni

(**) –calcolato come media su 3 anni

Tabella 5.5 – Standard di legge del 2016 per le stazioni localizzate all'interno dell'Agglomerato di Roma

	<p style="text-align: center;">TECNICA</p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE</p>	<p>RT/DAI/14/04</p> <p><i>Rev 1 del 17.11.2017</i></p> <p><i>Pagina 29 di 65</i></p>
---	---	---

5.2.2 Zona Valle del Sacco

Le stazioni localizzate nella Zona della Valle del Sacco registrano, nel 2016, il superamento dei valori limite per gli inquinanti PM₁₀, PM_{2.5} e O₃ (Tabella 5.6).

La concentrazione di PM₁₀ rappresenta la maggior criticità della zona, sia per la media annua che risulta superiore al valore limite consentito di 40 µg/m³ nelle stazioni di Frosinone Scalo (43 µg/m³) e Ceccano (43 µg/m³), sia per il numero massimo di superamenti giornalieri che risultano superiori ai 35 consentiti in 6 delle 10 stazioni della zona, con i valori più elevati registrati nelle stazioni di Ceccano e Frosinone Scalo con valori superiori a, rispettivamente, 89 superamenti e 85 superamenti.

Per il PM_{2.5} si registra il superamento del valore limite medio annuale, pari a 25 µg/m³, nella stazione di Cassino (27 µg/m³).

Relativamente all'NO₂ non si osservano superamenti del valore limite orario di 200 µg/m³ né del valore limite annuale, pari a 40 µg/m³, anche se va sottolineato che nella stazione di Frosinone Scalo viene registrata un valore medio annuale pari al valore limite.

Relativamente all'O₃, nelle stazioni di Frosinone Mazzini e Fontechiari si registra il superamento del valore limite per l'AOT40 per la protezione della vegetazione, pari a 18000 µg/m³*h (come media su 5 anni), e del numero massimo di superamenti dei 120 µg/m³ consentito (25 volte in un anno), calcolato come media su 3 anni rispetto al valore massimo della media mobile su 8 ore.

I valori di PM_{2.5}, CO, Benzene, SO₂ risultano inferiori ai rispettivi valori limite fissati per la tutela della salute umana.

ZONA	COMUNE	NOME	TIPO	PM10		PM2.5	NO2		BENZENE	SO2		CO	O3			
				Media annua Valore Limite 40 (mg/mc)	Numero di superamenti valore limite giornaliero 50 g/mc max 35 anno	media annua (µg/m3)	media annua (µg/m3)	numero di superamenti di 200 µg/m³	media annua (µg/m3)	numero di superamenti valore limite giornaliero di 125 µg/m3	numero di superamenti valore limite orario di 350 µg/m3	numero di superamenti max media mob. su 8 ore	*AOT40 µg/m3*h	**numero di superamenti max media mob. su 8 ore	numero di superamenti orari di 180 µg/m3	numero di superamenti orari di 240 µg/m3
VALLE DEL SACCO	Colleferro	Colleferro Oberdan	I, SB	27	23	-	30	0	-	0	0	0	13890	12	0	0
	Colleferro	Colleferro Europa	I, SB	31	44	-	30	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Alatri	Alatri	UB	28	49	-	37	0	-	-	-	0	-	-	-	-
	Anagni	Anagni	UB	24	13	-	29	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cassino	Cassino	UT	35	57	27	39	0	-	0	0	-	-	-	-	-
	Ceccano	Ceccano	UT	43	89	-	30	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ferentino	Ferentino	UT	25	26	-	19	0	-	-	-	0	-	-	-	-
	Fontechiari	Fontechiari	RB	17	2	12	5	0	-	-	-	-	26527	76	2	0
	Frosinone	Frosinone Mazzini	UB	27	36	19	27	0	-	0	0	0	18985	28	0	0
	Frosinone	Frosinone Scalo	UT	43	85	-	40	0	2,5	-	-	0	-	-	-	-

(*) –calcolato come media su 5 anni

(**) –calcolato come media su 3 anni

Tabella 5.6 - Standard di legge del 2016 per le stazioni localizzate all'interno della Zona Valle del Sacco

	<p style="text-align: center;">RELAZIONE TECNICA</p>	<p>RT/DAI/14/04 Rev 1 del 17.11.2017 Pagina 31 di 65</p>
---	---	---

5.2.3 Zona Appenninica

Da quanto emerge nella Tabella 5.7, nella Zona Appenninica non si osservano superamenti dei valori limite per gli inquinanti rilevati in continuo ad eccezione dell'O₃, per il quale viene superato l'AOT40 (protezione della vegetazione).

ZONA	COMUNE	NOME	TIPO	PM10		PM2.5	NO2		BENZENE	SO2		CO	O3			
APPENNINICA				Media annua Valore Limite 40 µg/mc	Numero di superamenti valore limite giornaliero 50µ g/mc max 35 anno	media annua (µg/m3)	media annua (µg/m3)	numero di superamenti di 200 µg/m³.	media annua (µg/m3)	numero di superamenti valore limite giornaliero di 125 µg/m3	numero di superamenti valore limite orario di 350 µg/m3	numero di superamenti max media mob. su 8 ore	*AOT40 µg/m3*h	**numero di superamenti max media mob. su 8 ore	numero di superamenti orari di 180 µg/m3	numero di superamenti orari di 240 µg/m3
	Leonessa	Leonessa	RB	12	1	9	5	0	-	-	-	-	22943	23	1	0
	Rieti	Rieti	UT	21	17	15	21	0	1,1	0	0	0	17604	24	0	0
	Civita Castellana	Civita Castellana Petrarca	UB	20	9	-	17	0	-	0	0	-	-	-	-	-
	Viterbo	Viterbo	UT	19	1	11	27	0	1,3	0	0	0	6918	1	1	0
	Acquapendente	Acquapendente	RB	14	0	9	6	0	-	-	-	-	17181	13	0	0

(*) –calcolato come media su 5 anni

(**) –calcolato come media su 3 anni

Tabella 5.7 – Standard di legge del 2016 per le stazioni localizzate all'interno della Zona Appenninica

	RELAZIONE TECNICA	RT/DAI/14/04 <i>Rev 1 del 17.11.2017</i> <i>Pagina 33 di 65</i>
---	--------------------------	--

5.2.4 Zona Litoranea

Analogamente alla Zona Appenninica, nella Zona Litoranea, nel 2016 l'unica criticità è costituita dall'O₃. Il valore limite dell'AOT40, come media degli ultimi cinque anni, viene superato nelle stazioni di Allumiere e di Gaeta Porto mentre il numero di superamenti del valore di 120 µg/m³, come media mobile massima sulle 8 ore e come media su 3 anni, è superiore ai 25 consentiti nell'anno nella stazione ad Allumiere (Tabella 5.8).

ZONA	COMUNE	NOME	TIPO	PM10		PM2.5	NO2		BENZENE	SO2		CO	O3			
				Media annua Valore Limite 40 (µg/mc)	Numero di superamenti valore limite giornaliero 50µ g/mc max 35 anno	media annua (µg/m3)	media annua (µg/m3)	numero di superamenti di 200 µg/m³.	media annua (µg/m3)	numero di superamenti valore limite giornaliero di 125 µg/m3	numero di superamenti valore limite orario di 350 µg/m3	numero di superamenti max media mob. su 8 ore	*AOT40 µg/m3*h	**numero di superamenti max media mob. su 8 ore	numero di superamenti orari di 180 µg/m3	numero di superamenti orari di 240 µg/m3
LITORANEA	Aprilia	Aprilia	UB	19	1	-	19	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Latina	LT De Chirico	UT	24	16	-	28	0	1	-	-	-	-	-	-	-
	Latina	LT Scalo	UT	23	6	13	24	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Latina	LT Tasso	UT	23	9	-	25	0	-	-	-	-	13478	2	0	0
	Gaeta	Gaeta Porto	UB	25	13	-	23	0	-	-	-	0	21343	21	0	0
	Allumiere	Allumiere	RB	11	0	-	9	0	-	0	0	-	26229	52	0	0
	Civitavecchia	Civitavecchia	UB	20	1	-	22	0	-	0	0	0	8220	2	0	0
	Civitavecchia	Villa Albani	UT	23	2	-	29	0	-	-	-	-	12482	7	0	0
	Civitavecchia	via Roma	UT	-	-	-	40	0	-	-	-	0	-	-	-	-
	Civitavecchia	via Morandi^	-	-	-	-	25	0	-	-	-	-	6979	0	0	0
	Civitavecchia	Porto	-	24	4	-	26	0	-	0	0	-	-	-	-	-
	Fiumicino	Fiumicino Porto^	-	18	3	-	29	0	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) –calcolato come media su 5 anni

(**) –calcolato come media su 3 anni

(^) –non inserita nel progetto di rete

Tabella 5.8 - Standard di legge del 2016 per le stazioni localizzate all'interno della Zona Litoranea.

5.2.5 Compensorio di Civitavecchia (rete ex-Enel)

A partire dal 02 maggio 2016, la rete di monitoraggio dislocate nel compensorio di Civitavecchia è stata acquisita in comodato d'uso da ARPA Lazio. Da tale data, l'Agenzia è responsabile del corretto funzionamento delle stazioni di monitoraggio a partire dalla manutenzione fino alla comunicazione dei risultati.

Secondo quanto previsto dal D.Lgs. 155/2010, la verifica del rispetto dei valori limite deve essere effettuata secondo criteri di qualità standardizzati con l'obiettivo di assicurare la validità statistica del calcolo dei parametri aggregati (media annua, la media giornaliera, media mobile su 8 ore, etc.).

L'Allegato I del D.Lgs. 155/2010 ("Obiettivi di qualità") prevede, per le misurazioni in siti fissi, una raccolta minima dei dati pari al 90% del periodo minimo di copertura temporale prevista per ogni inquinante.

Ad eccezione dei metalli (Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo) e del Benzo(a)Pirene, la copertura temporale prevista per le misure in siti fissi è pari ad un anno civile e, come previsto dal punto. 2 dell'Allegato XI, l'aggregazione dei dati deve rispettare i seguenti requisiti statistici.

(estratto del D. Lgs. 155/2010, all. XI)

Parametro	Percentuale richiesta di dati validi
Valori su 1 ora	75 % (ossia 45 minuti)
Valori su 8 ore	75 % dei valori (ovvero 6 ore)
Valore medio massimo giornaliero su 8 ore	75 % delle concentrazioni medie consecutive su 8 ore calcolate in base a dati orari (ossia 18 medie su 8 ore al giorno)
Valori su 24 ore	75 % delle medie orarie (ossia almeno 18 valori orari)
MEDIA annuale	90 % ⁽¹⁾ dei valori di 1 ora o (se non disponibile) dei valori di 24 ore nel corso dell'anno

⁽¹⁾ La prescrizione per il calcolo della media annuale non comprende le perdite di dati dovute alla calibrazione periodica o alla manutenzione ordinaria della strumentazione.

Nel caso specifico della rete di monitoraggio "ex-Enel", poiché non vengono rispettati per il 2016 i requisiti minimi di raccolta dei dati, questi non possono essere utilizzati ai fini della verifica del rispetto dei valori limite

Per completezza, in

Tabella **5.9** è riportato il calcolo degli indicatori statistici previsti dal D. Lgs. 155/2010.

Periodo di riferimento 02/05/2016 – 31/12/2016

ZONA	COMUNE	NOME	PM10		PM2.5	NO2		BENZENE	SO2		CO	O3			
			Media annua Valore Limite 40 (µg/mc)	Numero di superamenti valore limite giornaliero	media annua (µg/m3)	media annua (µg/m3)	numero di superamenti di 200 µg/m³	media annua (µg/m3)	numero di superamenti valore limite giornaliero di 125 µg/m3	numero di superamenti valore limite orario di 350	numero di superamenti max media mob. su 8 ore	AOT40 µg/m3*h	numero di superamenti max media mob. su 8 ore	numero di superamenti orari di 180 µg/m3	numero di superamenti orari di 240 µg/m3
CIVITAVECCHIA EX ENEL	Civitavecchia	Aurelia	14	0	-	8	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Civitavecchia	S,Agostino	17	2	-	7	0	-	-	-	-	3577	4	0	0
	Civitavecchia	Fiumaretta	19	0	10	19	0	-	0	0	0	-	-	-	-
	Civitavecchia	Faro	18	0	9	12	1	-	0	0	-	-	-	-	-
	Civitavecchia	Campo dell'Oro	-	-	-	13	0	-	0	0	-	-	-	-	-
	Civitavecchia	S,Gordiano	19	0	-	15	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Allumiere	Allumiere	17	1	10	9	0	-	0	0	-	5117	11	0	0
	Tolfa	Tolfa	14	0	-	15	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tarquinia	Tarquinia	17	0	-	8	0	-	0	0	-	-	-	-	-
	Monte Romano	Monte Romano	17	0	-	9	0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 5.9 - Indicatori del 2016 per le stazioni localizzate all'interno del comprensorio di Civitavecchia.

6. Sistema modellistico per la valutazione della qualità dell'aria

Da diversi anni è operativa in continuo presso il Centro Regionale della Qualità dell'Aria (CRQA) di ARPA Lazio il sistema modellistico per determinare la distribuzione spaziale e temporale delle concentrazioni degli inquinanti previsti dal D.lgs. 155/2010. Il sistema, sviluppato da ARIANET s.r.l., viene utilizzato in modalità sia previsionale e ricostruttiva. In particolare si ha che:

- ✓ *Previsioni di inquinamento atmosferico:* quotidianamente il CRQA mette a disposizione sul sito internet dell'Agenzia (nella sezione "Previsioni" del seguente link <http://www.arpalazio.net/main/aria/sci/>) le previsioni fino a 120 ore (5 giorni) della distribuzione spaziale della concentrazione dei principali inquinanti sul territorio regionale, con attenzione particolare in alcune aree, quella metropolitana di Roma e la Valle del Sacco, poiché più critiche per la qualità dell'aria, quella di Civitavecchia, per la concentrazione di sorgenti.
- ✓ *Ricostruzione dello stato della qualità dell'aria del giorno precedente:* quotidianamente il sistema modellistico fornisce, per il giorno precedente, le informazioni necessarie ai fini della verifica del rispetto dei valori limite imposti dal D. Lgs. 155/2010 su tutto il territorio regionale a partire dai campi di concentrazione prodotti dalla catena modellistica integrati/combinati con le misure, sia fisse che indicative, mediante tecniche di assimilazione e tecniche statistiche di stima oggettiva. Tali informazioni, di cui sono disponibili le stime numeriche per ogni Comune del territorio regionale, sono consultabili sul sito internet dell'Agenzia nella sezione "Stato della Qualità dell'Aria/Stime qualità dell'aria" raggiungibile al seguente indirizzo: "<http://www.arpalazio.net/main/aria/sci/>".

