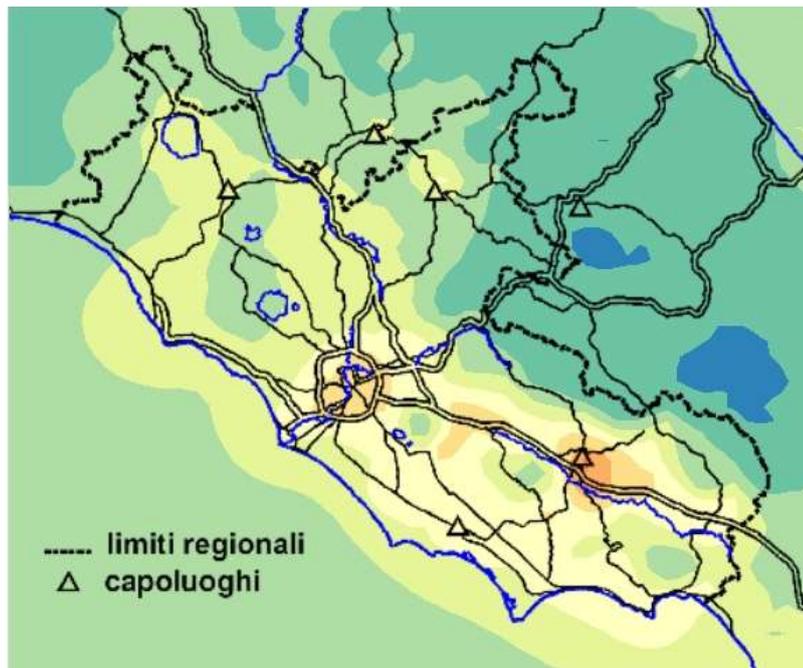


VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA DELLA REGIONE LAZIO 2019



ARPA Lazio

Attività di gestione delle reti, analisi e valutazione dei dati:

Dipartimento stato dell'ambiente

Servizio qualità dell'aria e monitoraggio degli agenti fisici

Unità centro regionale della qualità dell'aria

Unità aria e agenti fisici area nord

Unità aria e agenti fisici di Roma

Unità aria e agenti fisici area sud

Attività analitiche:

Dipartimento prevenzione e laboratorio integrato

Servizio coordinamento delle attività di laboratorio

Unità laboratorio ambientale di Frosinone

INDICE

1.	Premessa	6
2.	Zonizzazione del territorio laziale.....	9
3.	Analisi meteorologica	11
3.1	La rete micro-meteorologica dell'ARPA Lazio	12
3.2	Intensità del vento e radiazione globale.....	13
3.3	Precipitazioni	18
3.4	Parametri turbolenza atmosferica.....	20
3.5	Conclusioni meteorologiche	21
4.	Rete di monitoraggio regionale di qualità dell'aria	22
5.	Standard di qualità dell'aria	27
5.1	Rete automatica di misura - PM10, PM2.5, NO ₂ , SO ₂ , CO, O ₃ , C ₆ H ₆	29
5.1.1	Agglomerato di Roma	29
5.1.2	Zona Valle del Sacco.....	31
5.1.3	Zona Appenninica	33
5.1.4	Zona Litoranea	35
5.2	Analisi su filtro: Benzo(a)pirene e Metalli	38
5.2.1	IPA.....	38
5.2.2	Metalli.....	39
5.3	Analisi delle serie storiche degli inquinanti	40
5.3.1	Agglomerato di Roma	40
5.3.2	Zona Valle del Sacco.....	41
5.3.3	Zona Appenninica-Valle del Sacco	43
5.3.4	Zona Litoranea	43
5.4	Analisi superamenti PM10 e condizioni meteorologiche.....	45
5.4.1	Concentrazioni PM10, precipitazioni e vento in inverno	45
6.	Sistema modellistico per la valutazione della qualità dell'aria.....	47
6.1	La catena modellistica	47
6.2	Domini di calcolo.....	48
6.3	Trattamento delle emissioni.....	49
6.4	Downscaling e pre-processing meteorologico	50
6.5	Modello fotochimico per la dispersione degli inquinanti in atmosfera	51
6.6	Integrazione delle misure nel sistema modellistico	51
7.	Valutazione della qualità dell'aria del 2019.....	55
7.1	Distribuzione spaziale della concentrazione di PM10	55
7.2	Distribuzione spaziale della concentrazione di PM2.5	57
7.3	Distribuzione spaziale della concentrazione di NO ₂	58
7.4	Distribuzione spaziale della concentrazione di O ₃	60
7.5	Distribuzione spaziale della concentrazione di Benzene.....	60
7.6	Caratterizzazione comunale dello stato della qualità dell'aria	62
7.6.1	Agglomerato di Roma	63
7.6.2	Zona Valle del Sacco.....	64
7.6.3	Zona Appenninica	66
7.6.4	Zona Litoranea	72

Conclusioni	75
Appendice - Stima medie annue B(a)p e metalli per la stazione di Colferro Europa	77

INDICE DELLA FIGURE

FIGURA 2.1 - ZONE DEL TERRITORIO REGIONALE DEL LAZIO PER TUTTI GLI INQUINANTI AD ESCLUSIONE DELL'OZONO.....	9
FIGURA 2.2 - ZONE DEL TERRITORIO REGIONALE DEL LAZIO PER L'OZONO.....	10
FIGURA 3.1 - STRUTTURA OROGRAFICA DEL TERRITORIO LAZIALE.	11
FIGURA 3.2 - ROSE DEI VENTI 2019 NELLE STAZIONI DELLA RMR.	14
FIGURA 3.3 - ROSA DEI VENTI DI FIUMICINO (16242 – LIRF) ANNO 2019.	15
FIGURA 3.4 - ROSA DEI VENTI DI FIUMICINO (16242 – LIRF) ANNI 2009-2018.	15
FIGURA 3.5 - ROSA DEI VENTI DI FIUMICINO (16242 – LIRF) SUDDIVISE PER MESE.	17
FIGURA 3.6 - RADIAZIONE GLOBALE MEDIA MENSILE 2019 (ISTOGRAMMA) E MEDIA CLIMATOLOGICA 2012-2018.	17
FIGURA 3.7 - MAPPA ARSIAL PRECIPITAZIONI 2019.	18
FIGURA 3.8 - ISTOGRAMMI PRECIPITAZIONE.	19
FIGURA 3.9 - ISTOGRAMMA MENSILE DELLA PRECIPITAZIONE CUMULATA.	20
FIGURA 3.10 - ISTOGRAMMI DELLE FREQUENZE DI U* E H ₀ A RIETI E ROMA BONCOMPAGNI.	21
FIGURA 4.1 - LOCALIZZAZIONE DELLE STAZIONI DELLA RETE DI MISURA REGIONALE DEL LAZIO NEL 2019.	22
FIGURA 4.2 - STAZIONI DELL'AGGLOMERATO DI ROMA.	23
FIGURA 4.3 - STAZIONI DI MISURA NELLA VALLE DEL SACCO.	23
FIGURA 4.4 - STAZIONI DELLA RETE DI MISURA NEL COMUNE DI CIVITAVECCHIA.	24
FIGURA 5.1 - MEDIA ANNUA NO ₂ - STAZIONI COMPRESSE NEL GRA DI ROMA.	40
FIGURA 5.2 - NUMERO DI SUPERAMENTI DEL VALORE LIMITE GIORNALIERO DI PM ₁₀	40
FIGURA 5.3 - NUMERO DI SUPERAMENTI DI 120 µG/M ³ PER L'O ₃ (MEDIATO SU 3 ANNI).	41
FIGURA 5.4 - AOT40 PER L'O ₃ (MEDIATO SU 5 ANNI).	41
FIGURA 5.5 - MEDIA ANNUA IN µG/M ³ DI PM _{2.5}	41
FIGURA 5.6 - MEDIA ANNUA IN µG/M ³ DI PM ₁₀	42
FIGURA 5.7 - NUMERO DI SUPERAMENTI DEL VALORE LIMITE GIORNALIERO DI PM ₁₀	42
FIGURA 5.8 - MEDIA ANNUA NO ₂	42
FIGURA 5.9 - NUMERO DI SUPERAMENTI DI 120 µG/M ³ PER L'O ₃ (MEDIATO SU 3 ANNI).	43
FIGURA 5.10 - AOT40 PER L'O ₃ (MEDIATO SU 5 ANNI).	43
FIGURA 5.11 - NUMERO DI SUPERAMENTI DI 120 µG/M ³ PER L'O ₃ (MEDIATO SU 3 ANNI).	44
FIGURA 5.12 - AOT40 PER L'O ₃ (MEDIATO SU 5 ANNI).	44
FIGURA 5.13 - ANALISI PM ₁₀ /PARAMETRI METEO STAZIONE TIBURTINA.	45
FIGURA 5.14 - ANALISI PM ₁₀ /PARAMETRI METEO STAZIONE FROSINONE SCALO.	46
FIGURA 6.1 - SCHEMA DEL SISTEMA MODELLISTICO.	48
FIGURA 6.2 - DOMINI DI CALCOLO DEL SISTEMA MODELLISTICO.	49
FIGURA 6.3 - INVENTARIO DELLE EMISSIONI (DIFFUSE, PUNTUALI E LINEARI).	50
FIGURA 6.4 - ESEMPIO DEL DOWNSCALING DEL MODELLO METEOROLOGICO RAMS E DEL MODELLO FOTOCHIMICO FARM.	51
FIGURA 7.1 - DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLA MEDIA ANNUA DI PM ₁₀ NEL 2019.	56
FIGURA 7.2 - DISTRIBUZIONE SPAZIALE DEL NUMERO DI SUPERAMENTI DI 50 µG/M ³ DI PM ₁₀ NEL 2019.	57
FIGURA 7.3 - DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLA MEDIA ANNUA DI PM _{2.5} NEL 2019.	58
FIGURA 7.4 - DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLA MEDIA ANNUA DI NO ₂ NEL 2019.	59
FIGURA 7.5 - DISTRIBUZIONE SPAZIALE DEL NUMERO DI SUPERAMENTI DI 120 µG/M ³ (MAX DELLA MEDIA DI 8 ORE) DI O ₃ NEL 2019.	60
FIGURA 7.6 - DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLA MEDIA ANNUA DI BENZENE NEL 2019.	61