L'obiettivo di tali informazioni è fornire, in un punto accessibile a tutti, tutte le possibili informazioni agli enti competenti per l'attuazione di eventuali azioni a tutela della salute umana necessarie nel caso di eventi acuti di inquinamento atmosferico previsti.

Oltre a ciò, il sistema modellistico viene utilizzato per effettuare:

- ✓ *Ricostruzioni Near-Real Time:* è la ricostruzione della concentrazione degli inquinanti in tempo quasi-reale. La ricostruzione NRT avviene mediante l'acquisizione, con un ritardo temporale massimo di 3 ore, delle misure di concentrazione della rete di monitoraggio di qualità dell'aria ed integrando tali misure con il sistema modellistico mediante tecniche di assimilazione. L'obiettivo è riprodurre la fotografia continua e più probabile dello stato di qualità dell'aria regionale e delle cause meteorologiche e micrometeorologiche che la determinano.
- ✓ *Valutazione della qualità dell'aria:* al termine di ogni anno civile il sistema modellistico viene utilizzato per la verifica del rispetto dei limiti previsti dalla norma su tutto il territorio regionale a partire dai campi di concentrazione prodotti dalla catena modellistica integrati/combinati con le misure, sia fisse che indicative, mediante tecniche di assimilazione e tecniche statistiche di stima oggettiva.

In questa sede il sistema sarà utilizzato per la valutazione della qualità dell'aria per il 2016 ovvero per verificare il rispetto dei limiti di legge attraverso la ricostruzione degli andamenti dei parametri fissati dalla normativa per i principali inquinanti.

Qui di seguito viene presentata una descrizione del sistema modellistico e, a seguire, i dettagli dell'analisi effettuata per il 2016.

6.1 La catena modellistica

Le previsioni e ricostruzioni di qualità dell'aria sono realizzate dal sistema modellistico costituito dai seguenti moduli, la cui architettura è illustrata nella Figura 6.1.

- Modello meteorologico prognostico RAMS per il downscaling delle previsioni meteorologiche dalla scala sinottica (previsioni realizzate dalla US-NOAA) alla scala locale;
- Modulo di interfaccia per l'adattamento dei campi meteorologici prodotti da RAMS/WRF ai domini di calcolo innestati di FARM (codice GAP);
- Processore meteorologico per la descrizione della turbolenza atmosferica e per la definizione dei parametri dispersivi (codice SURFPRO);
- Processore per il trattamento delle emissioni (codice EMMA) da fornire come input al modello Euleriano, a partire dai dati dell'inventario nazionale delle emissioni CORINAIR (APAT) e dal modello di traffico ATAC per l'area urbana di Roma;
- Modello Euleriano per la dispersione e le reazioni chimiche degli inquinanti in atmosfera (codice FARM);
- Modulo di post-processing per il calcolo dei parametri necessari alla verifica del rispetto dei limiti di legge (medie giornaliere, medie su 8 ore).

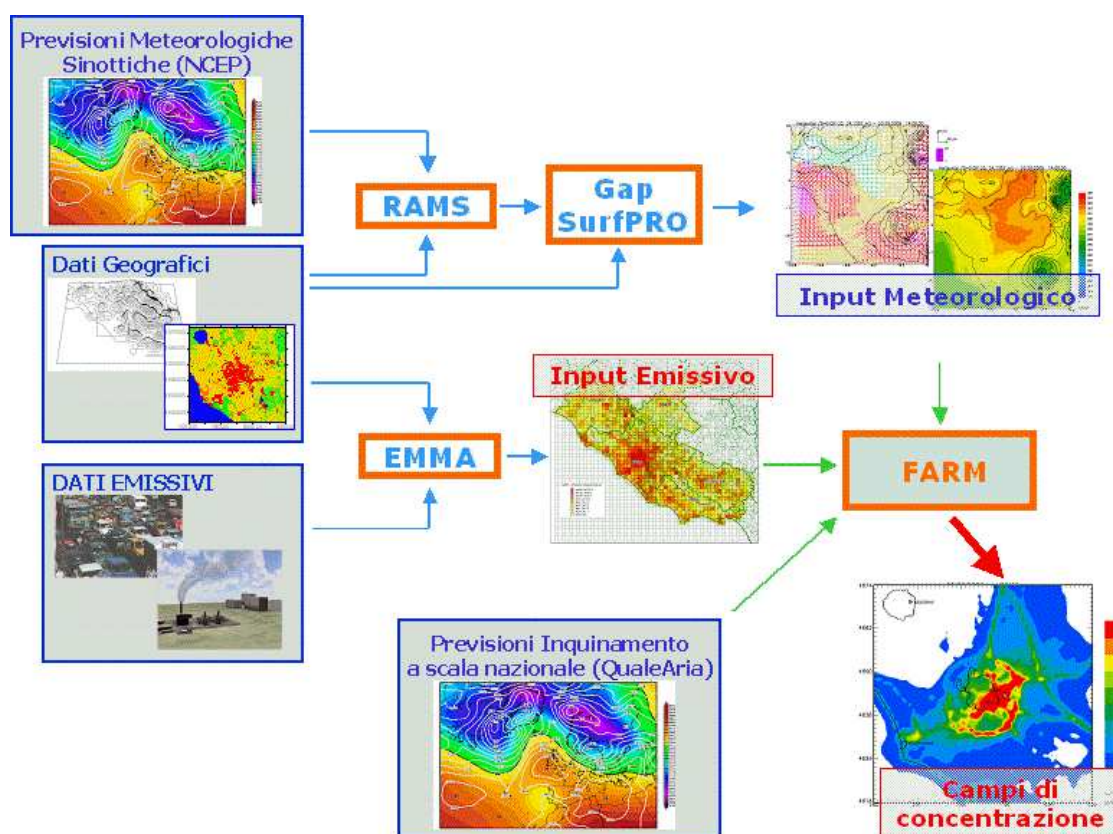


Figura 6.1 - Schema del sistema modellistico

6.2 Domini di calcolo

Il sistema modellistico è applicato simultaneamente alla regione Lazio e a tre porzioni del territorio con una maggiore risoluzione spaziale: l'area metropolitana di Roma, l'intera Valle del Sacco e il comprensorio di Civitavecchia, comprendente la costa da Sant'Agostino a Santa Marinella. La tecnica di nesting dei domini di calcolo permette così di descrivere gli effetti delle sorgenti esterne all'area di interesse e i processi dominati da scale spaziali più grandi della scala urbana, come lo smog fotochimico.

Area	Dominio	risoluzione
Regione Lazio	240 x 200 km ²	4km x 4km
Area di Roma	60 x 60 km ²	1km x 1km
Valle del Sacco	116 x 70 km ²	1km x 1km
Civitavecchia	24 x 24 km ²	1km x 1km

Tabella 6-1 – caratteristiche spaziali dei domini di simulazione

Mentre per l'intera regione la risoluzione è di 4 km, per l'area metropolitana di Roma, per la zona della Valle del Sacco e per Civitavecchia la risoluzione spaziale considerata è di 1 km e permette la descrizione delle principali caratteristiche del territorio e delle aree urbanizzate, senza entrare nella scala di influenza dei canyon stradali.

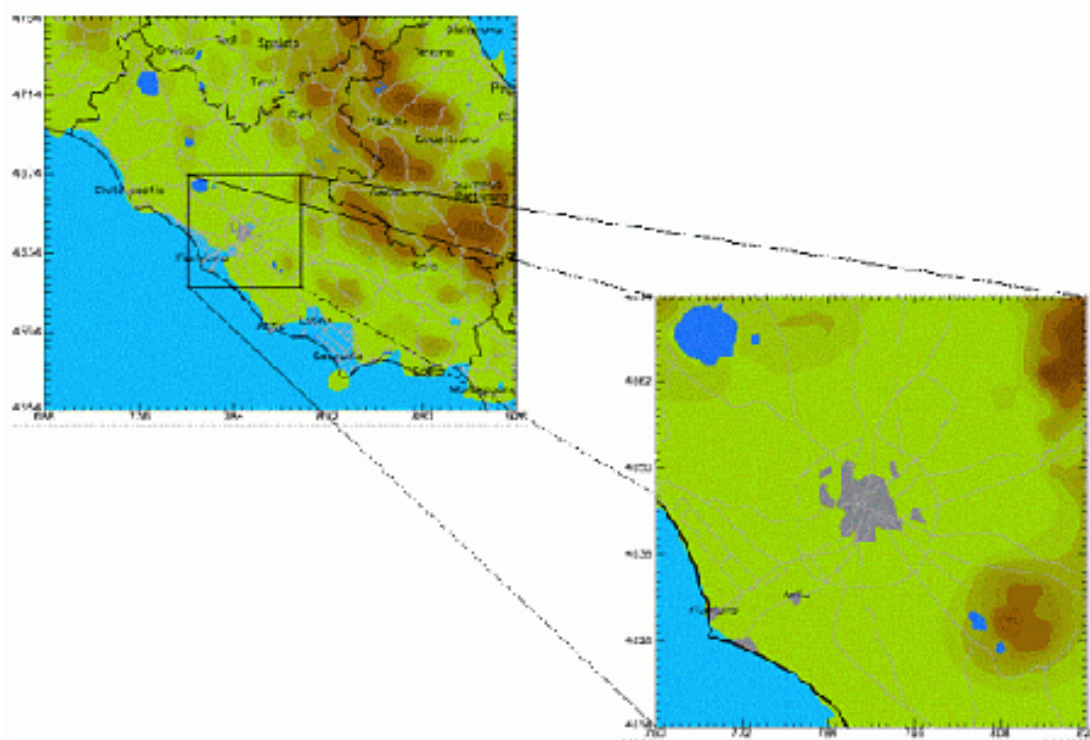


Figura 6.2 – Esempio dei domini di calcolo del sistema modellistico (Lazio a sinistra e Roma a destra)

6.3 Trattamento delle emissioni

Le emissioni orarie sono calcolate per mezzo di un processore (EMMA) che consente la disaggregazione spaziale, la modulazione temporale e la speciazione dei VOC per i dati degli inventari relativi a sorgenti puntuali, areali e lineari utilizzando come informazioni di supporto la cartografia numerica regionale.

La preparazione dei file emissivi da usare come input al codice FARM è stata realizzata a partire da fonti differenti di dati:

- APAT 2005: emissioni diffuse di tutti i settori eccezion fatta per tutti i tratti autostradali e per le emissioni urbane ed extraurbane del comune di Roma;
- Censimento ARPA Lazio: emissioni da sorgenti puntuali;
- Stime di traffico fornite da ATAC Roma, sulla rete primaria di Roma;
- Dati AISCAT per le emissioni autostradale sull'intero dominio.

A titolo di esempio in figura sono illustrate le emissioni totali annue di NO_x delle sorgenti diffuse su base comunale, delle sorgenti puntuali, ed una rappresentazione dei flussi totali di veicoli sulla rete stradale di Roma alle ore 08:00.

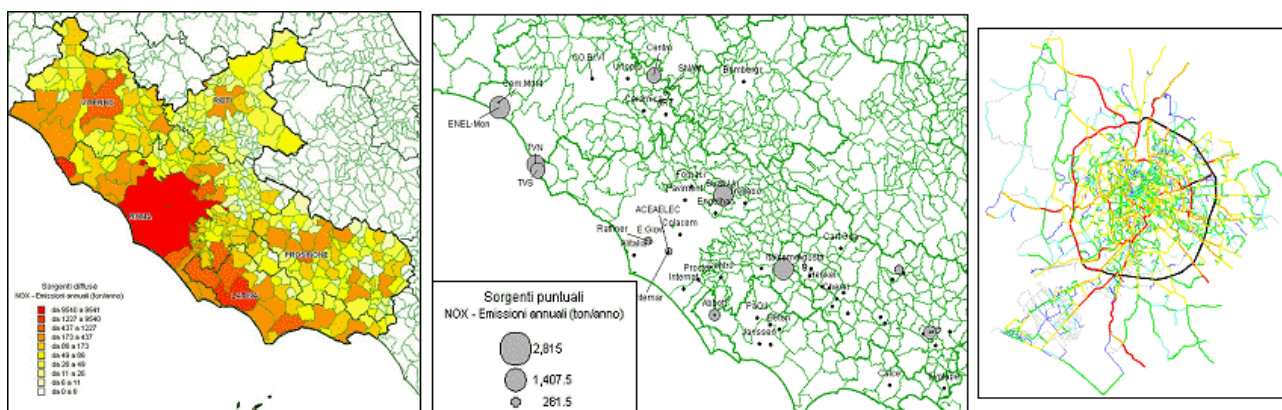


Figura 6.3 - Inventario delle emissioni (diffuse, puntuali e lineari)

6.4 Downscaling e pre-processing meteorologico

I campi meteorologici necessari alla realizzazione della previsione di qualità dell'aria vengono ricostruiti a partire dalle previsioni meteorologiche rese disponibili dal servizio meteorologico degli Stati Uniti d'America (NCEP). I campi meteorologici distribuiti descrivono la dinamica e la termodinamica dell'atmosfera con una risoluzione spaziale orizzontale di 1 grado terrestre e con risoluzione temporale di 3 ore. I campi meteorologici alla mesoscala ed alla scala locale sono quindi ottenuti attraverso l'applicazione del modello meteorologico prognostico non-idrostatico RAMS (Regional Atmospheric Modeling System), che realizza la discesa di scala utilizzando un sistema di 4 griglie di calcolo innestate, aventi risoluzioni orizzontali di 32, 16, 4 e 1 km come si vede nella figura seguente. Nel caso del dominio di Civitavecchia viene utilizzato il modello meteorologico prognostico non idrostatico WRF.

I campi meteorologici previsti da RAMS sono quindi portati sui domini di calcolo del modello di qualità dell'aria, attraverso l'applicazione del modulo di interfaccia GAP (interpolazione spaziale e calcolo della componente verticale della velocità del vento).

Successivamente, viene utilizzato il processore meteorologico SURFPRO per definire i coefficienti di dispersione e le velocità di deposizione degli inquinanti.

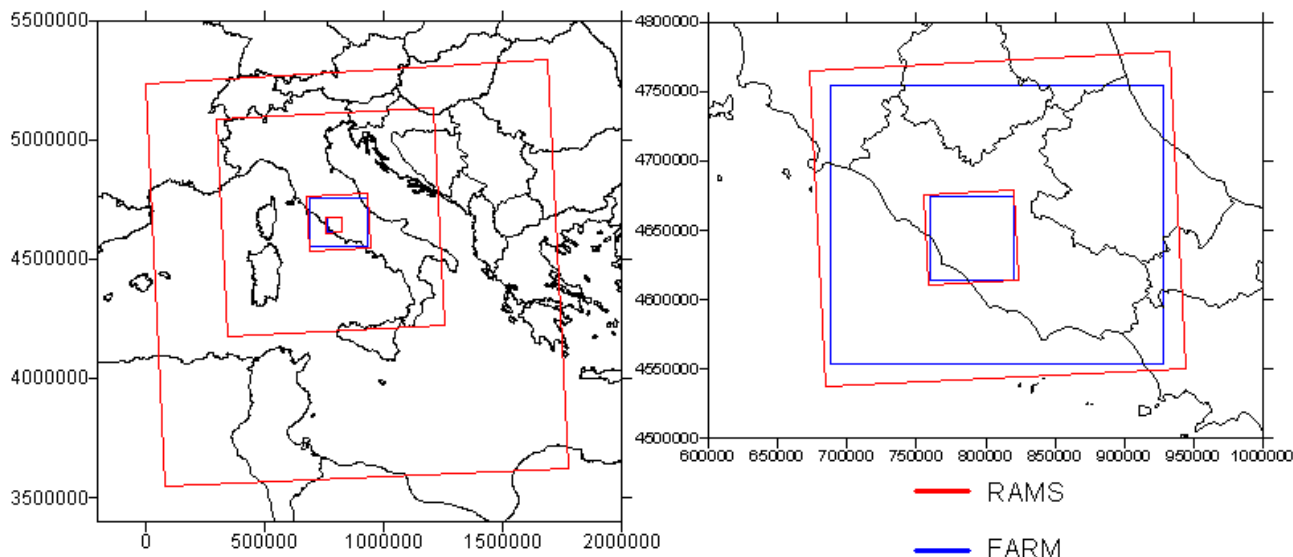


Figura 6.4- Esempio del downscaling del modello meteorologico RAMS e del modello fotochimico FARM.

6.5 Modello fotochimico per la dispersione degli inquinanti in atmosfera

Il modello utilizzato per la simulazione della dispersione e delle reazioni chimiche degli inquinanti è il codice FARM (Flexible Air quality Regional Model), un modello Euleriano tridimensionale di trasporto e chimica atmosferica multifase, configurabile con diversi schemi chimici (SAPRC99 è lo schema chimico operativo) ed in grado di trattare i diversi tipi di materiale particolati. Nel modello, sviluppato da ARIANET S.r.l., sono state implementate tecniche di one-way e two-way nesting.

Per la realizzazione delle previsioni di inquinamento atmosferico sulla regione Lazio, sulla città di Roma e sulla Valle del Sacco, FARM utilizza il two-way nesting applicato a 2 griglie aventi risoluzioni di 4 e 1 km.

Le condizioni iniziali ed al contorno sono costruite a partire dalle previsioni fornite dal sistema QualeAria, su cui si basa il sistema modellistico nazionale MINNI.

6.6 Integrazione delle misure nel sistema modellistico per la valutazione della qualità dell'aria

Le concentrazioni dei diversi inquinanti ricostruite dal sistema modellistico risultano essere in alcuni casi molto distanti dalle concentrazioni misurate dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria. Tali incongruenze sono legate a diversi fattori tra cui, la risoluzione spaziale adottata nelle ricostruzioni modellistiche e le emissioni con le quali viene alimentata la catena modellistica.

La risoluzione spaziale del dominio di calcolo è una misura del dettaglio con cui la ricostruzione modellistica riesce a descrivere i complessi fenomeni fisici e chimici che avvengono in atmosfera. In particolare effettuare una simulazione modellistica ad una risoluzione *target* equivale a trascurare l'insieme dei fenomeni sia meteorologici che chimici caratterizzati da scale spaziali inferiori alla risoluzione *target* scelta. Appare chiaro, a questo punto, che la scelta ottimale sarebbe un'altissima risoluzione spaziale in modo da comprendere nella ricostruzione delle concentrazioni anche fenomeni fisici che avvengono su scale locali. Di fatto la scelta della

risoluzione spaziale non è assolutamente una scelta *libera* poiché deve essere necessariamente compatibile con il dettaglio delle informazioni con cui viene alimentata la catena modellistica, le emissioni, il land-use e l'orografia. In particolare tanto più la base dati emissiva utilizzata è in grado di selezionare spazialmente la quantità di massa che alimenta il modello di dispersione tanto più sarà possibile effettuare una simulazione modellistica ad elevata risoluzione fisicamente realistica.

Nel caso specifico, le simulazioni sono state effettuate su domini con differente risoluzione, il dominio regionale (risoluzione di 4 km x 4 km) e i domini locali a risoluzione 1 km x 1 km. Tale scelta è stata dettata dal fatto che, relativamente al dominio locale di Roma, si ha una descrizione dei flussi di traffico su un grafo stradale piuttosto dettagliato e ciò ha reso possibile una disaggregazione spaziale delle emissioni su scala inferiore rispetto alla scala regionale.

La discrepanza che emerge nel confronto tra modello/misure nei due domini, regionale e locale, è fortemente legata al dettaglio della base dati emissiva che risulta effettivamente carente nel territorio regionale rispetto al dominio di Roma. Se da una parte il confronto misure/modello nel Comune di Roma è confortante, lo stesso confronto nel resto del territorio regionale appare peggiore, in particolare nella zona Valle del Sacco a causa della carenza della base dati emissiva e della bassa risoluzione spaziale da non permettere alla catena modellistica di descrivere i fenomeni di dispersione che avvengono su scala locale caratteristici di aree ad elevata complessità orografica.

Per tali ragioni si è ritenuto opportuno combinare/integrare le misure prodotte dalla rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria con i campi di concentrazione prodotti dalla catena modellistica RAMS/FARM mediante opportune tecniche di *data fusion* (assimilazione a posteriori). Seguendo quanto prodotto in Silibello et al, 2013 (*Application of a chemical transport model and optimized data assimilation methods to improve air quality assessment* pubblicato su Air Quality, Atmosphere & Health, Vol. 2, 2013) le misure sono state assimilate mediante il metodo delle correzioni successive ottimizzando i parametri che gestiscono l'assimilazione, come la rappresentatività dei punti di misura, correlazione orizzontale, correlazione verticale, in base alle caratteristiche dei singoli inquinanti e delle singole misure.

Una delle criticità dell'assimilazione dati è legata al numero ed alla localizzazione delle misure disponibili da integrare con il campo di concentrazione prodotto dal modello. Un numero di punti di misura limitato può notevolmente influire sul campo di concentrazione in modo da sbilanciare la distribuzione spaziale producendo delle incongruità fisico/chimiche non compatibili con la situazione realistica che si vuole ricostruire. Considerando che tale criticità viene accentuata se la risoluzione del sistema modellistico è bassa, come nel caso del dominio regionale (4 km x 4 km), si è deciso di combinare per il PM₁₀ i campi di concentrazione con le misure prodotte dalle numerose campagne sperimentali effettuate nel 2015 su tutto il territorio regionale mediante l'utilizzo del laboratorio mobile. Tali campagne, sebbene siano state realizzate rispettando i requisiti di durata richiesti dal D. Lgs. 155/2010, sono comunque discontinue e limitate nel tempo poiché non coprono l'intero arco annuale, che è il requisito necessario per poter effettuare l'assimilazione.

Per poter utilizzare anche queste informazioni nella procedura di assimilazione, è stata ricostruita, mediante un metodo di stima oggettiva, la serie annuale di concentrazione di PM₁₀ per ogni singola campagna di misura a partire dalle misure discontinue della campagna in oggetto e dalle misure della rete fissa di monitoraggio. La tecnica statistica utilizzata è descritta in Sozzi et al, 2013, *Stimatore statistico lineare per la stima della concentrazione media giornaliera di PM₁₀*, BEA-UNIDEA, 2013/03.

In particolare, considerando l'intero periodo in cui si sono svolte le campagne con mezzo mobile (se per esempio sono state realizzate 4 campagne durante l'intero anno, è l'intero anno il periodo da considerare) sulla base delle serie storiche relative alle varie postazioni *slave* si applichi giorno dopo giorno per l'intero periodo considerato lo stimatore BLUE (3), alla fine si ottiene una serie storica costituita dalle misure realizzate dal mezzo mobile per tutti i giorni in cui era presente nel sito considerato e dalle stime per tutti i giorni in cui il mezzo mobile era assente. Si è dunque applicata la procedura sopra descritta per ottenere delle "stazioni virtuali" nei punti in cui è stato effettuato un monitoraggio nel 2016 che vengono riportati in Tabella 6.2. I valori ricostruiti

con lo stimatore lineare BLUE sono poi stati utilizzati nella procedura di assimilazione per ottenere delle stime più aderenti alla realtà.

Località	Latitudine	Longitudine	n. Campagna	Data Inizio	Data Fine	durata gg	totale
Borgo Montello	41,489	12,7728	I	01/01/2016	01/02/2016	31	59
			II	28/07/2016	25/08/2016	28	
Soriano nel Cimino	42,4362	12,2917	I	04/02/2016	24/02/2016	20	50
	42,4339	12,2915	II	30/08/2016	29/09/2016	30	
Sora	41,7167	13,613	X	06/04/2016	26/04/2016	20	56
	41,6973	13,5792	XI	28/06/2016	03/08/2016	36	
Montefiascone	42,5396	12,0342	II	21/04/2016	12/05/2016	21	51
			III	14/07/2016	26/07/2016	12	
			IV	01/10/2016	19/10/2016	18	
Giuliano di Roma	41,5413	13,2794	I	28/04/2016	26/05/2016	28	45
			II	30/09/2016	16/10/2016	17	
Roccasecca	41,5309	13,6488	I	20/05/2016	15/06/2016	26	26
Albano	41,7244	12,6558	I	05/08/2016	18/09/2016	44	44

Tabella 6.2 - Campagne monitoraggio 2016 ed utilizzate per la valutazione della qualità dell'aria.

Si fa notare come applicando la procedura statistica, nel caso in cui le campagne sperimentali con i mezzi mobili vengano ripetute periodicamente, anno dopo anno, negli stessi punti del territorio, dopo un periodo di transizione (almeno quattro settimane di campagne sperimentali realizzate in un dato sito), si possono ottenere la gerarchia di quadruple delle postazioni *slave* ed i relativi pesi. Ciò comporta che è di fatto possibile attivare la procedura sopra descritta per ricostruire la serie storica relativa al sito considerato, che verrà mantenuta sempre attiva fornendo costantemente una stima di concentrazione media giornaliera. Allo scadere di ogni anno si riaggiognerà la gerarchia delle postazioni *slave* ed i relativi pesi per tener conto di eventuali variazioni nel quadro emissivo locale e non e delle variazioni del quadro meteorologico e micrometeorologico.

Il risultato netto sarà che pur non avendo aggiunto nuove postazioni fisse alla rete di monitoraggio regionale, nei fatti ad essa si aggiungeranno tante postazioni virtuali quanti saranno i siti sedi delle campagne sperimentali periodiche con i mezzi mobili incrementando notevolmente le informazioni disponibili per la valutazione della qualità dell'aria del territorio. Nella regione Lazio è stato realizzato un piano di monitoraggio periodico con i mezzi mobili allo scopo di aggiungere alla rete fissa di monitoraggio almeno una decina di postazioni virtuali localizzate in punti del territorio in cui era necessario incrementare l'informazione della qualità dell'aria.

In sintesi la valutazione della qualità dell'aria sul territorio regionale deriva dalla distribuzione spaziale della concentrazione degli inquinanti ottenuti dall'assimilazione dei campi di concentrazione forniti dal sistema modellistico con i dataset seguenti:

- ✓ Misure orarie o, nel caso del PM₁₀ e PM_{2.5}, giornaliere fornite da tutte le stazioni della rete regionale fissa di monitoraggio della qualità dell'aria;
- ✓ Limitatamente al PM₁₀, ricostruzione delle concentrazioni giornaliere effettuate a partire dalle campagne di misura condotte con il Laboratorio mobile mediante la tecnica di stima oggettiva (Sozzi et al, 2013, *Stimatore statistico lineare per la stima della concentrazione media giornaliera di PM₁₀*, BEA-UNIDEA, 2013/03).

7. Valutazione della qualità dell'aria del 2016

La valutazione della qualità dell'aria è l'elemento base per la verifica del rispetto dei valori limite previsti dal D. Lgs. 155/2010 attuata mediante *“l'utilizzo dei metodi stabiliti dal presente decreto per misurare, calcolare, stimare o prevedere i livelli degli inquinanti.”*. I metodi stabiliti dalla norma fanno riferimento a diversi strumenti di controllo della qualità dell'aria: la gestione della rete fissa di monitoraggio, le misure indicative effettuate tramite laboratori mobili (per loro natura discontinue nel tempo), l'applicazione di metodi statistici di stima oggettiva e l'utilizzo di catene modellistiche in grado di spazializzare la concentrazione degli inquinanti. L'integrazione dei suddetti elementi, così profondamente differenti tra loro, è l'obiettivo che ci si è posti per effettuare una valutazione della qualità dell'aria che tenesse in considerazione sia dell'intrinseca precisione delle misure sperimentali sia delle capacità descrittive di un modello di simulazione.