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 2.1 - ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO REGIONALE PER TUTTI GLI INQUINANTI AD ESCLUSIONE DELL'OZONO.....	9
TABELLA 2.2 - ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO REGIONALE PER L'OZONO.....	9
TABELLA 3.1 - LOCALIZZAZIONE DELLE STAZIONI DELLA RETE MICRO-METEOROLOGICA.....	12
TABELLA 3.2 - VELOCITÀ MEDIE DEI VENTI 2019 E MEDIA 2012-2018 IN M/S RETE MICRO-METEOROLOGICA REGIONALE.....	15
TABELLA 3.3 - VELOCITÀ MEDIE DEI VENTI 2019 E MEDIA 2009-2018 IN M/S.....	16
TABELLA 4.1 - LOCALIZZAZIONE E DOTAZIONE STRUMENTALE DELLE STAZIONI NELLA ZONA LITORANEA.....	24
TABELLA 4.2 - LOCALIZZAZIONE E DOTAZIONE STRUMENTALE DELLE STAZIONI NELL'AGGLOMERATO DI ROMA.....	25
TABELLA 4.3 - LOCALIZZAZIONE E DOTAZIONE STRUMENTALE DELLE STAZIONI NELLA ZONA VALLE DEL SACCO.....	25
TABELLA 4.4 - LOCALIZZAZIONE E DOTAZIONE STRUMENTALE DELLE STAZIONI NELLA ZONA APPENNINICA.....	26
TABELLA 5.1 - VALORI LIMITE PREVISTI DAL D.LGS. 155/2010.....	27
TABELLA 5.2 - QUADRO RIASSUNTIVO DEI SUPERAMENTI RISCONTRATI DAL MONITORAGGIO DA RETE FISSA NEL LAZIO PER IL 2019.....	29
TABELLA 5.3 - STANDARD DI LEGGE DEL 2019 PER LE STAZIONI LOCALIZZATE ALL'INTERNO DELL'AGGLOMERATO DI ROMA.....	30
TABELLA 5.4 - STANDARD DI LEGGE DEL 2019 PER LE STAZIONI LOCALIZZATE ALL'INTERNO DELLA ZONA VALLE DEL SACCO.....	32
TABELLA 5.5 - STANDARD DI LEGGE DEL 2019 PER LE STAZIONI LOCALIZZATE ALL'INTERNO DELLA ZONA APPENNINICA.....	34
TABELLA 5.6 - STANDARD DI LEGGE DEL 2019 PER LE STAZIONI LOCALIZZATE ALL'INTERNO DELLA ZONA LITORANEA.....	37
TABELLA 5.7 - CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA DI BENZO(A)PIRENE NEL 2019.....	38
TABELLA 5.8 - CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE DEL 2019 DEI METALLI.....	39
TABELLA 6.1 - CARATTERISTICHE SPAZIALI DEI DOMINI DI SIMULAZIONE.....	49
TABELLA 6.2 - CAMPAGNE MONITORAGGIO 2019 ED UTILIZZATE PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	53
TABELLA 7.1 - DESCRIZIONE DEI PARAMETRI.....	62
TABELLA 7.2 - CARATTERIZZAZIONE DEI COMUNI NELL'AGGLOMERATO DI ROMA.....	63
TABELLA 7.3 - CARATTERIZZAZIONE DEI COMUNI NELLA VALLE DEL SACCO.....	64
TABELLA 7.4 - CARATTERIZZAZIONE DEI COMUNI NELLA ZONA APPENNINICA.....	66
TABELLA 7.5 - CARATTERIZZAZIONE DEI COMUNI NELLA ZONA LITORANEA.....	72

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, PM2.5, O₃, 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, PM2.5, 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. 536/2017, 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

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 2019, 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

La Regione Lazio con Deliberazione della Giunta Regionale n. 217 del 2012, ha approvato il progetto di “Zonizzazione e Classificazione del Territorio Regionale (aggiornato con D.G.R. n. 536 del 2017) 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 s.m.i.. 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 suddiviso in 4 Zone per tutti gli inquinanti (Tabella 2.1 e Figura 2.1) e in 3 Zone per l’ozono (Tabella 2.2 e Figura 2.2).

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

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

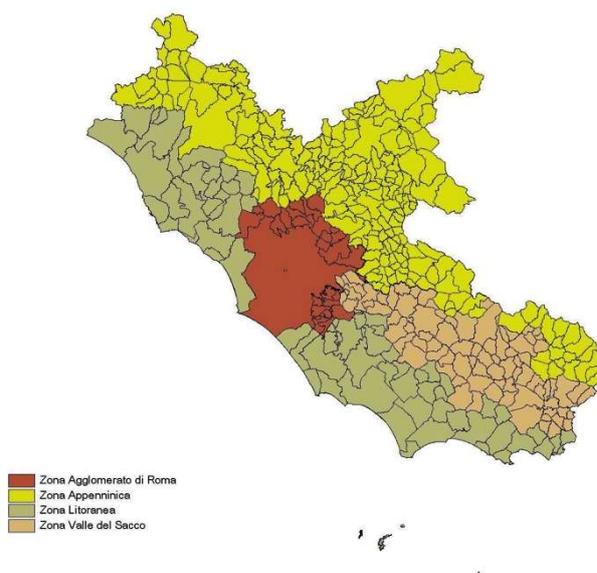


Figura 2.1 - Zone del territorio regionale del Lazio per tutti gli inquinanti ad esclusione dell’ozono.

Relativamente all’ozono, la zona IT1214 è di fatto l’accorpamento delle zone Appenninica e Valle del Sacco relative alla Tabella 2.1.

Tabella 2.2 - Zonizzazione del territorio regionale per l’ozono.

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	3.25.644

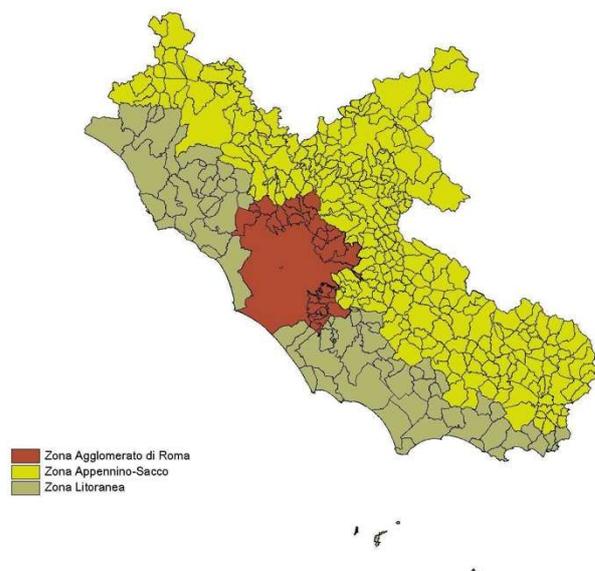


Figura 2.2 - Zone del territorio regionale del Lazio per l'ozono.

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

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 monti Volsini, i monti Cimini ed i monti 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 Tuscia, ovvero la maremma laziale, 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 e in particolare con il monte Gorzano (2458 m), il loro punto più alto in questa piccola porzione laziale. Il resto del territorio Appenninico corre diagonalmente da nord-ovest a sud-est comprendendo i rilievi dei monti Reatini, Sabini, Simbruini ed Ernici, con rilievi attorno ai 1300-2200 m.

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 di circa 1300 km².

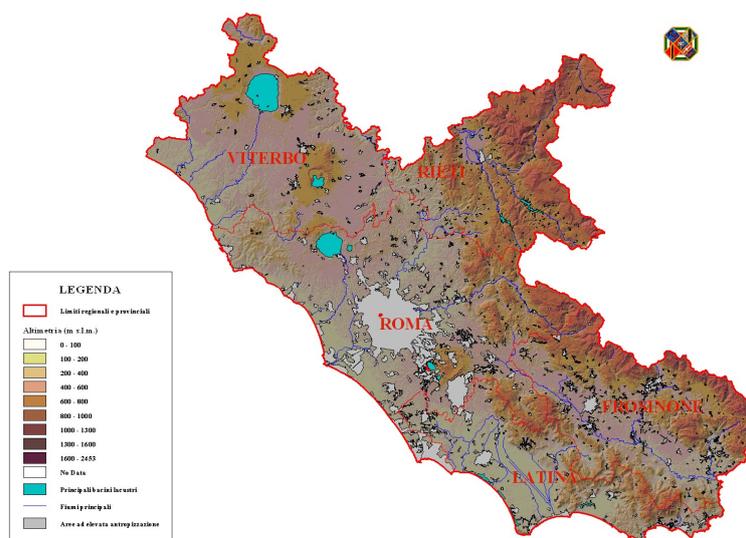


Figura 3.1 - Struttura orografica del territorio laziale.

La complessa struttura orografica influisce notevolmente sulle caratteristiche meteorologiche e micro-meteorologiche 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, l'analisi prenderà in considerazione i principali fenomeni meteorologici utili alla dispersione e abbattimento delle concentrazioni degli inquinanti atmosferici: precipitazioni, venti e variabili legate alla turbolenza atmosferica.

Da quest'anno la Rete Meteorologica Regionale (RMR) è così composta:

- Rete Micro-Meteorologica (RMM): 8 stazioni;
- Rete Meteo Convenzionale (RMC): 3 mezzi mobili, una serie di sensori sulle stazioni di qualità dell'aria, la WTX.

3.1 La rete micro-meteorologica dell'ARPA Lazio

L'ARPA Lazio, a supporto della valutazione e previsione della qualità dell'aria, ha realizzato una rete micro-meteorologica (RMM) costituita da 8 stazioni con dotazione strumentale avanzata.

Quattro stazioni sono posizionate nell'Agglomerato di Roma e le restanti nei quattro capoluoghi di provincia della regione. Le stazioni sono dotate di sensori meteorologici classici (temperatura, umidità, pressione e precipitazione) associati a strumentazione dedicata alla dispersione degli inquinanti (anemometri sonici, piranometri e pirgeometri).

Oltre alla valutazione della dispersione meccanica (vento) e del dilavamento (precipitazioni) tramite questi sofisticati sensori si possono ricavare informazioni relative alla turbolenza atmosferica attraverso variabili ricavate (u^* e H_0) che danno indicazioni delle capacità dispersiva dei primi strati dell'atmosfera.

Tabella 3.1 - Localizzazione delle stazioni della rete micro-meteorologica.

Zona	Sigla	Località	Latitudine	Longitudine
IT1215 - Agglomerato di Roma	AL001	Roma – CNR Tor Vergata	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