Appare chiaro come l'unico strumento che abbiamo a disposizione per poter determinare i livelli di concentrazione su tutto il territorio sia un sistema modellistico che, a partire dalle caratteristiche meteorologiche, micro meteorologiche, orografiche ed emissive del territorio, sia in grado di ricostruire la dispersione, le trasformazioni chimiche (sia in fase gassosa che solida) delle sostanze che vengono immesse (e delle sostanze che risiedono) in atmosfera. D'altra parte è necessario sfruttare le notevoli informazioni, sia in termini di precisione che accuratezza, che una serie di punti di misura, fissi o mobili, sono in grado fornire anche se solo in un numero limitato di punti del territorio

Si è deciso di combinare le misure sperimentali effettuate tramite la rete fissa con il sistema modellistico tramite tecniche di assimilazione in modo da conservare le capacità descrittive del sistema modellistico introducendo, nel sistema stesso, le informazioni prodotte dalla rete di monitoraggio tramite tecniche di assimilazione. Relativamente alle misure indicative di PM_{10} effettuate con il mezzo mobile, a causa della loro intrinseca criticità legata alla scarsa copertura temporale, sono state sfruttate impiegando un metodo statistico di stima oggettiva per ricostruire la serie temporale annuale a partire dalle poche osservazioni svolte e dalle misure della rete fissa.

Il risultato dell'integrazione degli strumenti previsti dalla norma ha permesso di ottenere le mappe di concentrazione dei diversi inquinanti più realistiche possibili nei 2 diversi domini di simulazione, il Lazio (4 km x 4 km) e l'area di Roma (1 km x 1 km).

7.1 Distribuzione spaziale della concentrazione di PM₁₀

Di seguito è riportata la mappa di concentrazione media annua del 2016 di PM₁₀ nei 2 domini di simulazione. Il PM₁₀ si accumula in maggior misura nelle zone Valle del Sacco e Agglomerato di Roma.

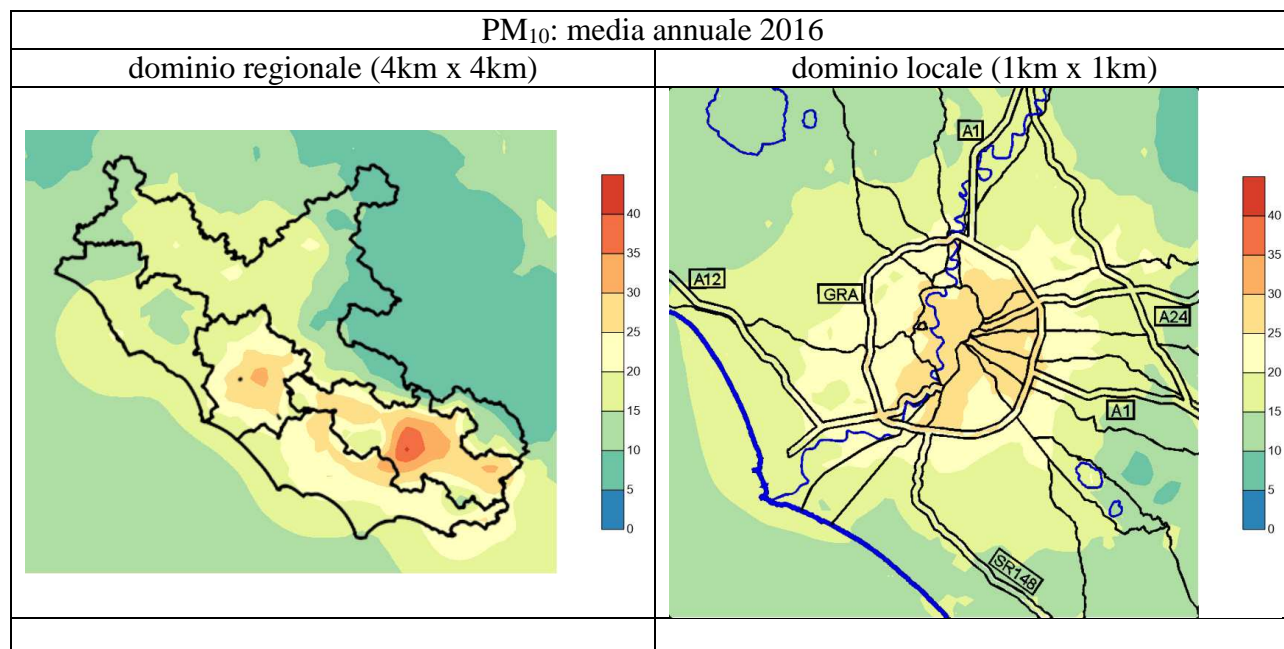


Figura 7.1 – Distribuzione spaziale della media annua di PM₁₀ nel 2016 sui 2 domini di simulazione.

La zona Appenninica e Litoranea (Figura 7.1 sinistra) non risultano affette da livelli superiori al valore limite normativo. Ciò è dovuto, nel primo caso, principalmente ad un carico emissivo non così concentrato come nelle altre zone regionali, nel secondo caso a delle caratteristiche micrometeorologiche favorevoli alla dispersione degli inquinanti tipiche delle aree costiere.

La zona Valle del Sacco (Figura 7.1 sinistra) presenta la situazione critica con valori di concentrazione vicino o superiori al limite di 40 µg/m³ nell'area centrale della Zona.

Nell'Agglomerato di Roma (Figura 7.1 destra) i valori sono inferiori al valore limite annuale. I valori di concentrazione più elevati sono all'interno del GRA escludendo le aree verdi (Parco dell'Insugherata, la Tenuta dei Massimi, l'Inviolatella, il Parco dell'Appia Antica, il parco delle Sabine).

La distribuzione spaziale del numero di superamenti del valore limite di 50 µg/m³ (Figura 7.2) risulta critica nella Zona Valle del Sacco (Figura 7.2 sinistra) con eventi critici nell'area centrale, in cui si stimano circa 80 superamenti annui. All'interno dell'agglomerato di Roma (Figura 7.2 destra) l'area con il maggior numero di superamenti è nel centro città e sul raccordo anulare, nell'area SudEst.

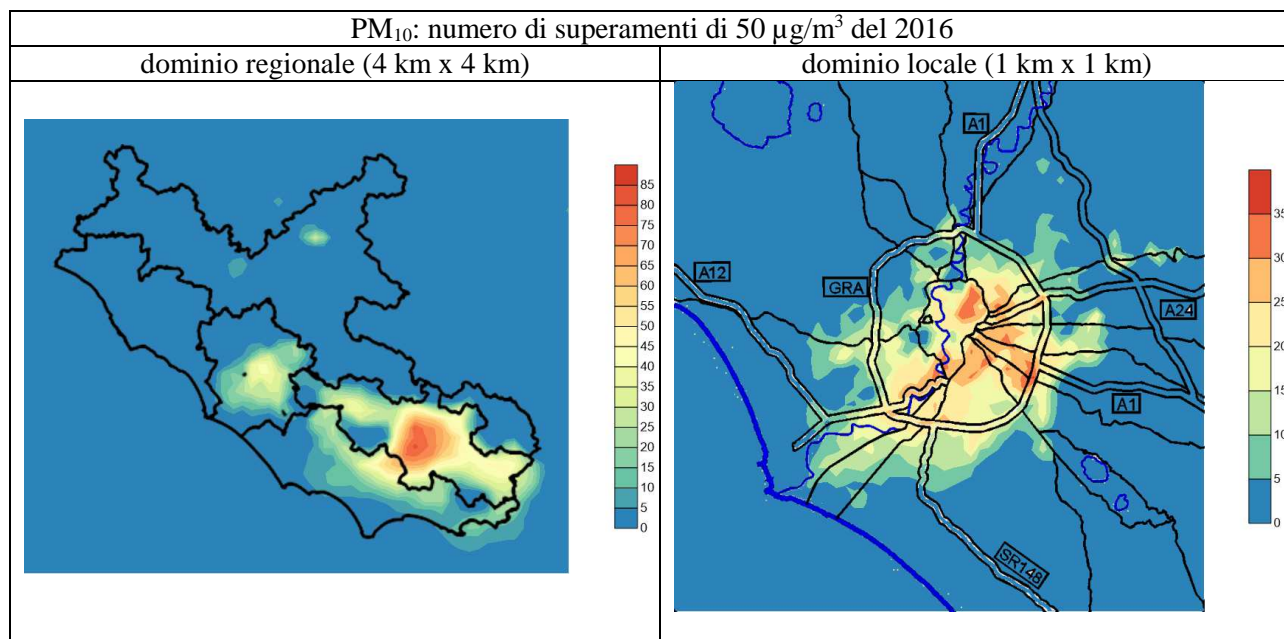


Figura 7.2 – Distribuzione spaziale del numero di superamenti di 50 µg/m³ di PM₁₀ nel 2016 sui 2 domini di simulazione.

7.2 Distribuzione spaziale della concentrazione di PM_{2.5}

In Figura 7.3 è riportata la distribuzione spaziale della concentrazione media annuale di PM_{2.5} per il 2016.

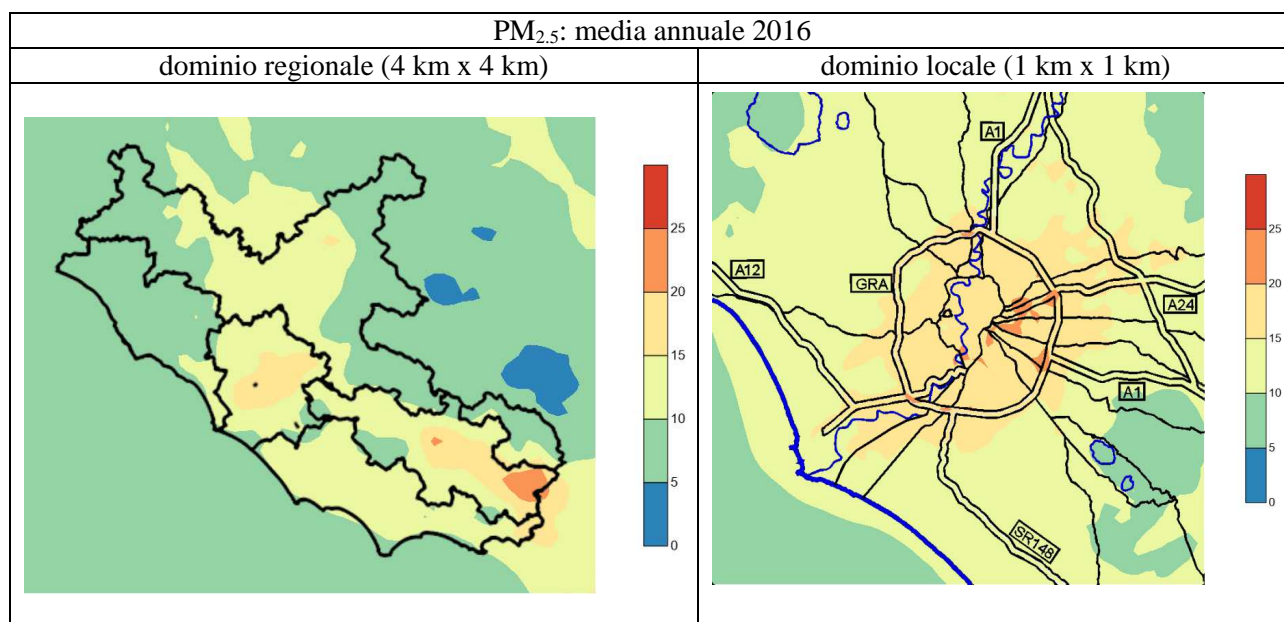


Figura 7.3 – Distribuzione spaziale della media annua di PM_{2.5} nel 2016 sui 2 domini di simulazione.

La distribuzione spaziale della concentrazione media annua di PM_{2.5} presenta valori più elevati nella Valle del Sacco (Figura 7.3), con un massimo nella zona di Cassino e Frosinone, e nel settore Centro-Est dell'Agglomerato di Roma (Figura 7.3 a destra).

7.3 Distribuzione spaziale della concentrazione di NO₂

Di seguito viene riportata la distribuzione media annuale di NO₂ nel dominio regionale e nel dominio locale di Roma.

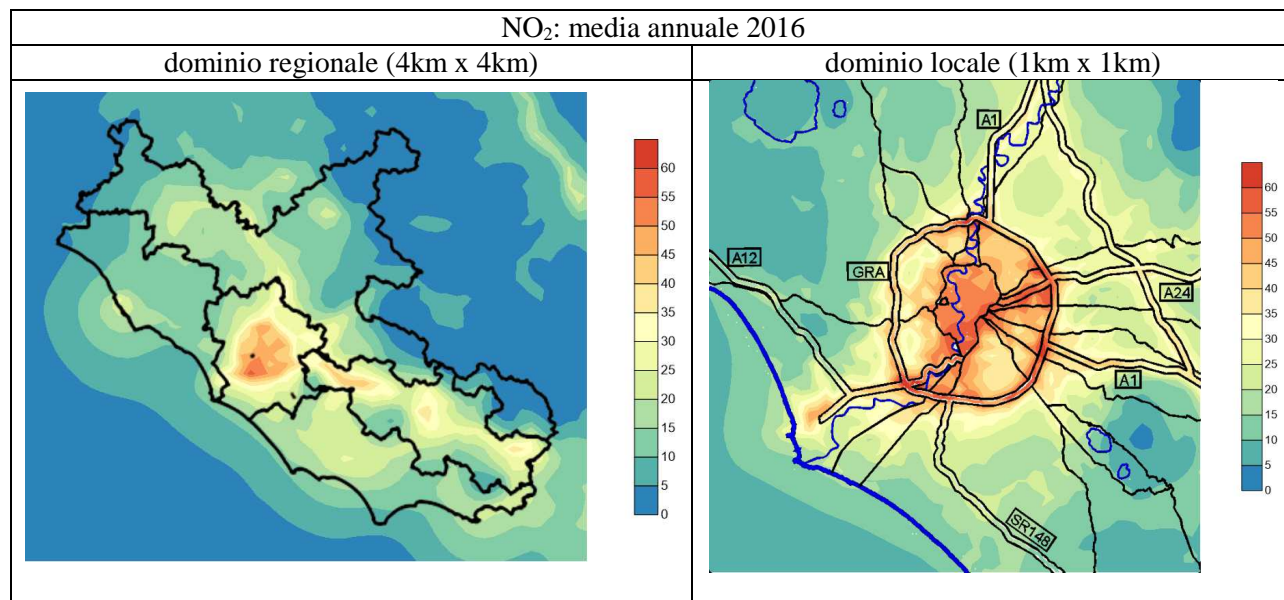


Figura 7.4 – Distribuzione spaziale della media annua di NO₂ nel 2016 sui 2 domini di simulazione.

Le Zone Valle del Sacco e Agglomerato di Roma presentano dei valori per le concentrazioni di NO₂ più elevate rispetto al resto del territorio regionale. La situazione più critica si registra nell'Agglomerato di Roma, in particolare nell'area metropolitana, dove le concentrazioni sono superiori al valore limite annuale di 40 µg/m³.

Nell'Agglomerato di Roma (Figura 7.4 a destra), le maggiori criticità risultano interessare gran parte dell'area urbana con particolare riferimento al Gran Raccordo Anulare, al tratto urbano della A24 e l'area SudOvest della zona urbana. Le concentrazioni medie annuali sono inferiori nelle aree verdi urbane, a ovest della città, la riserva dell'Insugherata e il parco naturale della Tenuta dei Massimi e il parco dell'Appia Antica.

Nelle aree esterne all'Agglomerato di Roma (Figura 7.4 a destra) si osservano le concentrazioni maggiori, comunque inferiori al valore limite annuale, in prossimità delle maggiori arterie stradali e autostradali e in prossimità delle aree di Fiumicino, Frosinone, Cassino e la zona di Colleferro.

7.4 Distribuzione spaziale della concentrazione di O₃

Relativamente all'ozono, in Figura 7.5 viene riportata la distribuzione spaziale del numero di superamenti del limite di 120 µg/m³, calcolato come massimo della media mobile delle 8 ore, nei 2 domini di calcolo.

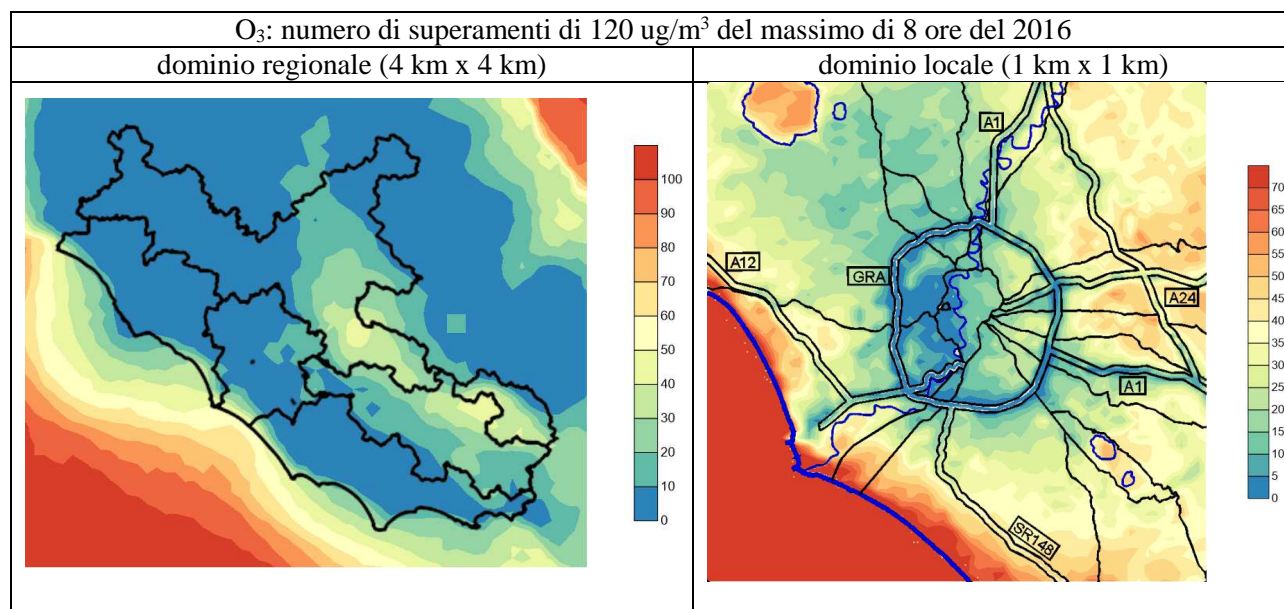


Figura 7.5 – Distribuzione spaziale del numero di superamenti di 120 µg/m³ (max della media di 8 ore) di O₃ nel 2016 sui 2 domini di simulazione.

Nel Lazio (Figura 7.5 a sinistra), le aree con il maggior numero di superamenti sono nell'entroterra del territorio regionale, nella Zona Appenninica e nella Valle del Sacco con due aree più critiche rispettivamente presso il parco dei Simbruini e in Valle del Sacco (Figura 7.5 sinistra) presso Fontechiari. Nell'agglomerato di Roma, oltre all'influenza del mare sulla costa, è l'area centro-est a presentare un numero di superamenti più elevato. (Figura 7.5 destra).

7.5 Distribuzione spaziale della concentrazione di Benzene

La distribuzione media annua della concentrazione di benzene evidenzia i valori maggiori all'interno dell'area metropolitana (Figura 7.6 a destra) e nella parte centrale della Valle del Sacco. Tali valori rimangono comunque inferiori al valore limite annuo previsto dalla normativa, pari a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

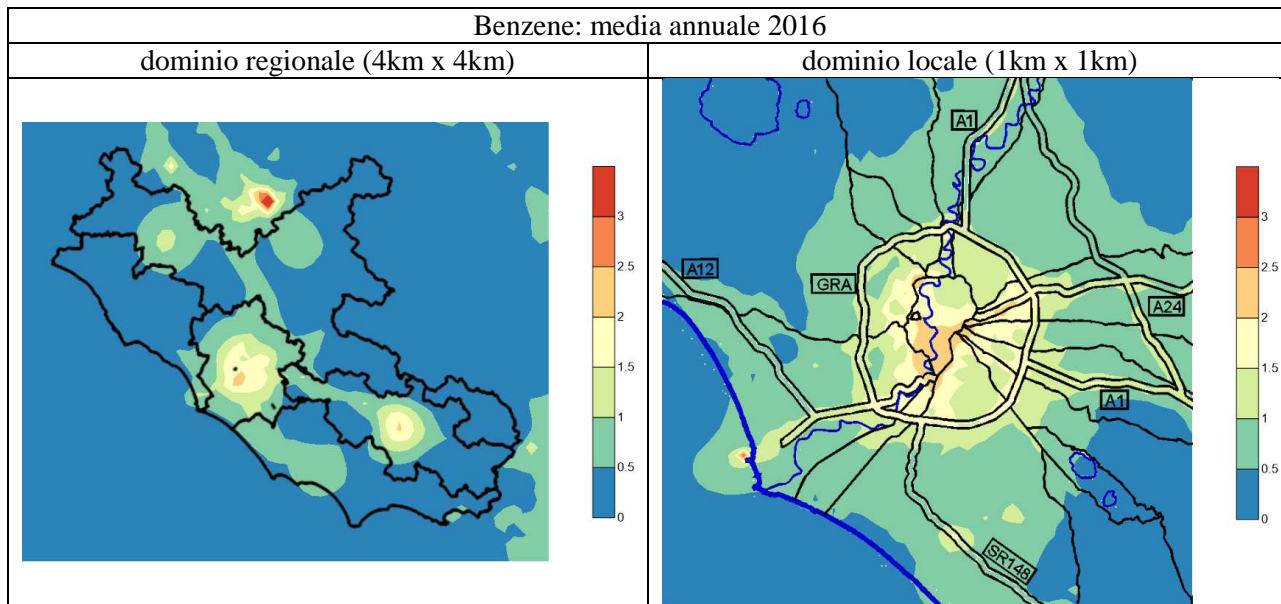


Figura 7.6 – Distribuzione spaziale della media annua di Benzene nel 2016 sui 2 domini di simulazione.

7.6 Caratterizzazione comunale dello stato della qualità dell'aria

Una volta effettuata la valutazione della qualità dell'aria nel territorio regionale, si effettua la caratterizzazione per ogni comune dello stato della qualità dell'aria. E' necessario, prima di procedere, fare alcune considerazioni relative alla risoluzione del sistema modellistico.

Il modello di dispersione fornisce, come riportato nei paragrafi precedenti, il campo di concentrazione dei diversi inquinanti su ognuno dei 2 domini di indagine, il primo che si estende per tutto il territorio regionale con una risoluzione orizzontale pari a 4 km x 4 km, il secondo che comprende l'area metropolitana di Roma con una risoluzione orizzontale pari a 1 km x 1 km. La risoluzione di un modello equivale ad una discretizzazione dello spazio all'interno del quale calcolare i campi di concentrazione. Ciò significa che il modello è in grado di fornire i valori medi orari di concentrazione su celle di dimensioni pari alla risoluzione orizzontale scelta per ogni simulazione a partire dai quali vengono poi calcolati gli standard di legge riportati nei paragrafi precedenti. Prendendo ad esempio l'area del Comune di Roma, la sua estensione è ben più ampia della risoluzione orizzontale della simulazione modellistica (in questo caso è pari ad 1 km x 1 km), ciò implica che all'interno del Comune di Roma lo spazio è discretizzato da un numero elevato di celle, ognuna con caratterizzata da un valore di concentrazione.

Al fine di caratterizzare lo stato di qualità dell'aria rappresentativo del comune di Roma, per ogni inquinante, è stato necessario fare una scelta tra diverse alternative, in particolare:

- ✓ la media pesata di ogni singola cella in funzione della percentuale di superficie areale che è localizzata all'interno del dominio di Roma;
- ✓ il valore massimo tra le celle che si trovano all'interno dell'Area di Roma.

Per ragioni cautelative il parametro utilizzato è stato il valore massimo.

Ovviamente la medesima scelta è stata fatta per tutti i comuni della Regione Lazio. Per completezza, nell'Allegato 1 vengono comunque riportati i valori minimi e medi (pesati) di concentrazione stimati per ogni singolo Comune.

Nei paragrafi seguenti vengono riportate le caratterizzazioni in base alla valutazione dello stato della qualità dell'aria del 2016, per ogni comune delle quattro zone in cui è suddiviso il territorio del Lazio.

Per chiarezza, Tabella 7.1, si riporta la descrizione dei parametri riportati nelle Tabelle 7.2 – 7.5.

<i>inquinante</i>	<i>parametro</i>	<i>descrizione</i>
PM ₁₀	media	media annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	superi	numeri di superamenti giornalieri di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM _{2,5}	media	media annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NO ₂	media	media annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	superi	numeri di superamenti orari di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
C ₆ H ₆	media	media annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	superi	numero di superamenti di 10 mg/m^3 della media mobile massima su 8 ore 50
SO ₂	superi	numeri di superamenti giornalieri di 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
O ₃	superi	numeri di superamenti giornalieri di 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media su 3 anni)

Tabella 7.1 – descrizione dei parametri

7.6.1 Agglomerato di Roma

In Tabella 7.2 è riportata la caratterizzazione, per ogni comune dell'Agglomerato di Roma, in base alla valutazione dello stato della qualità dell'aria del 2016.

IT1215 AGGLOMERATO ROMA												
Provincia	cod istat	nome	Area (km ²)	PM ₁₀		PM _{2.5}	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	O ₃
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
RM	12058003	Albano Laziale	23,9	19	5	13	23	0	0,78	0	0	31
RM	12058005	Anguillara Sabazia	65	15	0	12	13	0	0,45	0	0	33
RM	12058009	Ariccia	18,2	19	3	13	23	0	0,70	0	0	31
RM	12058015	Campagnano di Roma	46,1	15	0	13	18	0	0,48	0	0	25
RM	12058018	Capena	29,5	18	3	16	39	2	1,17	0	0	27
RM	12058022	Castel Gandolfo	14,6	20	5	13	24	0	0,77	0	0	32
RM	12058024	Castelnuovo di Porto	30,8	18	3	16	41	1	1,24	0	0	26
RM	12058118	Ciampino	11	27	24	19	59	0	1,88	0	0	24
RM	12058036	Fiano Romano	41,8	16	2	14	31	0	1,17	0	0	28
RM	12058122	Fonte Nuova	20,2	21	9	17	35	0	1,01	0	0	29
RM	12058038	Formello	31,4	17	1	13	22	0	0,65	0	0	20
RM	12058039	Frascati	22,7	21	6	15	45	0	1,59	0	0	25
RM	12058046	Grottaferrata	18,2	20	6	13	29	0	0,97	0	0	28
RM	12058047	Guidonia Montecelio	78,8	23	21	18	35	0	1,08	0	0	34
RM	12058057	Marino	25,1	23	13	15	34	0	1,18	0	0	28
RM	12058059	Mentana	24,1	20	8	17	34	0	0,99	0	0	28
RM	12058064	Monte Porzio Catone	9,4	19	0	14	44	0	1,59	0	0	26
RM	12058065	Monterotondo	40,5	20	9	17	34	0	0,99	0	0	28
RM	12058068	Morlupo	24	17	3	15	21	0	0,60	0	0	25
RM	12058081	Riano	24,9	18	1	15	39	1	1,15	0	0	26
RM	12058086	Rocca di Papa	40	19	2	11	17	0	0,59	0	0	31
RM	12058091	Roma	1307,7	30	36	22	67	4	2,40	0	0	50
RM	12058093	Sacrofano	28,5	16	0	13	23	0	0,67	0	0	21
RM	12058098	Sant'Angelo Romano	21,5	21	3	16	35	0	1,01	0	0	28
RM	12058104	Tivoli	68,4	23	21	18	40	0	1,51	0	0	31

(**) -calcolato come media su 3 anni

Tabella 7.2 - caratterizzazione dei comuni nell'Agglomerato di Roma

Le criticità nell'Agglomerato di Roma sono legate al PM₁₀, NO₂ e O₃:

- Relativamente al PM₁₀, la criticità è rappresentata dal numero massimo di superamenti giornalieri di 50µg/m³ consentiti nel Comune di Roma;
- La media annuale di NO₂ è superiore al valore limite di 40 µg/m³ nei Comuni di Ciampino, Monte Porzio Catone, Frascati, Roma, Castelnuovo di Porto;

- Per l'O₃, il numero di superamenti come massimo della media mobile di 8 ore dei 120 µg/m³ supera il numero massimo consentito (25 annui) per la maggior parte dei comuni dell'Agglomerato con l'eccezione di Campagnano, Ciampino, Formello, Frascati, Morlupo e Sacrofano.