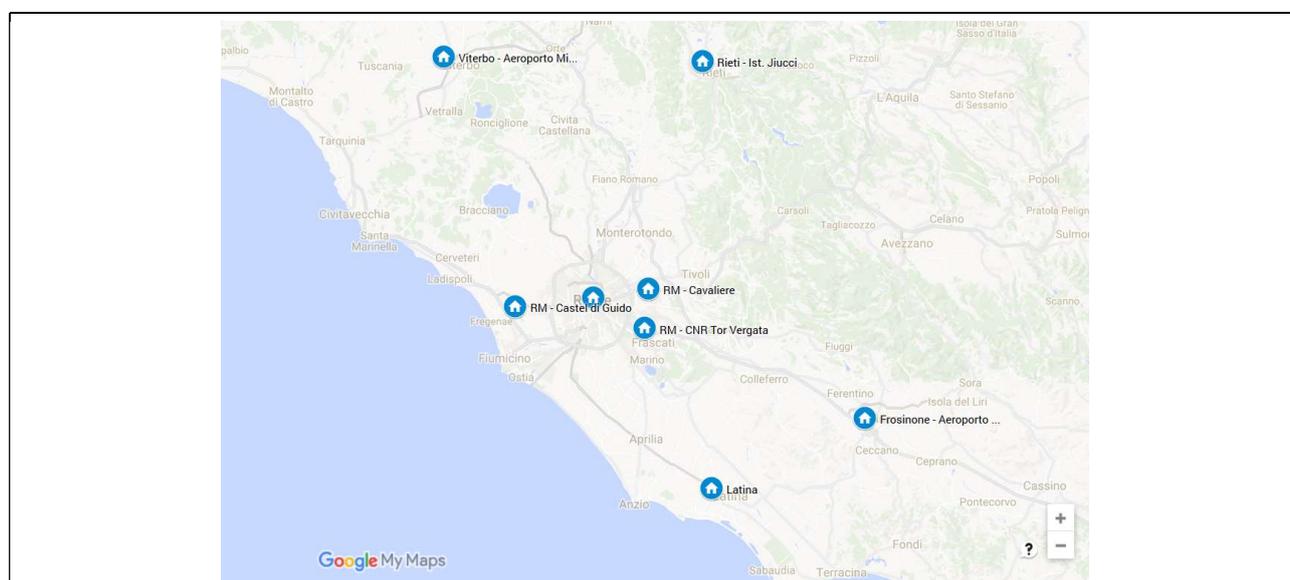
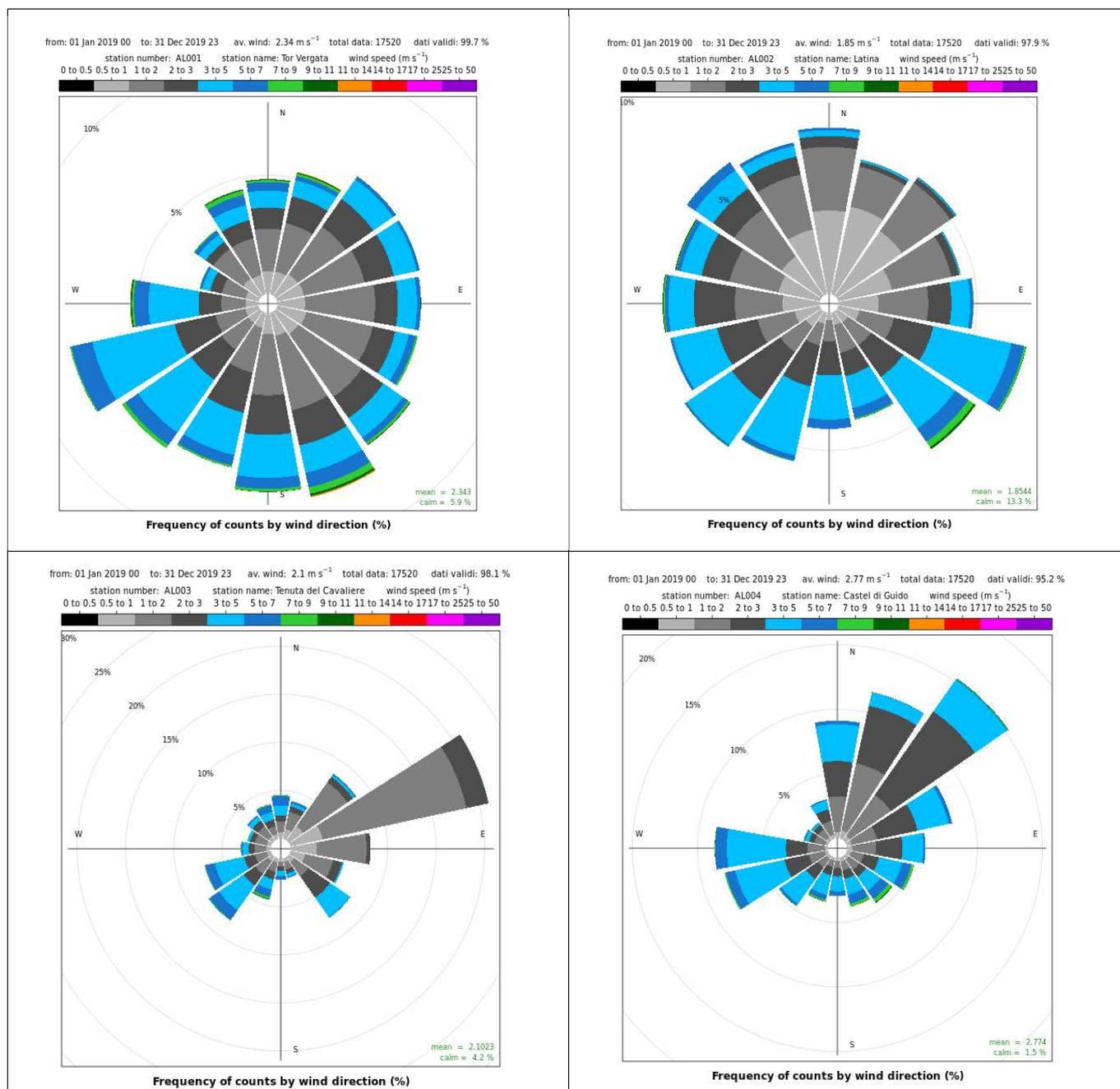


Figura 3.1 - Localizzazione delle stazioni della rete micro-meteorologica.

3.2 Intensità del vento e radiazione globale

Utilizzando i dati della rete di stazioni micro-meteorologiche dell'ARPA Lazio è possibile evidenziare le distribuzioni delle intensità e della direzione dei venti in 8 punti della regione, di cui 4 appartenenti all'Agglomerato di Roma e le altre 4 nei restanti capoluoghi di provincia della Regione.

Nelle immagini seguenti sono rappresentate le rose dei venti nel seguente ordine: Roma-Tor Vergata e Latina, Roma-Tenuta del Cavaliere e Roma-Castel di Guido, Rieti e Frosinone, Roma-via Boncompagni e Viterbo.



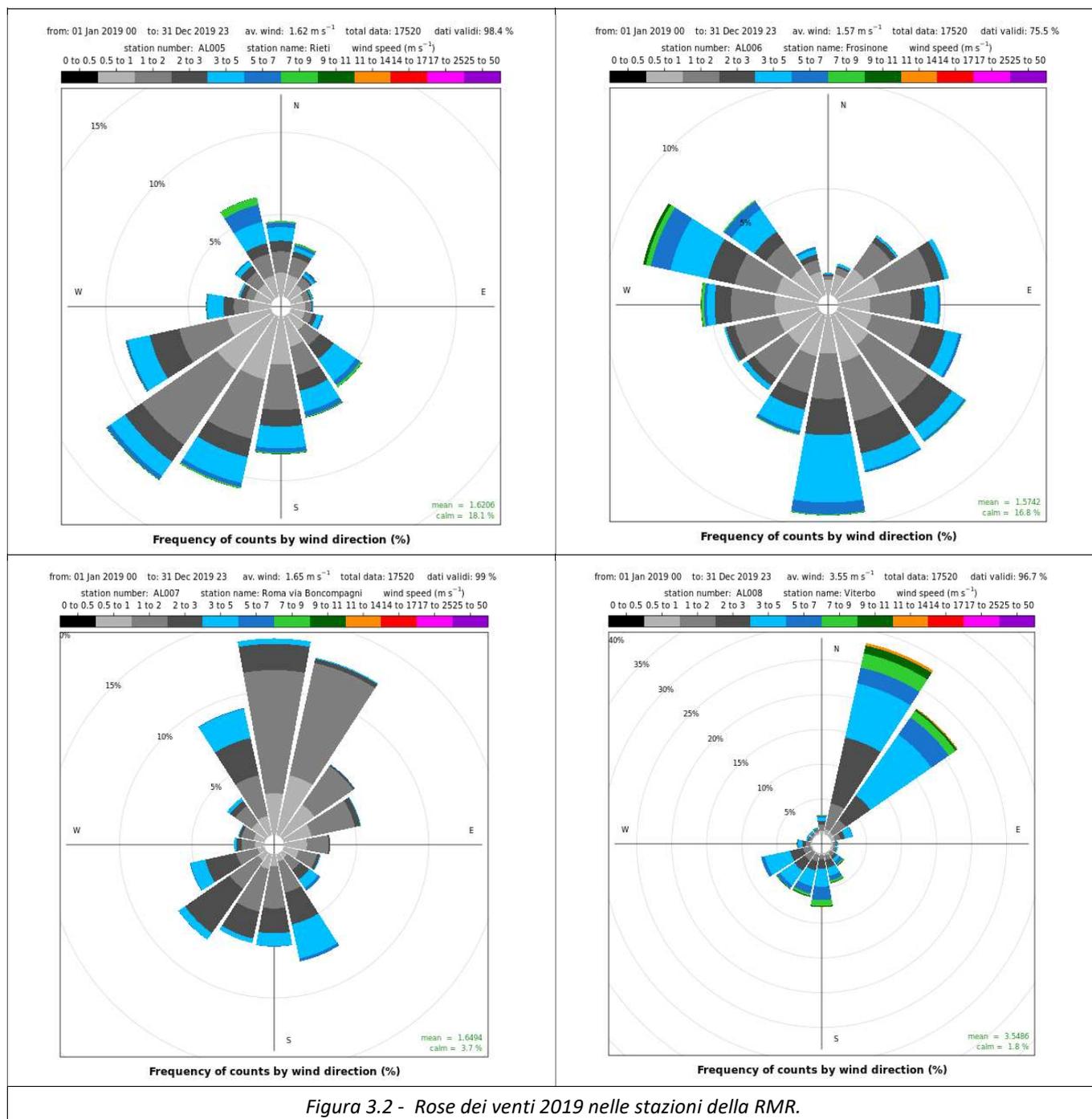


Figura 3.2 - Rose dei venti 2019 nelle stazioni della RMR.

Le percentuali di dati validi sono molto elevate in tutte le stazioni (>95%), salvo Frosinone (75%) a causa di un fermo della stazione, dovuto al passaggio della tempesta VAIA a fine 2018, guasto protrattosi nei mesi di gennaio e febbraio 2019.

Dalle rose dei venti si evidenzia che le stazioni di Viterbo, Tenuta del Cavaliere e Boncompagni sono fortemente rose direzionali. A Viterbo e a Tenuta del Cavaliere i limiti sono imposti dall'orografia, mentre a Boncompagni dal contesto urbano circostante. Tor Vergata e Latina hanno rose più aperte, con direzioni preferenziali al II e III. Rieti e Frosinone risentono della loro posizione geografica circondata dalle valli.

L'intensità media annuale dei venti è compresa tra 1.57 m/s di Frosinone protetta dall'orografia circostante e i 3.55 m/s di Viterbo dove probabilmente vi è un effetto di incanalamento delle correnti. La brezza di mare

è evidente su Tor Vergata, Boncompagni e Castel di Guido (petali celeste, blu e verde, nel III quadrante). Mentre deboli, ma molto frequenti, sono venti catabatici che scendono la valle del Tevere registrati dalla stazione di Tenuta del Cavaliere (petali grigi del I quadrante).

Tabella 3.2 - Velocità medie dei venti 2019 e media 2012-2018 in m/s rete micro-meteorologica regionale.

Stazione RMR	vv medio 2019	vv medio 2018	vv medio 2012-18	calme 2019	calme 2018	calme 2012-18
Tor Vergata (RM)	2.34	2.23	2.32	5.9%	6.2%	6.0%
Latina	1.85	1.88	1.77	13.3%	11.5%	11.8%
Tenuta del Cavaliere (RM)	2.10	1.95	2.07	4.2%	4.6%	5.3%
Castel di Guido (RM)	2.77	2.74	2.78	1.5%	1.5%	1.4%
Rieti	1.62	1.52	1.66	18.1%	19.9%	18.3%
Frosinone	1.57	1.65	1.56	16.8%	16.5%	16.5%
Roma via Boncompagni (RM)	1.65	1.58	1.63	3.7%	4.0%	3.7%
Viterbo	3.55	3.46	3.51	1.8%	2.0%	2.1%
Media	2.18	2.13	2.16	8.2%	8.3%	8.1%

Dal punto di vista della ventilazione l'anno 2019 è stato leggermente più ventoso del 2018, ma in linea con la media degli ultimi 6 anni 2012-2018. La percentuale di calma di vento è rimasta pressoché uguale all'anno precedente (2018) e anche alla serie climatica disponibile (2012-2018).

Il dato della rete RMR conferma quanto ricavato dalla rete sinottica (SYNOP). Le differenze di valori sono dovute alla diversa posizione geografica e alla diversa altezza dei sensori del vento. Analizzando i dati dell'anno 2019 è stato leggermente più ventoso rispetto alla media degli 10 anni precedenti. Le rose dei venti mostrano come le stazioni litoranee risentano degli effetti delle brezze di terra e di mare (attive specie nei mesi estivi) e di venti sinottici anche sostenuti che scorrono da SE verso NO o da N verso S (attivi specie nei mesi invernali).

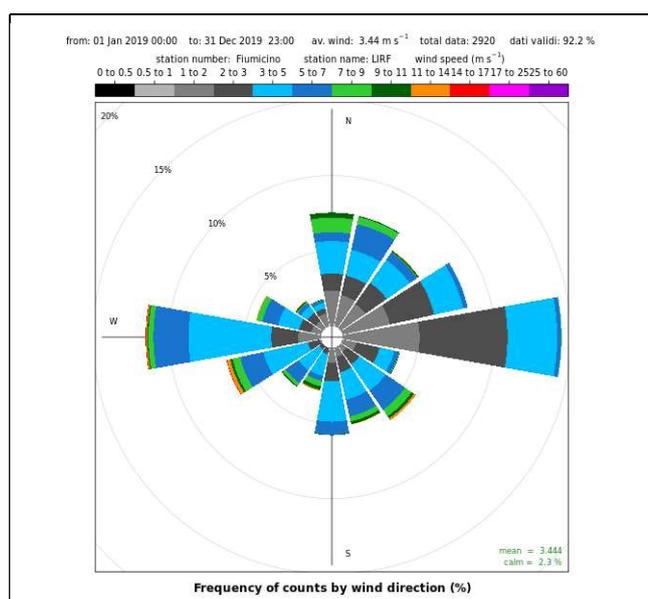


Figura 3.3 - Rosa dei venti di Fiumicino (16242 – LIRF) anno 2019.

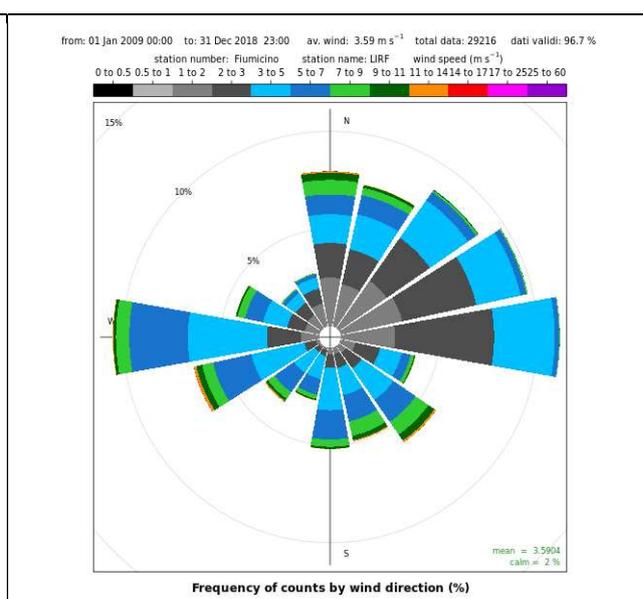


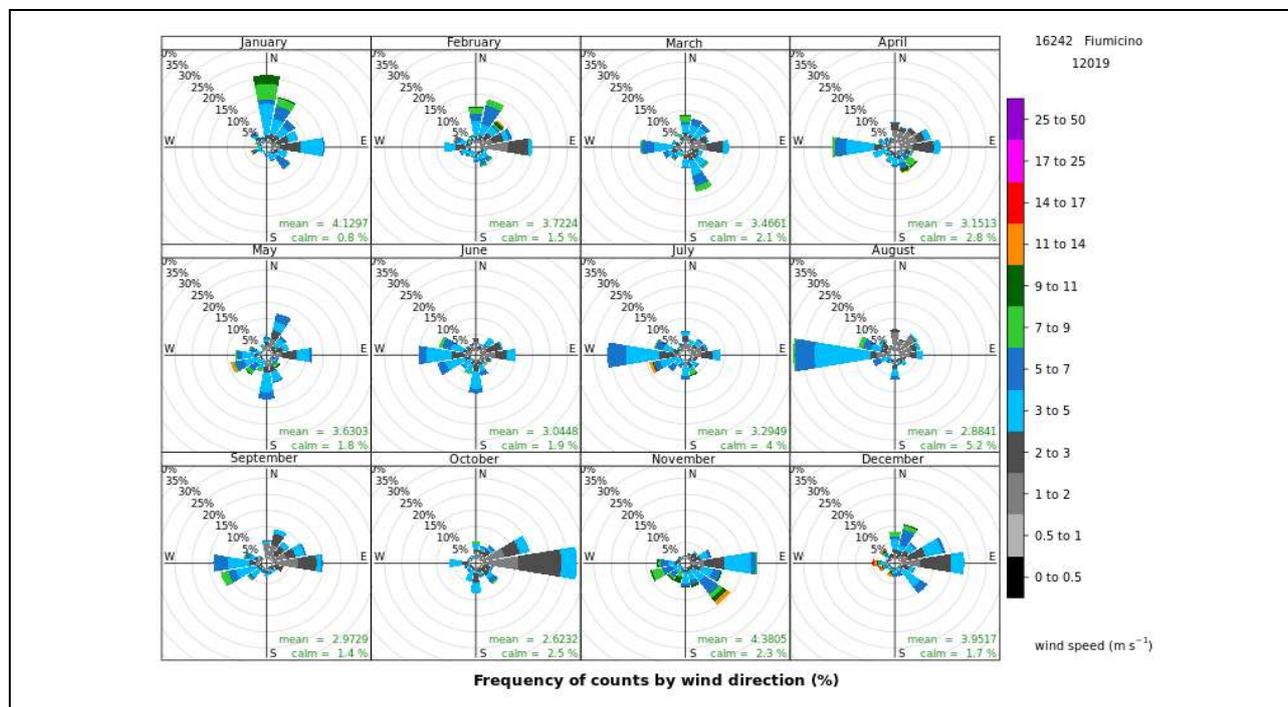
Figura 3.4 - Rosa dei venti di Fiumicino (16242 – LIRF) anni 2009-2018.

Tabella 3.3 - Velocità medie dei venti 2019 e media 2009-2018 in m/s.

Stazione SYNOP	vento medio 2019	vento medio 2018	vento medio 2009-18	calme 2019	calme 2018
Viterbo*	3.93	4.21	4.17	0.9%	1.8%
Guidonia*	2.94	2.78	2.76	5.7%	7.1%
Fiumicino	3.44	3.61	3.59	2.3%	4.5%
Ciampino	2.95	2.83	2.56	1.0%	4.5%
Pratica di Mare	3.81	3.85	3.86	1.4%	5.4%
Latina*	2.99	2.93	2.74	3.6%	7.0%
Frosinone*	2.47	2.30	2.31	0.3%	1.6%
Media	3.22	3.22	3.14	2.2%	4.6%

(*stazioni SYNOP con disponibilità dati solo durante il giorno)

Il confronto mensile mostra brezze di mare più attive ed intense a luglio e ad agosto, si veda ad esempio la stazione di Fiumicino in Figura 3.5 (anno 2019 in alto, anni 2009-2018 in basso). In ottobre sono stati frequenti venti deboli dai quadranti orientali. In novembre numerosi passaggi di perturbazioni sciroccali sono evidenti nella rosa mensile in frequenza ed intensità. Nei mesi invernali i venti da nord sono stati più frequenti, come ad esempio in gennaio e in febbraio.



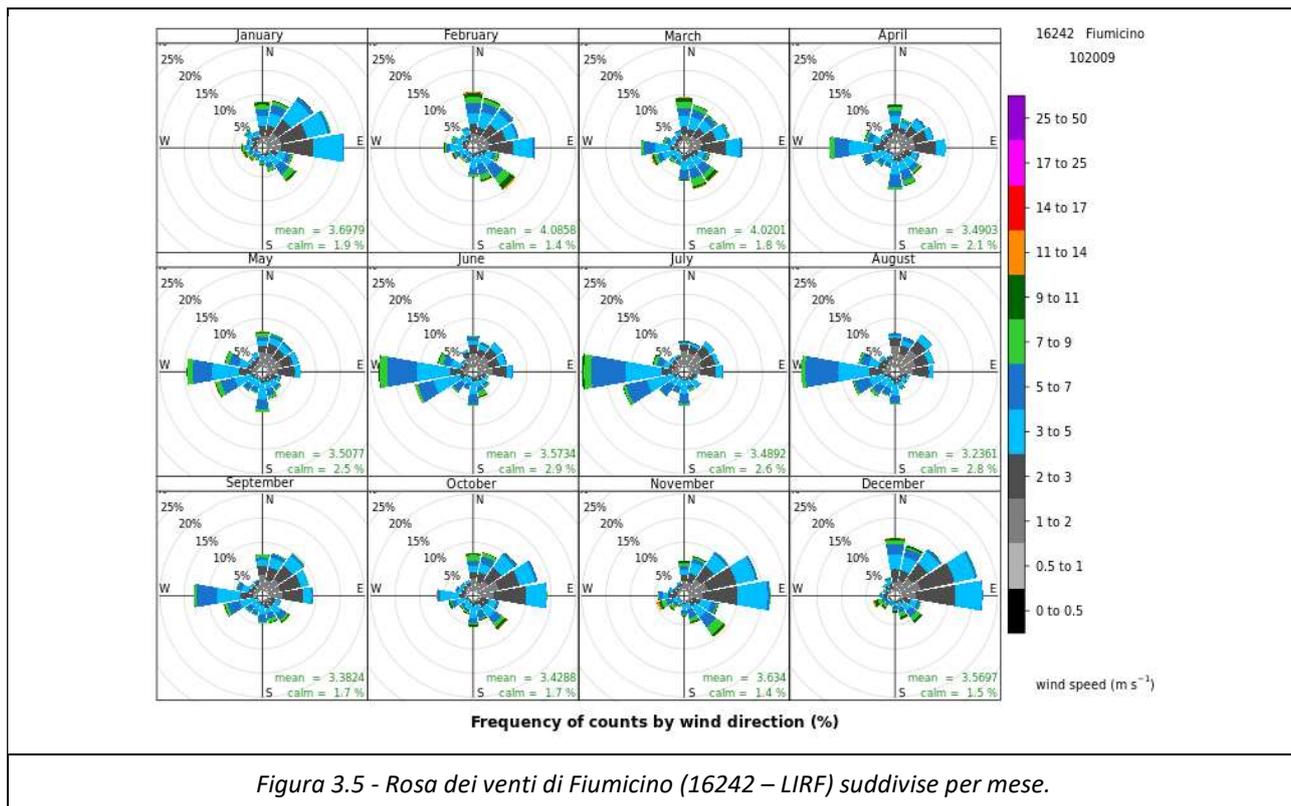


Figura 3.5 - Rosa dei venti di Fiumicino (16242 – LIRF) suddivise per mese.

La rete micro-meteorologica della Regione Lazio dispone anche su ogni stazione di sensori di radiazione sia nel campo dell’infrarosso che nel campo del visibile.

Una stazione di riferimento per Roma è quella sita presso il CNR di Tor Vergata dove è possibile confrontare l’andamento annuale della radiazione globale dell’anno 2019 con la climatologia degli anni precedenti.