7.6.2 Zona Valle del Sacco

In Tabella 7.3 è riportata la caratterizzazione, per ogni comune della Zona Valle del Sacco, in base alla valutazione dello stato della qualità dell'aria del 2016.

IT1212 ZONA VALLE DEL SACCO												
Provincia	cod istat	nome	Area (km ²)	PM ₁₀		PM _{2,5}	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	O ₃
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
FR	12060002	Acuto	13,4	20	3	10	18	0	0,32	0	0	24
FR	12060003	Alatri	97,2	33	66	18	33	0	0,97	0	0	25
FR	12060005	Amaseno	77,2	35	73	15	24	0	0,70	0	0	19
FR	12060006	Anagni	113,8	28	32	14	39	3	1,05	0	0	24
FR	12060007	Aquino	19,2	31	48	23	40	0	0,48	0	0	24
FR	12060008	Arce	39,5	32	60	18	27	0	0,54	0	0	28
FR	12060009	Arnara	12,3	38	77	18	31	0	1,09	0	0	21
FR	12060010	Arpino	56	28	44	15	16	0	0,35	0	0	29
FR	12060012	Ausonia	20,1	25	30	19	23	0	0,44	0	0	18
FR	12060014	Boville Ernica	28,2	34	71	17	26	0	0,79	0	0	28
FR	12060015	Broccostella	12	24	26	13	11	0	0,28	0	0	28
RM	12058020	Carpineto Romano	86,4	25	34	11	16	0	0,43	0	0	18
FR	12060018	Casalvieri	27,2	16	1	11	5	0	0,25	0	0	29
FR	12060019	Cassino	82,8	31	47	23	37	0	0,53	0	0	27
FR	12060020	Castelliri	15,5	29	44	14	14	0	0,35	0	0	29
FR	12060021	Castelnuovo Parano	10	28	35	21	26	0	0,40	0	0	18
FR	12060023	Castro dei Volsci	58,3	38	77	17	30	0	1,00	0	0	21
FR	12060022	Castrocielo	27,9	30	46	21	30	0	0,48	0	0	25
RM	12058026	Cave	17,7	26	23	14	38	0	0,67	0	0	22
FR	12060024	Ceccano	60,5	41	82	22	38	0	2,00	0	0	23
FR	12060025	Ceprano	38	33	66	17	27	0	0,69	0	0	24
FR	12060026	Cervaro	39,2	29	41	22	31	0	0,53	0	0	25
FR	12060027	Colfelice	14,2	30	48	18	27	0	0,49	0	0	27
RM	12058034	Colleferro	27,6	30	38	14	45	0	0,68	0	0	19
RM	12058035	Colonna	3,5	22	6	11	34	0	0,88	0	0	17
FR	12060030	Coreno Ausonio	26	25	30	19	23	0	0,44	0	0	20

IT1212 ZONA VALLE DEL SACCO												
Provincia	cod istat	nome	Area (km2)	PM ₁₀		PM _{2.5}	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	O ₃
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
FR	12060031	Esperia	108,8	29	40	20	26	0	0,39	0	0	21
FR	12060032	Falvaterra	12,8	30	55	17	23	0	0,39	0	0	21
FR	12060033	Ferentino	80,6	33	66	18	37	1	1,44	0	0	25
FR	12060036	Fontana Liri	16	30	51	17	19	0	0,40	0	0	28
FR	12060037	Fontechiari	16,2	24	26	13	11	0	0,28	0	0	29
FR	12060038	Frosinone	47	38	81	22	38	0	2,00	0	0	25
FR	12060039	Fumone	14,8	28	48	14	32	0	0,64	0	0	24
RM	12058040	Galliciano nel Lazio	26	23	6	13	33	0	0,91	0	0	20
RM	12058041	Gavignano	14,9	29	38	13	33	1	0,59	0	0	18
RM	12058042	Genazzano	32,1	30	37	14	45	0	0,62	0	0	24
FR	12060041	Giuliano di Roma	34	41	82	17	31	0	1,09	0	0	19
RM	12058045	Gorga	26,4	26	29	12	23	0	0,51	0	0	18
FR	12060043	Isola del Liri	16,2	28	43	14	14	0	0,32	0	0	29
RM	12058049	Labico	11,8	26	23	14	42	0	0,91	0	0	18
FR	12060044	Monte San Giovanni Campano	48,6	32	60	17	21	0	0,49	0	0	28
RM	12058060	Monte Compatri	24,3	24	12	14	35	0	0,98	0	0	21
RM	12058062	Montelanico	35	26	30	11	25	0	0,41	0	0	18
FR	12060045	Morolo	26,5	28	50	14	24	0	0,84	0	0	20
RM	12058073	Olevano Romano	26,1	22	3	11	23	0	0,38	0	0	26
RM	12058074	Palestrina	47,1	26	23	14	42	0	0,91	0	0	23
FR	12060046	Paliano	70,1	30	38	14	45	2	0,62	0	0	23
FR	12060047	Pastena	42	31	59	16	23	0	0,44	0	0	22
FR	12060048	Patrica	27	38	76	18	37	0	1,45	0	0	20
FR	12060051	Pico	32,7	27	41	18	20	0	0,30	0	0	22
FR	12060052	Piedimonte San Germano	17,4	31	48	23	40	0	0,49	0	0	24
FR	12060053	Piglio	35,2	22	6	11	22	0	0,35	0	0	26
FR	12060054	Pignataro Interamna	24,6	31	48	23	40	0	0,49	0	0	18
FR	12060055	Pofi	30,7	38	77	17	30	0	1,00	0	0	21
FR	12060056	Pontecorvo	88,2	30	46	21	30	0	0,48	0	0	21
FR	12060057	Posta Fibreno	9,1	17	1	10	4	0	0,23	0	0	28
FR	12060058	Ripi	31,4	35	73	17	29	0	0,85	0	0	25
FR	12060059	Rocca d'Arce	11,5	30	51	18	24	0	0,44	0	0	28
RM	12058088	Rocca Priora	28	25	17	12	33	0	0,65	0	0	21
FR	12060060	Roccasecca	43,3	29	43	20	30	0	0,48	0	0	28

IT1212 ZONA VALLE DEL SACCO												
Provincia	cod istat	nome	Area (km2)	PM ₁₀		PM _{2.5}	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	O ₃
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
RM	12058119	San Cesareo	22,7	26	21	14	42	0	1,04	0	0	19
FR	12060063	San Giorgio a Liri	15,5	29	45	22	29	0	0,42	0	0	18
FR	12060064	San Giovanni Incarico	24,9	30	48	18	26	0	0,42	0	0	21
FR	12060070	San Vittore del Lazio	27,1	26	29	20	27	0	0,70	0	0	25
FR	12060065	Sant'Ambrogio sul Garigliano	9	27	31	21	24	0	0,44	0	0	20
FR	12060066	Sant'Andrea del Garigliano	16,9	27	31	21	24	0	0,44	0	0	20
FR	12060067	Sant'Apollinare	17	29	45	22	29	0	0,53	0	0	20
FR	12060069	Santopadre	21,5	26	33	15	14	0	0,32	0	0	28
RM	12058102	Segni	61,3	29	38	13	39	0	0,55	0	0	18
FR	12060071	Serrone	15,4	21	3	11	20	0	0,32	0	0	26
FR	12060073	Sgurgola	19,3	27	30	14	34	2	1,05	0	0	20
FR	12060075	Strangolagalli	10,5	33	66	17	23	0	0,69	0	0	26
FR	12060076	Supino	35,3	35	68	16	37	0	1,44	0	0	20
FR	12060079	Torrice	18,2	36	76	20	31	0	1,17	0	0	25
FR	12060082	Vallecorsa	39,7	31	65	13	18	0	0,48	0	0	21
FR	12060083	Vallemaio	19,5	28	35	21	26	0	0,41	0	0	20
RM	12058110	Valmontone	40,7	30	37	14	45	0	0,91	0	0	19
FR	12060085	Veroli	120,3	34	71	17	30	0	0,92	0	0	28
FR	12060086	Vicalvi	8,2	17	1	10	4	0	0,23	0	0	28
FR	12060089	Villa Santa Lucia	18,2	31	48	23	40	0	0,49	0	0	27
FR	12060090	Villa Santo Stefano	20,3	37	76	15	24	0	0,74	0	0	18
RM	12058114	Zagarolo	29	24	12	14	41	0	1,04	0	0	20

(**) –calcolato come media su 3 anni

Tabella 7.3 - caratterizzazione dei comuni nella Valle del Sacco

Le criticità nella zona Valle del Sacco sono:

- Per il PM₁₀, la media annua è superiore al valore limite di 40 µg/m³ nel comune di Ceccano, mentre il numero massimo di superamenti di 50µg/m³ giornalieri è superiore al limite consentito (35 annui) per anno civile in 51degli 82 Comuni totali;
- La media annuale di NO₂ supera il valore limite per i comuni di Colferro, Genazzano, Labico, Palestrina, Paliano, San Cesareo, Valmontone e Zagarolo, che sono i più vicini all'area di Roma;
- Per l'O₃ come numero di superamenti in massima media mobile delle 8 ore dei 120 µg/m³ per meno della metà dei comuni della Valle (25 su 82 totali).

7.6.3 Zona Appenninica

Nella tabella seguente è riportata la caratterizzazione, per ogni comune della Zona Appenninica, in base alla valutazione dello stato della qualità dell'aria del 2016.

IT1211 ZONA APPENNINICA												
Provincia	cod istat	nome	Area (km2)	PM ₁₀		PM _{2.5}	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	O ₃
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
RI	12057001	Accumoli	86,9	9	0	7	4	0	0,22	0	0	3
FR	12060001	Acquafondata	25,6	12	0	10	7	0	0,74	0	0	10
VT	12056001	Acquapendente	130,3	15	0	10	8	0	0,73	0	0	5
RM	12058001	Affile	15	14	0	8	14	0	0,30	0	0	15
RM	12058002	Agosta	9,5	11	0	8	13	0	0,33	0	0	17
FR	12060004	Alvito	52	14	0	9	3	0	0,22	0	0	14
RI	12057002	Amatrice	174,4	9	0	7	3	0	0,20	0	0	3
RM	12058006	Anticoli Corrado	16	13	0	9	18	0	0,43	0	0	18
RI	12057003	Antrodoto	64	10	0	8	5	0	0,20	0	0	5
RM	12058008	Arcinazzo Romano	28,3	14	0	8	12	0	0,25	0	0	14
RM	12058010	Arsoli	11,9	11	0	9	15	0	0,37	0	0	16
RI	12057004	Ascrea	14,4	12	0	9	9	0	0,30	0	0	10
FR	12060011	Atina	29,8	17	2	12	8	0	0,26	0	0	15
VT	12056003	Bagnoregio	72,6	17	0	11	13	0	0,56	0	0	2
VT	12056006	Bassano in Teverina	12,1	19	1	12	22	0	0,80	0	0	2
RM	12058012	Bellegra	18,7	18	1	10	19	0	0,36	0	0	16
FR	12060013	Belmonte Castello	14,2	22	23	17	18	0	0,35	0	0	15
RI	12057005	Belmonte in Sabina	23,6	18	5	13	16	0	0,71	0	0	9
VT	12056008	Bolsena	63,9	17	0	10	13	0	0,44	0	0	4
VT	12056009	Bomarzo	39,9	19	1	12	21	0	1,07	0	0	2
RI	12057006	Borbona	46,3	11	0	8	5	0	0,21	0	0	4
RI	12057008	Borgo Velino	17,3	12	0	9	6	0	0,24	0	0	6
RI	12057007	Borgorose	148,9	8	0	7	9	0	0,30	0	0	9
VT	12056010	Calcata	7,7	19	3	12	16	0	0,44	0	0	3
RM	12058014	Camerata Nuova	40,2	8	0	6	5	0	0,22	0	0	14
FR	12060016	Campoli Appennino	33,4	14	0	9	4	0	0,21	0	0	13
VT	12056011	Canepina	21	19	1	11	17	0	0,52	0	0	3
RI	12057009	Cantalice	37,7	20	7	14	19	0	0,76	0	0	7
RI	12057010	Cantalupo in Sabina	10,5	18	2	13	19	0	0,51	0	0	5
RM	12058017	Canterano	7,3	12	0	8	15	0	0,35	0	0	16