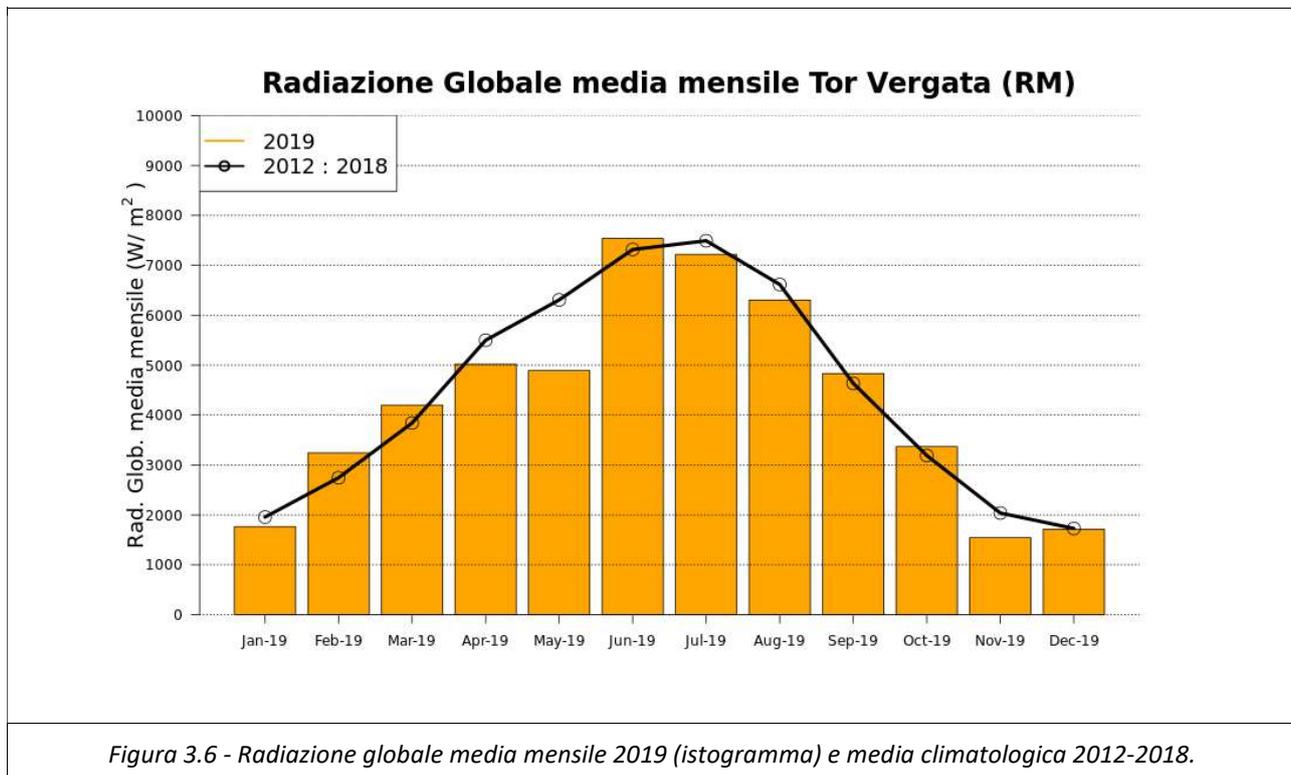


Figura 3.6 - Radiazione globale media mensile 2019 (istogramma) e media climatologica 2012-2018.

Come rappresentato in Figura 3.6 è possibile notare che nel mese di aprile, maggio e novembre 2019 la radiazione globale è stata sotto la media climatologica. Questi mesi infatti corrispondono ai mesi più piovosi e quindi caratterizzati da frequente copertura nuvolosa che ha inibito la radiazione solare. I mesi di febbraio, marzo e giugno sono risultati più soleggiati rispetto alla media climatologica degli ultimi 7 anni.

Valori sopra la norma della radiazione globale indicano un maggior soleggiamento e quindi una possibile maggiore attività convettiva degli strati dell'atmosfera che portano ad un miglior rimescolamento dell'aria.

3.3 Precipitazioni

Analizzando i dati provenienti dalla rete ARSIAL, l'anno 2019, come cumulata totale, è stato molto piovoso. La distribuzione spaziale delle piogge mostra massimi di cumulata di precipitazione sulla parte appenninica orientale e sulla zona meridionale della regione tra Latina e Frosinone.

Vi sono stati alcuni episodi locali nel periodo primaverile/autunnale che, per la loro intensità, hanno lasciato traccia nel grafico annuale.

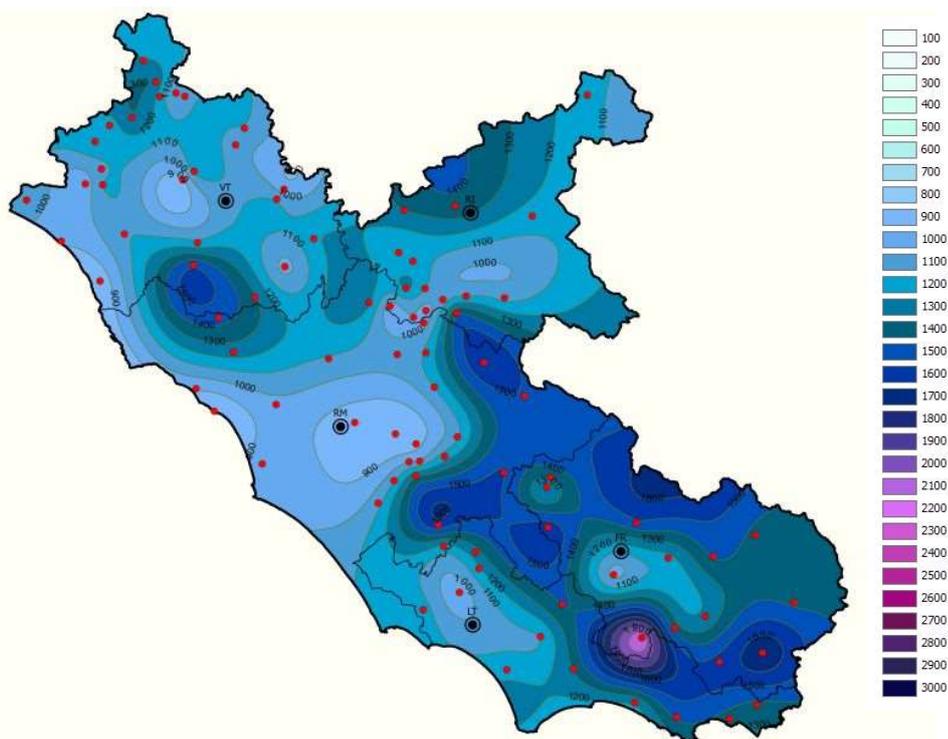


Figura 3.7 - Mappa ARSIAL precipitazioni 2019.

E' stata individuata per ogni capoluogo di provincia una stazione meteorologica ARSIAL di riferimento. Il confronto con la precipitazione media decennale mostra che nel 2019 vi è stato surplus di piogge, specie nelle provincie di Latina, Rieti, Viterbo e Frosinone, mentre a Roma sono rimasti invariati rispetto alla media 2009-2018.

Nella Figura 3.8 vengono riportati a sinistra l'istogramma della precipitazione cumulata annuale 2019 per provincia, al centro la media degli ultimi 10 anni, a destra lo scarto tra la precipitazione cumulata del 2019 – la media 2009-2018.

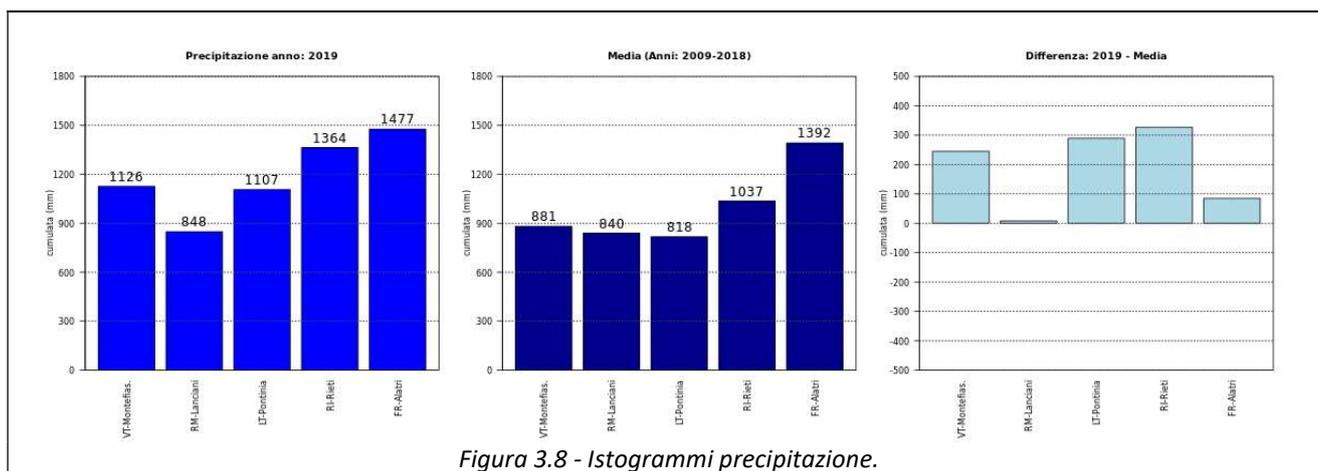
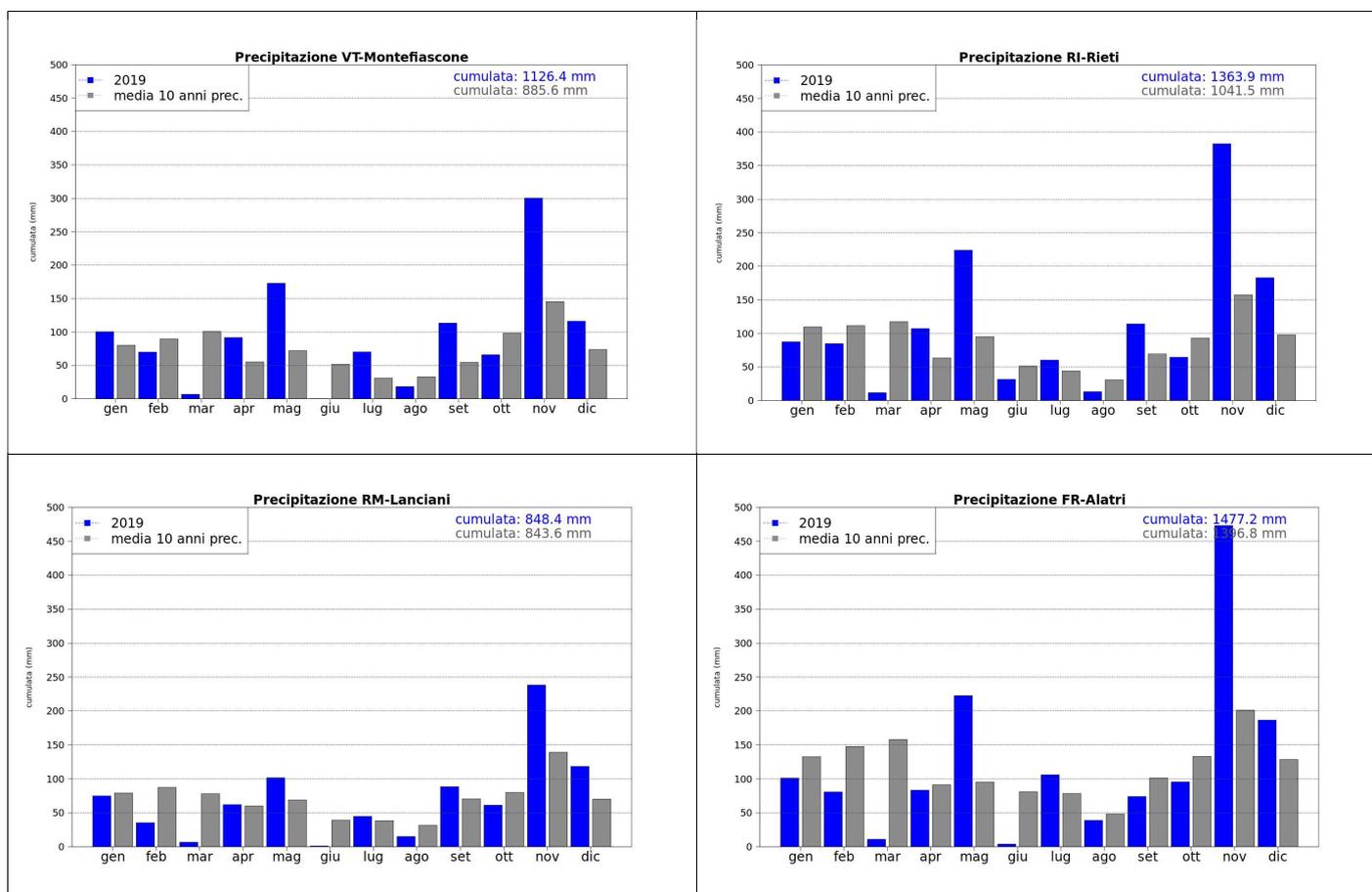


Figura 3.8 - Istogrammi precipitazione.

Gli istogrammi seguenti rappresentano la precipitazione cumulata mensile suddivisa per capoluogo di provincia (in blu anno 2019, in grigio media ultimi 10 anni).

L'andamento mensile mostra che nel mese di novembre 2019 le precipitazioni che si sono registrate sono state in 4 capoluoghi su 5 il doppio della norma mensile. Inoltre si evidenzia un'anomalia in maggio, ad eccezione della stazione rappresentativa di Roma, dove la cumulata totale mensile è oltre il doppio della norma mensile.

In estate le precipitazioni sono state scarse e sotto la norma mensile a giugno e agosto, di poco sopra la norma a luglio.



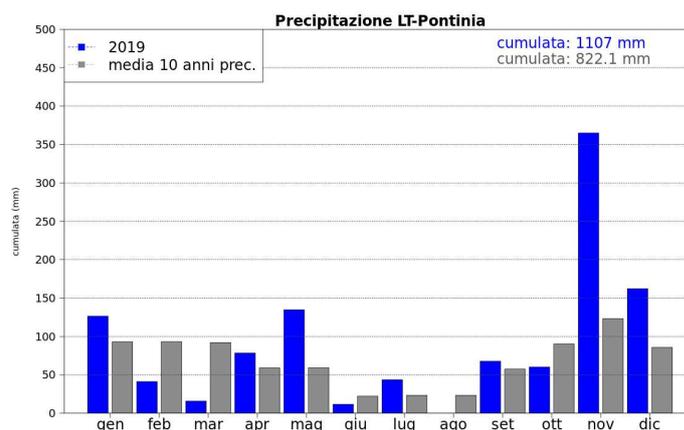


Figura 3.9 - Istogramma mensile della precipitazione cumulata.

3.4 Parametri turbolenza atmosferica

I parametri u^* e H_0 sono utili alla descrizione della turbolenza nell'area prossima alla stazione di misura al fine di 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. Valori molto bassi di u^* indicano terreni piatti, con dolci pendenze e pochi ostacoli, mentre valori di u^* elevati caratterizzano contesti urbani con palazzi a diverse altezze o aree ad orografia complessa.

La grandezza H_0 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 titolo di esempio sono mostrati in Figura 3.10 gli istogrammi di frequenze di u^* e H_0 di Rieti una stazione rurale e di Roma Boncompagni una stazione urbana. Le differenze di u^* tra i due siti confermano il contesto cittadino del sito della capitale, mentre i valori bassi di Rieti sono tipici di zone aperte e con pochi ostacoli. Le stesse caratteristiche si ritrovano nei flussi turbolenti evidenziati dalle elevate frequenze positive di H_0 .

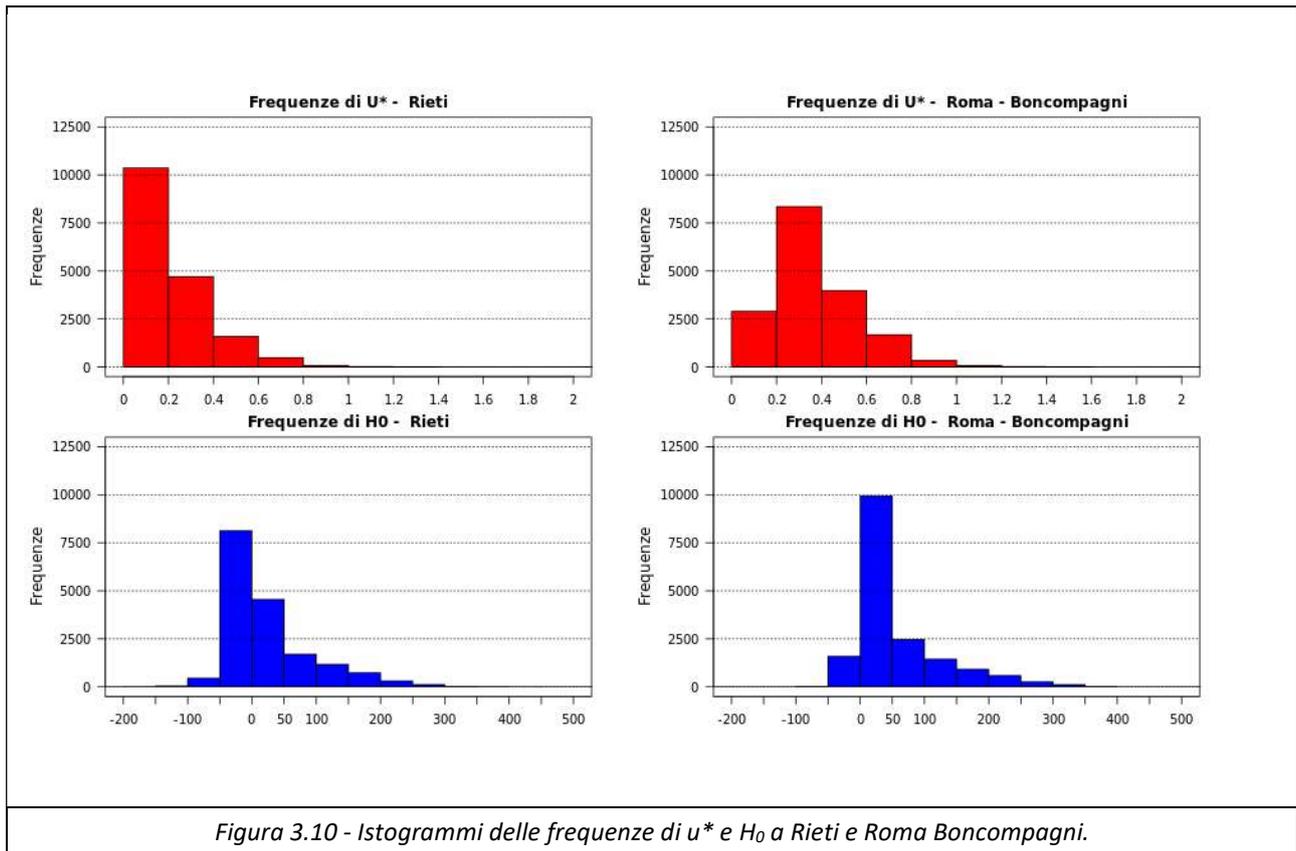


Figura 3.10 - Istogrammi delle frequenze di u^* e H_0 a Rieti e Roma Boncompagni.

3.5 Conclusioni meteorologiche

L'anno 2019, come il 2018, si è concluso con cumulate di precipitazione annuali che mostrano bilancio positivo, salvo che nell'area di Roma. Le piogge sono state molto abbondanti nei mesi di maggio, novembre e dicembre 2019 contribuendo ad avere un'atmosfera spesso dilavata dalle precipitazioni. Nei mesi di marzo e giugno si è invece avuto un significativo deficit di precipitazione.

L'intensità del vento nel 2019 è stata sopra la media della climatologia degli anni passati ed è stato quindi un anno più ventilato. Anche la percentuale di calme di vento rispecchia questo andamento, essendo diminuite nella maggior parte delle stazioni meteorologiche analizzate. In confronto con l'anno precedente i dati dimostrano che il 2019 è stato a seconda dei punti di misura, o in norma, o leggermente più ventilato del 2018.

Le variabili indicative della turbolenza (u^* e H_0) confermano le caratteristiche dispersive, meccaniche e termiche dei vari siti di misura. In particolare più il contesto è di tipo urbano e maggiore saranno gli attriti (u^* elevata) come ad esempio nella stazione di Roma via Boncompagni; più il contesto è rurale e maggiore sarà l'inibizione convettiva (flussi di calore sensibile spesso negativi) come a Rieti.

4. Rete di monitoraggio regionale di qualità dell'aria

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria regionale nel 2019 è costituita da 55 stazioni di monitoraggio di cui 46 incluse nel progetto di rete del Programma di Valutazione della qualità dell'aria regionale approvato con D.G.R. n. 478 del 2016.

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: Boncompagni per l'Agglomerato di Roma e le restanti 8 in zona Litoranea: Civitavecchia Morandi, Civitavecchia Porto, Fiumicino Porto, Aurelia, San Gerdiano, Santa Marinella, Allumiere e Tolfa (queste ultime 5 appartenenti alla rete "ex-Enel"). Delle centraline ex-ENEL non è attualmente attiva la stazione di Tarquinia. Nel corso del 2019 è stato installato un analizzatore di PM2.5 a S. Agostino ed uno di O₃ a Santa Marinella, la copertura temporale dei dati non sono sufficienti a calcolare la media annua.

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

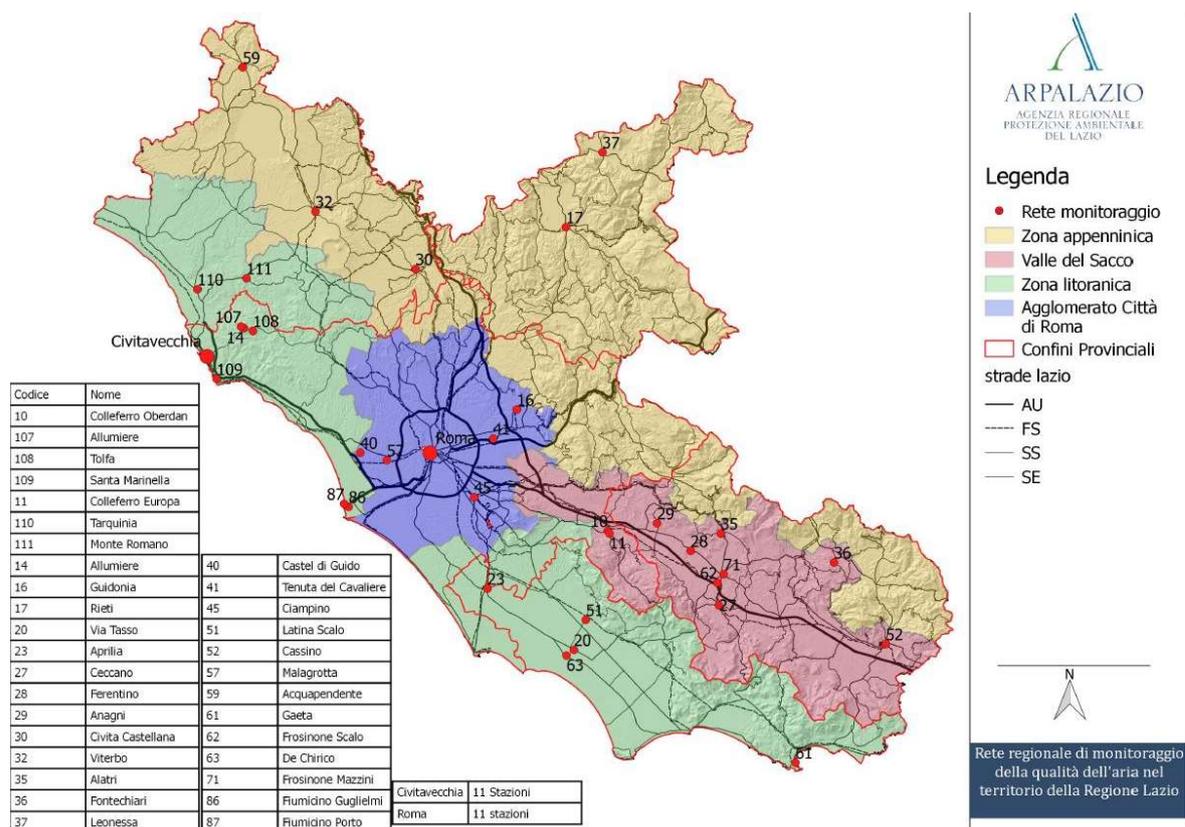


Figura 4.1 - Localizzazione delle stazioni della rete di misura regionale del Lazio nel 2019.