IT1211 ZONA APPENNINICA												
Provincia	cod istat	nome	Area (km2)	PM ₁₀		PM _{2.5}	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	O ₃
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
VT	12056013	Capodimonte	61,3	16	0	9	13	0	0,40	0	0	3
RM	12058019	Capranica Prenestina	20,2	18	1	10	20	0	0,46	0	0	16
VT	12056015	Caprarola	57,5	19	2	11	18	0	0,63	0	0	3
VT	12056016	Carbognano	17,3	20	2	13	19	0	0,42	0	0	2
FR	12060017	Casalattico	28,3	20	10	13	8	0	0,27	0	0	16
RM	12058021	Casape	5,2	18	1	11	29	0	0,79	0	0	15
RI	12057011	Casaprota	14,6	16	1	12	14	0	0,42	0	0	9
RI	12057012	Casperia	25,4	18	2	12	15	0	0,56	0	0	7
RI	12057013	Castel di Tora	15,7	12	0	9	9	0	0,27	0	0	10
RM	12058023	Castel Madama	28,4	22	3	15	30	0	0,79	0	0	15
RM	12058025	Castel San Pietro Romano	15	23	7	13	28	0	0,51	0	0	12
RI	12057015	Castel Sant'Angelo	31,3	13	0	10	9	0	0,32	0	0	7
VT	12056017	Castel Sant'Elia	24	20	7	13	17	0	0,42	0	0	3
RI	12057014	Castelnuovo di Farfa	9	17	1	12	15	0	0,40	0	0	6
VT	12056018	Castiglione in Teverina	20	16	0	11	11	0	0,69	0	0	2
VT	12056019	Celleno	24,6	18	0	11	15	0	0,50	0	0	2
VT	12056020	Cellere	37,2	15	0	9	9	0	0,30	0	0	3
RM	12058027	Cerreto Laziale	11,7	13	0	9	18	0	0,40	0	0	17
RM	12058028	Cervara di Roma	31,7	11	0	8	13	0	0,33	0	0	16
RM	12058030	Ciciliano	18,9	14	0	10	22	0	0,52	0	0	16
RM	12058031	Cineto Romano	10,5	12	0	9	18	0	0,43	0	0	13
RI	12057016	Cittaducale	71	21	19	16	21	0	0,78	0	0	8
RI	12057017	Cittareale	59	11	0	8	4	0	0,21	0	0	3
VI	12056021	Civita Castellana	83,3	21	9	14	26	0	0,64	0	0	3
VI	12056022	Civitella d'Agliano	32,9	16	0	11	13	0	0,66	0	0	2
RM	12058033	Civitella San Paolo	20,5	19	2	13	26	0	0,62	0	0	4
RI	12057018	Collalto Sabino	22,2	9	0	8	11	0	0,35	0	0	11
RI	12057019	Colle di Tora	14,2	12	0	9	9	0	0,27	0	0	10
FR	12060029	Colle San Magno	44,6	27	36	19	28	0	0,43	0	0	16
RI	12057020	Collegiove	10,8	9	0	8	7	0	0,25	0	0	10
FR	12060028	Collepardo	25	18	4	9	17	0	0,30	0	0	12
RI	12057021	Collevecchio	27,2	19	2	13	25	0	0,63	0	0	3
RI	12057022	Colli sul Velino	13,1	17	2	12	14	0	0,70	0	0	6
RI	12057023	Concerviano	21,5	15	0	11	13	0	0,49	0	0	9

IT1211 ZONA APPENNINICA												
Provincia	cod istat	nome	Area (km2)	PM ₁₀		PM _{2.5}	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	O ₃
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
RI	12057024	Configni	22,7	16	0	11	14	0	0,89	0	0	5
RI	12057025	Contigliano	53,5	20	13	15	18	0	0,76	0	0	7
VT	12056023	Corchiano	32,9	21	9	14	26	0	0,64	0	0	2
RI	12057026	Cottanello	36,5	17	3	12	15	0	0,61	0	0	7
VT	12056024	Fabrica di Roma	34,7	21	9	14	19	0	0,44	0	0	2
VT	12056025	Faleria	25,7	20	7	13	19	0	0,49	0	0	3
RI	12057027	Fara in Sabina	54,9	20	2	14	30	0	0,77	0	0	8
VT	12056026	Farnese	53	14	0	9	7	0	0,31	0	0	3
RI	12057028	Fiamignano	100,7	9	0	8	5	0	0,22	0	0	8
RM	12058037	Filacciano	5,7	18	2	13	24	0	0,61	0	0	5
FR	12060034	Filettino	77,7	7	0	6	4	0	0,19	0	0	9
FR	12060035	Fiuggi	33,1	19	1	10	16	0	0,29	0	0	13
RI	12057029	Forano	17,6	18	2	13	19	0	0,51	0	0	5
RI	12057030	Frasso Sabino	4,4	16	1	12	14	0	0,37	0	0	9
VT	12056027	Gallese	37,3	20	4	14	28	0	0,78	0	0	2
FR	12060040	Gallinaro	17,6	13	0	9	3	0	0,22	0	0	13
RM	12058044	Gerano	10	15	0	9	18	0	0,40	0	0	16
VT	12056028	Gradoli	37,5	16	0	9	10	0	0,35	0	0	4
VT	12056029	Graffignano	29,1	17	0	11	15	0	0,66	0	0	2
RI	12057031	Greccio	17,9	19	7	14	17	0	0,70	0	0	7
VT	12056030	Grotte di Castro	39,3	15	0	9	8	0	0,35	0	0	4
FR	12060042	Guarcino	42,3	15	0	9	14	0	0,26	0	0	12
VT	12056031	Ischia di Castro	104,7	14	0	9	8	0	0,31	0	0	4
RM	12058048	Jenne	32,1	11	0	7	8	0	0,23	0	0	14
RI	12057032	Labro	11,4	16	1	11	14	0	0,70	0	0	7
VT	12056032	Latera	22,7	15	0	9	8	0	0,31	0	0	4
RI	12057033	Leonessa	204,9	13	1	9	6	0	0,25	0	0	5
RM	12058051	Licenza	17,5	12	0	9	14	0	0,37	0	0	15
RI	12057034	Longone Sabino	34,1	16	1	11	14	0	0,55	0	0	10
VT	12056033	Lubriano	16,6	16	0	11	10	0	0,93	0	0	2
RM	12058052	Magliano Romano	21,1	19	1	13	19	0	0,48	0	0	3
RI	12057035	Magliano Sabina	43,7	21	9	14	28	0	0,72	0	0	3
RM	12058053	Mandela	13,2	14	0	10	25	0	0,60	0	0	14
RM	12058055	Marano Equo	7,6	11	0	8	13	0	0,33	0	0	17

IT1211 ZONA APPENNINICA												
Provincia	cod istat	nome	Area (km2)	PM ₁₀		PM _{2.5}	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	O ₃
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
RM	12058056	Marcellina	15,3	22	6	15	26	0	0,62	0	0	13
RI	12057036	Marcetelli	11	10	0	8	6	0	0,24	0	0	10
VT	12056034	Marta	33,3	17	0	9	14	0	0,43	0	0	3
RM	12058058	Mazzano Romano	28,9	19	3	12	18	0	0,45	0	0	3
RI	12057037	Micigliano	37,4	11	0	8	5	0	0,24	0	0	5
RI	12057038	Mompeo	10,9	16	1	12	15	0	0,48	0	0	8
RI	12057039	Montasola	12,6	16	1	11	13	0	0,56	0	0	6
RI	12057043	Monte San Giovanni in Sabina	30,7	16	2	11	14	0	0,60	0	0	7
RI	12057040	Montebuono	19,6	18	1	12	15	0	0,59	0	0	5
VT	12056036	Montefiascone	104,8	19	3	11	18	0	0,60	0	0	3
RM	12058061	Monteflavio	17,2	15	1	11	14	0	0,34	0	0	12
RI	12057041	Monteleone Sabino	18,9	15	1	11	14	0	0,37	0	0	10
RM	12058063	Montelibretti	44,1	20	1	14	31	0	0,82	0	0	10
RI	12057042	Montenero Sabino	22,6	16	1	12	14	0	0,49	0	0	9
VT	12056038	Monterosi	10,8	18	1	11	14	0	0,36	0	0	2
RI	12057044	Montopoli di Sabina	37,6	20	2	14	30	0	0,77	0	0	7
RM	12058066	Montorio Romano	23,8	17	1	12	15	0	0,39	0	0	11
RM	12058067	Moricone	20,1	18	1	13	20	0	0,55	0	0	12
RI	12057045	Morro Reatino	15,8	17	2	12	14	0	0,60	0	0	7
RM	12058069	Nazzano	12,2	19	2	13	26	0	0,62	0	0	5
VT	12056039	Nepi	84	20	3	13	19	0	0,41	0	0	3
RM	12058071	Nerola	18,6	17	1	12	15	0	0,39	0	0	10
RI	12057046	Nespolo	8,7	9	0	7	9	0	0,29	0	0	10
VT	12056040	Onano	24,6	14	0	9	7	0	0,31	0	0	4
VT	12056042	Orte	70,2	20	1	14	28	0	0,84	0	0	2
RI	12057047	Orvinio	24,6	11	0	8	10	0	0,31	0	0	11
RI	12057048	Paganico Sabino	9,2	10	0	8	7	0	0,25	0	0	10
RM	12058075	Palombara Sabina	75,5	20	1	14	31	0	0,82	0	0	13
RM	12058076	Percile	17,6	12	0	9	18	0	0,43	0	0	13
RI	12057049	Pescorocchiano	94,6	10	0	8	9	0	0,29	0	0	10
FR	12060049	Pescosolido	44,6	20	10	12	10	0	0,27	0	0	14
RI	12057050	Petrella Salto	102,2	13	0	9	9	0	0,31	0	0	9
VT	12056043	Piansano	26,5	15	0	9	11	0	0,33	0	0	2
FR	12060050	Picinisco	62	12	0	9	5	0	0,24	0	0	11

IT1211 ZONA APPENNINICA												
Provincia	cod istat	nome	Area (km2)	PM ₁₀		PM _{2.5}	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	O ₃
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
RM	12058077	Pisoniano	13,2	15	0	9	18	0	0,40	0	0	16
RI	12057051	Poggio Bustone	22,3	17	2	12	14	0	0,52	0	0	6
RI	12057052	Poggio Catino	15	18	2	13	16	0	0,45	0	0	7
RI	12057053	Poggio Mirteto	26,5	18	2	13	19	0	0,51	0	0	7
RI	12057054	Poggio Moiano	26,8	15	1	11	14	0	0,36	0	0	10
RI	12057055	Poggio Nativo	16,4	16	1	12	14	0	0,37	0	0	9
RI	12057056	Poggio San Lorenzo	8,7	15	1	11	14	0	0,42	0	0	10
RM	12058078	Poli	21,4	20	1	11	24	0	0,52	0	0	15
RM	12058080	Ponzano Romano	19,2	19	2	13	25	0	0,63	0	0	4
RI	12057057	Posta	66,2	11	0	8	4	0	0,21	0	0	4
RI	12057058	Pozzaglia Sabina	25,2	11	0	8	9	0	0,29	0	0	11
VT	12056044	Proceno	41,9	13	0	9	6	0	0,33	0	0	4
RI	12057059	Rieti	206,5	24	30	18	23	0	1,07	0	0	8
RM	12058082	Rignano Flaminio	38,9	19	2	13	21	0	0,53	0	0	4
RM	12058083	Riofreddo	12,2	12	0	9	18	0	0,43	0	0	15
RI	12057060	Rivodutri	26,9	17	2	12	14	0	0,60	0	0	6
RM	12058084	Rocca Canterano	15,8	13	0	9	16	0	0,39	0	0	17
RM	12058085	Rocca di Cave	11,1	23	7	13	28	0	0,49	0	0	12
RM	12058089	Rocca Santo Stefano	9,7	15	0	9	17	0	0,36	0	0	16
RI	12057062	Rocca Sinibalda	49,4	16	1	11	14	0	0,55	0	0	10
RM	12058087	Roccagiovine	8,6	12	0	9	14	0	0,37	0	0	15
RI	12057061	Roccantica	16,7	18	2	12	15	0	0,50	0	0	7
RM	12058090	Roiate	10,3	17	1	10	16	0	0,30	0	0	14
VT	12056045	Ronciglione	52,3	18	1	11	17	0	0,53	0	0	3
RM	12058092	Roviano	8,3	12	0	9	18	0	0,43	0	0	18
RI	12057063	Salisano	17,5	16	1	12	15	0	0,48	0	0	8
RM	12058094	Sambuci	8,2	14	0	10	25	0	0,60	0	0	18
FR	12060061	San Biagio Saracinisco	31,1	11	0	9	6	0	0,28	0	0	9
FR	12060062	San Donato Val di Comino	35,7	12	0	8	3	0	0,21	0	0	11
RM	12058095	San Gregorio da Sassola	35,2	21	2	14	31	0	0,81	0	0	15
VT	12056047	San Lorenzo Nuovo	28	16	0	9	10	0	0,41	0	0	4
RM	12058096	San Polo dei Cavalieri	42,6	18	1	13	30	0	0,74	0	0	15
RM	12058100	San Vito Romano	12,7	18	1	10	20	0	0,39	0	0	15
FR	12060068	Sant'Elia Fiumerapido	41	28	36	21	30	0	0,45	0	0	14

IT1211 ZONA APPENNINICA												
Provincia	cod istat	nome	Area (km2)	PM ₁₀		PM _{2.5}	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	O ₃
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
RM	12058099	Sant'Oreste	43,5	19	2	13	23	0	0,58	0	0	3
RM	12058101	Saracinesco	11	14	0	10	25	0	0,60	0	0	18
RI	12057064	Scandriglia	63,1	15	1	11	13	0	0,34	0	0	12
RI	12057065	Selci	7,8	18	1	13	16	0	0,48	0	0	4
FR	12060072	Settefrati	50,6	12	0	9	3	0	0,22	0	0	10
FR	12060074	Sora	71,8	28	42	13	14	0	0,31	0	0	17
VT	12056048	Soriano nel Cimino	78,6	19	2	12	21	0	0,80	0	0	3
RI	12057066	Stimigliano	11,4	19	2	13	23	0	0,58	0	0	4
RM	12058103	Subiaco	63,4	14	0	8	14	0	0,30	0	0	15
RI	12057067	Tarano	20,1	18	1	13	18	0	0,59	0	0	4
FR	12060077	Terelle	31,7	27	34	20	26	0	0,39	0	0	15
RI	12057068	Toffia	11,2	16	1	12	14	0	0,37	0	0	8
FR	12060078	Torre Cajetani	11,6	17	1	10	15	0	0,28	0	0	12
RI	12057070	Torri in Sabina	26,2	18	1	13	16	0	0,48	0	0	5
RI	12057069	Torricella in Sabina	25,8	16	2	11	14	0	0,60	0	0	10
RM	12058106	Torrita Tiberina	10,8	19	2	13	26	0	0,62	0	0	5
FR	12060080	Trevi nel Lazio	54,5	12	0	8	9	0	0,22	0	0	12
FR	12060081	Trivigliano	12,7	22	13	11	23	0	0,40	0	0	13
RI	12057071	Turania	8,6	10	0	8	9	0	0,29	0	0	11
RI	12057072	Vacone	9,1	16	1	11	13	0	0,48	0	0	5
VT	12056053	Valentano	43,3	15	0	9	8	0	0,30	0	0	4
RM	12058108	Vallepietra	51,5	8	0	6	4	0	0,20	0	0	12
VT	12056054	Vallerano	15,5	19	2	12	17	0	0,46	0	0	3
FR	12060084	Vallerotonda	59,7	22	23	17	19	0	0,39	0	0	13
RM	12058109	Vallinfreda	16,8	10	0	8	13	0	0,35	0	0	11
RI	12057073	Varco Sabino	24,6	10	0	8	7	0	0,24	0	0	10
VT	12056055	Vasanello	28,6	19	1	13	22	0	0,69	0	0	2
FR	12060087	Vico nel Lazio	45,8	23	21	11	27	0	0,41	0	0	12
RM	12058112	Vicovaro	36,1	18	1	13	30	0	0,74	0	0	15
VT	12056058	Vignanello	20,5	20	2	12	17	0	0,48	0	0	2
FR	12060088	Villa Latina	17	16	3	12	9	0	0,28	0	0	14
VT	12056059	Viterbo	406,3	21	3	12	24	0	1,11	0	0	3
FR	12060091	Viticuso	21,1	16	2	13	11	0	0,74	0	0	13
VT	12056060	Vitorchiano	29,8	19	1	11	22	0	0,70	0	0	2

IT1211 ZONA APPENNINICA												
Provincia	cod istat	nome	Area (km ²)	PM ₁₀		PM _{2.5}	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	O ₃
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
RM	12058113	Vivaro Romano	12,2	10	0	8	13	0	0,35	0	0	11

(**) –calcolato come media su 3 anni

Tabella 7.4 – caratterizzazione dei comuni nella Zona Appenninica

Relativamente al numero massimo di superamenti giornalieri di PM₁₀, l'eccedenza si ha nei comuni di Colle San Magno, Sant'Elia Fiumerapido e Sora, che si trovano al confine con la Valle del Sacco.