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.

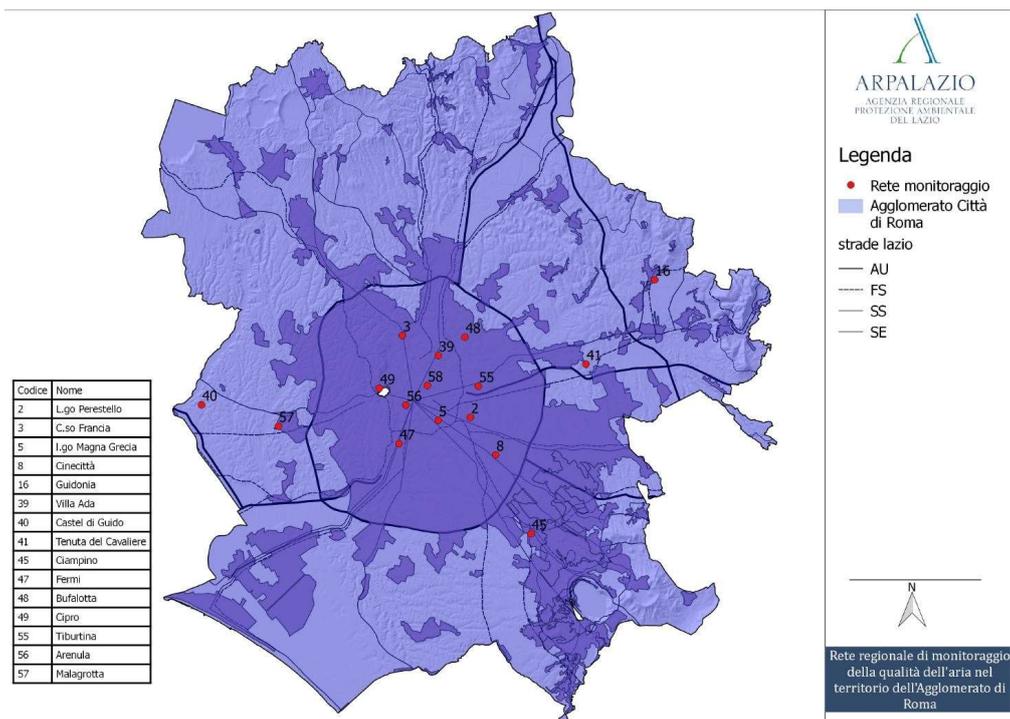


Figura 4.2 - Stazioni dell'Agglomerato di Roma.

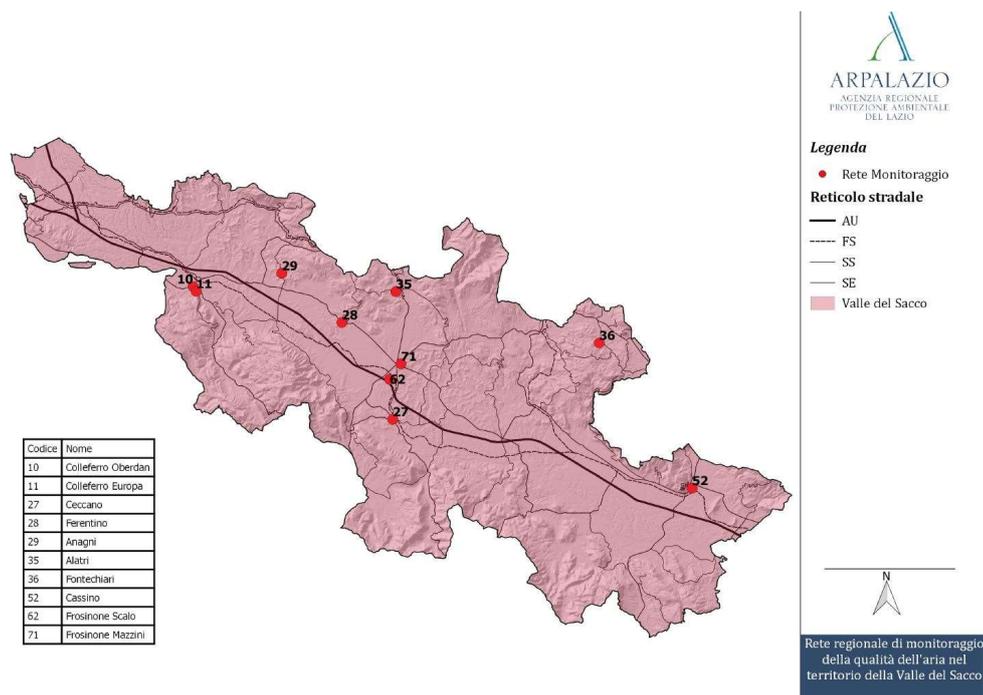


Figura 4.3 - Stazioni di misura nella Valle del Sacco.

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

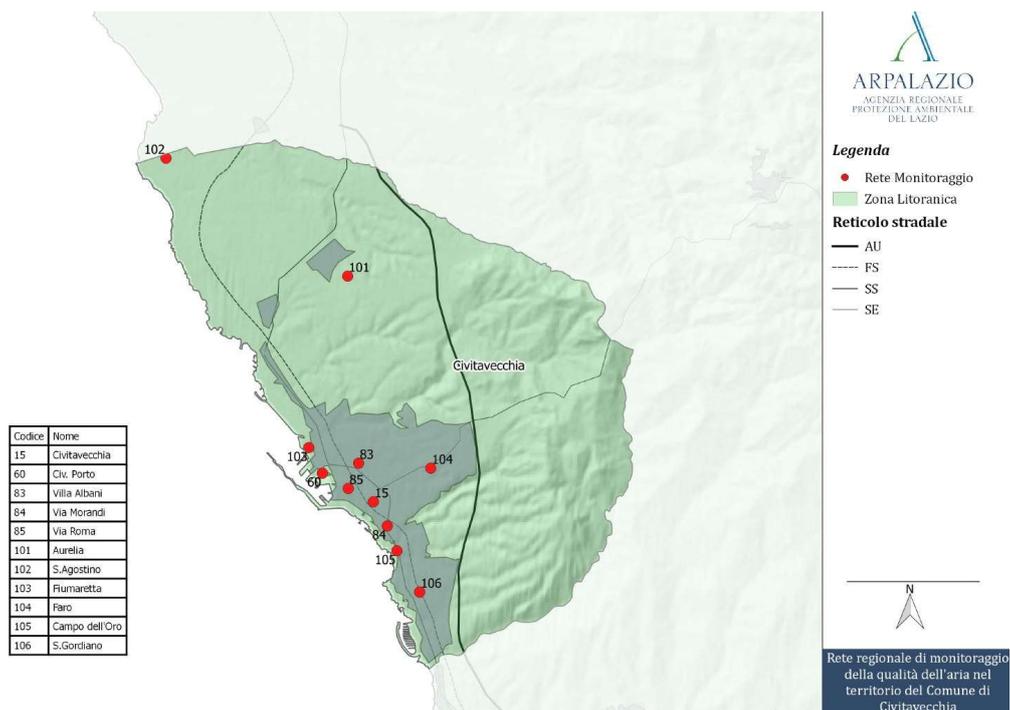


Figura 4.4 - Stazioni della rete di misura nel comune di Civitavecchia.

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 localizzazione.

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

Zona Litoranea												
Comune	Stazione	Lat.	Long.	PM10	PM2.5	NO _x	CO	BTEX	O ₃	SO ₂	Metalli	IPA
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	X [^]		
Allumiere	Allumiere	42.16	11.91	X		X			X	X		
Civitavecchia	Civitavecchia	42.09	11.80	X		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		
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						
Civitavecchia	S. Agostino	42.16	11.74	X	X	X			X			
Civitavecchia	Fiumaretta	42.10	11.78	X	X [^]	X	X [^]	X		X	X [^]	X [^]
Civitavecchia	Faro	42.10	11.82	X	X	X				X		
Civitavecchia	Campo dell'Oro	42.08	11.81	X [^]	X [^]	X				X		
Civitavecchia	S. Gordiano [^]	42.07	11.82	X		X						

Zona Litoranea												
Comune	Stazione	Lat.	Long.	PM10	PM2.5	NO _x	CO	BTEX	O ₃	SO ₂	Metalli	IPA
Allumiere	Allumiere Moro [^]	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						
Santa Marinella	Santa Marinella [^]	42.04	11.83						X			

([^]) - non inserita nel progetto di rete

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

Agglomerato di Roma												
Comune	Stazione	Lat.	Long	PM10	PM2.5	NO _x	CO	BTEX	O ₃	SO ₂	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	Bufoletta	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			

([^]) - non inserita nel progetto di rete

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

Zona Valle del Sacco												
Comune	Stazione	Lat.	Long.	PM10	PM2.5	NO _x	CO	BTEX	O ₃	SO ₂	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	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	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

([^]) - non inserita nel progetto di rete

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

Zona Appenninica												
Comune	Stazione	Lat.	Long.	PM10	PM2.5	NO _x	CO	BTEX	O ₃	SO ₂	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		

5. Standard di qualità dell'aria

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 del territorio 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.

Tabella 5.1 - Valori limite previsti dal d.lgs. 155/2010.

Inquinante	Indicatore normativo	Periodo mediazione	Valore stabilito	Margine di tolleranza	Numero superamenti consentiti	Data rispetto limite
SO ₂	Valore limite protezione salute umana	1 ora	350 µg/m ³	-	24	01/01/2005
	Valore limite protezione salute umana	24 ore	125 µg/m ³	-	3	01/01/2005
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	500 µg/m ³	-	-	-
	Livelli critici per la vegetazione	anno civile e inverno	20 µg/m ³	-	-	19/07/2001
NO ₂	Valore limite protezione salute umana	1 ora	200 µg/m ³	-	18	01/01/2010
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m ³	-	-	01/01/2010
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	400 µg/m ³	-	-	-
NO _x	Livelli critici per la vegetazione	anno civile	30 µg/m ³	-	-	19/07/2001
PM10	Valore limite protezione salute umana	24 ore	50 µg/m ³	-	35	01/01/2005
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m ³	-	-	01/01/2005
PM2.5	Valore obiettivo	anno civile	25 µg/m ³	-	-	01/01/2010
	Fase 1					
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	25 µg/m ³	-	-	01/01/2015
	Fase 2					
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	Da stabilire con successivo decreto	-	-	01/01/2020
Benzene	Valore limite protezione salute umana	anno civile	5 µg/m ³	-	-	01/01/2010

Inquinante	Indicatore normativo	Periodo mediazione	Valore stabilito	Margine di tolleranza	Numero superamenti consentiti	Data rispetto limite
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

In Tabella 5.2 viene riportato un quadro sintetico, per ogni Zona, che riassume la verifica del rispetto dei valori limite per il 2019 secondo il d.lgs. 155/2010.