7.6.4 Zona Litoranea

Nella tabella seguente è riportata la caratterizzazione, per ogni comune della Zona Litoranea, in base alla valutazione dello stato della qualità dell'aria del 2016.

IT1213 ZONA LITORANEA												
Provincia	cod istat	nome	Area (km ²)	PM ₁₀		PM _{2.5}	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	O ₃
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
RM	12058004	Allumiere	97,9	18	1	9	17	0	0,31	0	0	10
RM	12058007	Anzio	43,5	20	1	12	19	0	0,72	0	0	41
LT	12059001	Aprilia	177,7	23	8	13	23	0	0,97	0	0	6
RM	12058117	Ardea	50,9	24	6	12	24	0	0,94	0	0	45
VT	12056002	Arlena di Castro	22,3	15	0	9	11	0	0,33	0	0	0
RM	12058011	Artena	54,2	30	37	14	45	0	0,78	0	0	12
VT	12056004	Barbarano Romano	37,3	16	0	9	17	0	0,45	0	0	1
VT	12056005	Bassano Romano	37,4	16	0	10	15	0	0,35	0	0	1
LT	12059002	Bassiano	31,6	27	36	13	23	0	0,53	0	0	8
VT	12056007	Blera	92,8	16	0	9	17	0	0,43	0	0	2
RM	12058013	Bracciano	142,4	17	0	10	14	0	0,39	0	0	3
LT	12059003	Campodimele	38,2	21	17	13	13	0	0,28	0	0	21
RM	12058016	Canale Monterano	36,8	15	0	10	13	0	0,31	0	0	2
VT	12056012	Canino	123,5	14	0	9	9	0	0,30	0	0	3
VT	12056014	Capranica	40,7	17	0	10	17	0	0,45	0	0	1
LT	12059004	Castelforte	29,9	24	20	18	22	0	0,47	0	0	19
RM	12058029	Cerveteri	125,4	18	0	11	16	0	0,51	0	0	16
LT	12059005	Cisterna di Latina	142,8	26	26	13	25	0	0,75	0	0	3
RM	12058032	Civitavecchia	72,3	21	1	10	27	0	0,39	0	0	17
LT	12059006	Cori	86	27	31	13	30	0	0,47	0	0	12

IT1213 ZONA LITORANEA												
Provincia	cod istat	nome	Area (km ²)	PM ₁₀		PM _{2.5}	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	O ₃
				media	superi		media	superi				
RM	12058120	Fiumicino	213,4	24	13	15	38	0	1,13	0	0	46
LT	12059007	Fondi	142,3	24	28	12	19	0	0,34	0	0	16
LT	12059008	Formia	73,5	25	24	16	25	0	0,60	0	0	23
LT	12059009	Gaeta	28,5	24	16	12	24	0	0,67	0	0	20
RM	12058043	Genzano di Roma	18,3	24	6	11	21	0	0,49	0	0	18
LT	12059010	Itri	101,2	23	13	12	19	0	0,47	0	0	22
RM	12058116	Ladispoli	26	18	0	11	15	0	0,51	0	0	22
RM	12058050	Lanuvio	44	24	6	12	21	0	0,76	0	0	5
RM	12058115	Lariano	27	27	31	13	33	0	0,58	0	0	10
LT	12059011	Latina	277,8	26	26	14	26	0	0,87	0	0	23
LT	12059012	Lenola	45,7	26	36	12	16	0	0,34	0	0	24
LT	12059013	Maenza	42,6	32	64	13	21	0	0,66	0	0	12
RM	12058054	Manziana	23,8	15	0	10	13	0	0,32	0	0	2
LT	12059014	Minturno	42,1	25	26	17	25	0	0,50	0	0	27
VT	12056035	Montalto di Castro	189,5	15	0	9	8	0	0,30	0	0	42
VT	12056037	Monte Romano	86	16	0	9	17	0	0,53	0	0	2
LT	12059015	Monte San Biagio	66,4	24	28	11	15	0	0,30	0	0	8
RM	12058070	Nemi	7,2	23	5	10	18	0	0,39	0	0	18
RM	12058072	Nettuno	71,8	22	7	12	21	0	0,72	0	0	33
LT	12059016	Norma	30,8	25	26	11	22	0	0,33	0	0	12
VT	12056041	Oriolo Romano	19,2	15	0	10	14	0	0,33	0	0	1
RM	12058079	Pomezia	110,9	24	6	11	25	0	1,00	0	0	56
LT	12059017	Pontinia	112,2	28	50	13	23	0	0,42	0	0	3
LT	12059019	Priverno	56,8	32	64	13	21	0	0,58	0	0	8
LT	12059020	Prossedi	36,1	36	75	14	24	0	0,71	0	0	10
LT	12059022	Rocca Massima	18,1	26	26	12	30	0	0,47	0	0	12
LT	12059021	Roccagorga	24	31	58	13	21	0	0,46	0	0	10
LT	12059023	Roccasecca dei Volsci	23,6	32	67	13	21	0	0,51	0	0	7
LT	12059024	Sabaudia	144,3	24	14	13	23	0	0,53	0	0	30
LT	12059025	San Felice Circeo	32,1	19	0	11	12	0	0,30	0	0	34
RM	12058097	Santa Marinella	49,3	20	1	10	23	0	0,43	0	0	9
LT	12059026	Santi Cosma e Damiano	31,6	24	26	18	23	0	0,47	0	0	19
LT	12059027	Sermoneta	44,9	26	26	13	24	0	0,68	0	0	4
LT	12059028	Sezze	101,4	29	51	13	24	0	0,53	0	0	8

IT1213 ZONA LITORANEA												
Provincia	cod istat	nome	Area (km ²)	PM ₁₀		PM _{2.5}	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	O ₃
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
LT	12059029	Sonnino	63,8	29	52	12	18	0	0,37	0	0	7
LT	12059030	Sperlonga	18	22	11	11	18	0	0,37	0	0	17
LT	12059031	Spigno Saturnia	38,7	25	28	18	23	0	0,44	0	0	23
VT	12056049	Sutri	60,9	18	1	11	16	0	0,39	0	0	1
VT	12056050	Tarquinia	279	18	1	9	15	0	0,32	0	0	17
LT	12059032	Terracina	136,4	23	24	12	15	0	0,31	0	0	24
VT	12056051	Tessennano	14,7	15	0	9	9	0	0,30	0	0	0
RM	12058105	Tolfa	168	18	1	9	18	0	0,41	0	0	10
RM	12058107	Trevignano Romano	39,4	17	0	11	14	0	0,38	0	0	3
VT	12056052	Tuscania	208	16	0	9	14	0	0,42	0	0	2
VT	12056056	Vejano	44,3	16	0	10	16	0	0,37	0	0	2
RM	12058111	Velletri	129,6	27	25	13	27	0	0,47	0	0	18
VT	12056057	Vetralla	113,1	17	0	9	21	0	0,67	0	0	2
VT	12056046	Villa San Giovanni in Tuscia	5,3	16	0	9	17	0	0,43	0	0	1

(**) –calcolato come media su 3 anni

Tabella 7.5 - caratterizzazione dei comuni nella Zona Litoranea

Relativamente al PM₁₀ si ha l'eccedenza del numero massimo di superamenti giornalieri di 50 µg/m³ per 11 comuni su un totale di 68, tutti al confine con la Zona Valle del Sacco.

Relativamente alla media annua di NO₂, il valore limite di 40 µg/m³ viene superato nel comune di Artena, al confine con l'agglomerato di Roma.

Conclusioni

In questo documento è riportata la valutazione annuale della qualità dell'aria del 2016, eseguita in accordo con la nuova zonizzazione del territorio regionale.

Il 18 maggio 2012, la Deliberazione della Giunta Regionale del n. 217 approva il progetto di “Zonizzazione e Classificazione del Territorio Regionale ai sensi degli artt. 3, 4 e 8 del D.Lgs. 155/2010”, ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente in attuazione dell'art. 3 commi 1 e 2, art. 4 e dei commi 2 e 5 dell'art. 8, del D.lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. Tale documento, aggiornato con D.G.R. n. 536/2016, prevede la suddivisione del territorio regionale in 4 Zone: Zona Appenninica, Zona Litoranea, Zona Valle del Sacco e Agglomerato di Roma per ogni inquinante ad eccezione dell'Ozono per cui le la Zona Appenninica e la Zona Valle del Sacco costituiscono un'unica zona.

La rete di monitoraggio regionale del Lazio nel 2016 è costituita da 55 centraline fisse di monitoraggio degli inquinanti e da 8 stazioni micrometeorologiche avanzate complete. I dati forniti dalle stazioni di monitoraggio chimiche vengono validati quotidianamente dalle Sezioni Provinciali dell'Agenzia e confluiscono nel Centro Regionale della Qualità dell'Aria per la raccolta, elaborazione e diffusione dei dati.

Come previsto dal D. Lgs. 155/2010, la valutazione della qualità dell'aria è stata effettuata combinando i diversi strumenti messi a disposizione dalla norma secondo le specifiche previste.

In particolare, la valutazione della qualità dell'aria sul territorio regionale è il risultato della combinazione dei campi di concentrazione forniti dal sistema modellistico operativo presso il Centro Regionale della Qualità dell'Aria con le misure fornite dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria mediante tecniche di *data fusion* (assimilazione a posteriori).

Il sistema modellistico, sviluppato da ARIANET srl, è un sistema di tipo integrato e si articola in moduli specialistici per il trattamento delle diverse informazioni necessarie alla valutazione modellistica della qualità dell'aria (caratteristiche del sito, orografia e uso del suolo, meteorologia, emissioni, dispersione, deposizione e chimica dell'atmosfera) e di post-processor finalizzati sia alla visualizzazione grafica dei campi 2D e 3D utilizzati e prodotti dal sistema modellistico sia alla verifica dei risultati prodotti mediante il confronto con i dati osservati.

L'assimilazione è stata effettuata a partire dai dati orari di concentrazioni dei vari inquinanti monitorati in ogni stazione operativa che avesse una copertura dati di almeno il 75% tra quelle della rete fissa e quelle della rete ex-Enel di Civitavecchia. Inoltre, ai fini dell'assimilazione dei dati di PM₁₀, le misure dalla rete fissa sono state integrate con le misure effettuate nelle varie campagne di monitoraggio nel 2016 ricostruendo statisticamente le serie giornaliere delle concentrazioni come previsto dal D.Lgs. 155/2010 (misura di stima obbiettiva) mediante uno stimatore statistico “Best Linear Unbiased Estimator”.

A partire dalla distribuzione spaziale della concentrazione degli inquinanti su tutto il territorio regionale, ad ogni Comune è stata associato lo stato della qualità dell'aria secondo la metodologia riportata nel capitolo 7.6.

Dalla valutazione della qualità dell'aria nel territorio regionale così ottenuta emerge l'assenza di criticità per il C₆H₆, CO e SO₂ e la presenza, invece, di criticità per l'NO₂ come media annua, l'O₃, come media sugli ultimi tre anni del numero di superamenti dei 120 µg/m³ in media massima sulle otto ore, per il PM₁₀ limitatamente ai superi giornalieri e la media annua di PM_{2.5} nella Valle del Sacco.

Complessivamente la Zona Appenninica e la Zona Litoranea sono caratterizzate da una “buona” qualità con alcuni Comuni nei quali si osservano superamenti del valore limite giornaliero di PM₁₀, al confine con la Zona Valle del Sacco.

Relativamente all'Agglomerato di Roma e la Zona della Valle del Sacco emergono diverse criticità.

Nell'Agglomerato di Roma, relativamente al PM_{10} , si evidenzia un evidente miglioramento legato soprattutto ad una diminuzione del numero di superamenti giornalieri (di poco superiore al massimo consentito). La concentrazione media annuale di PM_{10} non eccede il valore limite. La concentrazione media annuale di NO_2 risulta critica nelle aree maggiormente antropizzate con valori decisamente superiori al valore limite.

Relativamente al PM_{10} , la situazione più critica è nella Valle del Sacco dove il numero di superamenti del valore limite giornaliero di PM_{10} eccede il massimo consentito di più del doppio, mentre la concentrazione media annua è superiore al valore limite nell'area centrale della Zona. La concentrazione media NO_2 risulta superiore al valore limite principalmente nei Comuni in prossimità dell'Agglomerato di Roma, mentre non ci sono superamenti del valore limite orario.