Tabella 5.2 - Quadro riassuntivo dei superamenti riscontrati dal monitoraggio da rete fissa nel Lazio per il 2019.

Zona	SO ₂	NO ₂	PM10	PM2.5	CO	O ₃	Benzene	B(a)P	Metalli
Agglomerato di Roma	Verde	Rosso	Verde	Verde	Verde	Rosso	Verde	Verde	Verde
Appenninica	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Rosso	Verde	Verde	Verde
Litoranea	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Rosso	Verde	Verde	Verde
Valle del Sacco	Verde	Verde	Rosso	Verde	Verde	Rosso	Verde	Rosso	Verde

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.

L'Agglomerato di Roma e la Valle del Sacco sono le aree più critiche, con superamenti dei valori limite di O₃ per entrambi. Inoltre si registrano superamenti nella Valle del Sacco per il PM10 e il benzo(a)pirene e nell'Agglomerato di Roma per l'NO₂. Relativamente all'ozono il superamento del valore obiettivo per la protezione della vegetazione e per la protezione della salute umana riguarda tutte le Zone del territorio regionale.

Nei paragrafi successivi vengono riportati i dati per ogni singola stazione della rete di monitoraggio di qualità dell'aria e le analisi effettuate su filtro di PM10 per IPA e metalli.

5.1 Rete automatica di misura - PM10, PM2.5, NO₂, SO₂, CO, O₃, C₆H₆

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 di monitoraggio suddivise per Zona.

5.1.1 Agglomerato di Roma

Dai valori delle concentrazioni monitorate nell'Agglomerato di Roma per il 2019, riportati in Tabella 5.3 emerge una criticità per l'accumulo della concentrazione di NO₂ nel territorio comunale. Le concentrazioni medie annuali di NO₂ sono sopra il valore limite previsto in un terzo delle stazioni dell'Agglomerato, tutte all'interno del Grande Raccordo Anulare (GRA).

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

Relativamente al PM10 il numero massimo di superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m³ è pari a 32 presso la stazione di Tiburtina, sotto la soglia consentita di 35 volte l'anno. La concentrazione media annuale di PM10 in tutte le stazioni dell'Agglomerato risulta inferiore al valore limite, pari a 40 µg/m³.

Relativamente all'O₃, si registra a Preneste 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). L'AOT40 supera il limite fissato in 18000 µg/m³*h nelle stazioni di Tenuta del Cavaliere, Preneste e Castel di Guido.

I valori di PM2.5, CO, Benzene, SO₂ risultano inferiori ai rispettivi valori limite fissati per la tutela della salute umana.

ZONA	COMUNE	NOME	TIPO	PM10		PM2.5	NO ₂		BENZENE	SO ₂		CO	O ₃			
				media annua valore limite 40 (µg/m ³)	numero di superamenti valore limite giornaliero di 50 µg/m ³ max 35 anno	media annua (µg/m ³)	media annua (µg/m ³)	numero di superamenti di 200 µg/m ³	media annua (µg/m ³)	numero di superamenti valore limite giornaliero di 125 µg/m ³	numero di superamenti valore limite orario di 350 µg/m ³	numero di superamenti max media mob. su 8 ore	* AOT40 µg/m ³ *h	** numero di superamenti max media mob. su 8 ore	numero di superamenti orari di 180 µg/m ³	numero di superamenti orari di 240 µg/m ³
AGGLOMERATO ROMA	Roma	Villa Ada	UB	23	6	12	26	0	0.9	0	0	0	15240	12	2	0
	Roma	Arenula	UB	24	7	13	42	0	-	-	-	-	7734	3	0	0
	Roma	Bufalotta	UB	26	15	-	34	0	-	0	0	-	13300	9	1	0
	Roma	Tenuta del Cavaliere	SB	22	4	14	24	0	-	-	-	-	19151	25	6	0
	Ciampino	Ciampino	UT	26	19	-	30	0	1.3	-	-	-	-	-	-	-
	Roma	Cinecittà	UB	26	16	14	37	0	-	-	-	-	15100	17	0	0
	Roma	Cipro	UB	24	9	13	40	0	-	-	-	-	5602	1	0	0
	Roma	Fermi	UT	30	22	-	58	1	1.6	-	-	0	-	-	-	-
	Roma	C.so Francia	UT	25	6	14	48	0	1.6	-	-	-	-	-	-	-
	Roma	L.go Magna Grecia	UT	27	18	-	48	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Roma	Castel di Guido	RB	18	1	11	10	0	-	-	-	-	18649	14	0	0
	Guidonia Montecelio	Guidonia	ST	21	3	13	26	0	-	0	0	-	-	-	-	-
	Roma	Malagrotta	SB	22	7	13	22	0	0.7	0	0	-	16558	8	0	0
	Roma	L.go Perestrello	UB	29	22	-	37	0	-	-	-	-	20449	26	2	0
Roma	Tiburtina	UT	29	32	-	50	0	-	-	-	-	-	-	-	-	

(*) - calcolato come media su 5 anni

(**) - calcolato come media su 3 anni

Tabella 5.3 - Standard di legge del 2019 per le stazioni localizzate all'interno dell'Agglomerato di Roma.

5.1.2 Zona Valle del Sacco

Le stazioni localizzate nella Zona della Valle del Sacco registrano, nel 2019, il superamento dei valori limite per il PM10 e l'O₃ (Tabella 5.4).

L'accumulo di PM10 rappresenta la maggior criticità della zona. La media annua non è mai superiore al valore limite consentito di 40 µg/m³. Il numero di superamenti giornalieri è superiore ai 35 consentiti in 4 delle 10 stazioni della zona, con i valori più elevati registrati nelle stazioni di Ceccano e Frosinone Scalo, rispettivamente 81 e 68 superamenti.

Relativamente all'NO₂ non si osservano superamenti né del valore limite orario di 200 µg/m³, né del valore limite annuale, pari a 40 µg/m³.

Relativamente all'O₃, solo nella stazione di 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). Anche il 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, è superato solo nella stazione di Fontechiari.

I valori di PM2.5, CO, Benzene, SO₂ risultano inferiori ai rispettivi valori limite fissati per la tutela della salute umana.

ZONA	COMUNE	NOME	TIPO	PM10		PM2.5	NO ₂		BENZENE	SO ₂		CO	O ₃			
				media annua valore limite 40 (µg/m ³)	numero di superamenti valore limite giornaliero di 50 µg/m ³ max 35 anno	media annua (µg/m ³)	media annua (µg/m ³)	numero di superamenti di 200 µg/m ³	media annua (µg/m ³)	numero di superamenti valore limite giornaliero di 125 µg/m ³	numero di superamenti valore limite orario di 350 µg/m ³	numero di superamenti max media mob. su 8 ore	* AOT40 µg/m ³ h	** numero di superamenti max media mob. su 8 ore	numero di superamenti orari di 180 µg/m ³	numero di superamenti orari di 240 µg/m ³
VALLE DEL SACCO	Colleferro	Colleferro Oberdan	I, SB	24	8	-	29	0	-	0	0	0	13277	13	0	0
	Colleferro	Colleferro Europa	I, SB	31	42	20	23	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Alatri	Alatri	UB	22	14	-	33	0	-	-	-	0	-	-	-	-
	Anagni	Anagni	UB	18	2	-	23	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cassino	Cassino	UT	32	59	21	37	0	-	0	0	-	-	-	-	-
	Ceccano	Ceccano	UT	36	81	-	30	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ferentino	Ferentino	UT	26	27	19	15	0	-	-	-	0	-	-	-	-
	Fontechiari	Fontechiari	RB	16	2	11	6	0	-	-	-	-	27281	51	0	0
	Frosinone	Frosinone Mazzini	UB	24	21	17	26	0	-	0	0	0	17847	20	0	0
	Frosinone	Frosinone Scalo	UT	34	68	-	37	0	2.2	-	-	0	-	-	-	-

(*) - calcolato come media su 5 anni

(**) - calcolato come media su 3 anni

(“) - dati non sufficienti al computo dello standard

Tabella 5.4 - Standard di legge del 2019 per le stazioni localizzate all'interno della Zona Valle del Sacco.

5.1.3 Zona Appenninica

Nella Zona Appenninica (Tabella 5.5) gli unici superamenti che si osservano dei valori limite per gli inquinanti rilevati in continuo è relativo all'O₃. Solo nella stazione di Leonessa (RI) si registra il superamento del valore limite per l'AOT40 per la protezione della vegetazione, pari a 18000 µg/m³*h, mediato su 5 anni, e il superamento 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.

ZONA	COMUNE	NOME	TIPO	PM10		PM2.5	NO ₂		BENZENE	SO ₂		CO	O ₃			
				media annua valore limite 40 (µg/m ³)	numero di superamenti valore limite giornaliero di 50 µg/m ³ max 35 anno	media annua (µg/m ³)	media annua (µg/m ³)	numero di superamenti di 200 µg/m ³	media annua (µg/m ³)	numero di superamenti valore limite giornaliero di 125 µg/m ³	numero di superamenti valore limite orario di 350 µg/m ³	numero di superamenti max media mob. su 8 ore	* AOT40 µg/m ³ *h	** numero di superamenti max media mob. su 8 ore	numero di superamenti orari di 180 µg/m ³	numero di superamenti orari di 240 µg/m ³
APPENNINICA	Leonessa	Leonessa	RB	11	0	8	4	0	-	-	-	-	23276	34	0	0
	Rieti	Rieti	UT	18	2	11	15	0	0.9	0	0	0	16099	16	0	0
	Civita Castellana	Civita Castellana Petarca	UB	19	5	-	12	0	-	0	0	-	-	-	-	-
	Viterbo	Viterbo	UT	17	1	11	23	0	1.0	0	0	0	4561	0	0	0
	Acquapendente	Acquapendente	RB	15	1	10	5	0	-	-	-	-	15632	6	0	0

(*) - calcolato come media su 5 anni

(**) - calcolato come media su 3 anni

Tabella 5.5 - Standard di legge del 2019 per le stazioni localizzate all'interno della Zona Appenninica.

5.1.4 Zona Litoranea

Analogamente alla Zona Appenninica, nella Zona Litoranea, nel 2019 l'unica criticità è costituita dall'O₃.

Il valore limite dell'AOT40, come media degli ultimi cinque anni, viene superato nella sola stazione di Allumiere 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 in entrambe le stazioni site nel Comune di Allumiere, ovvero denominate Allumiere ed Allumiere Aldo Moro.

ZONA	COMUNE	NOME	TIPO	PM10		PM2.5	NO ₂		BENZENE	SO ₂		CO	O ₃			
				media annua valore limite 40 (µg/m ³)	numero di superamenti valore limite giornaliero di 50 µg/m ³ max 35 anno	media annua (µg/m ³)	media annua (µg/m ³)	numero di superamenti di 200 µg/m ³	media annua (µg/m ³)	numero di superamenti valore limite giornaliero di 125 µg/m ³	numero di superamenti valore limite orario di 350 µg/m ³	numero di superamenti max media mob. su 8 ore	* AOT40 µg/m ³ *h	** numero di superamenti max media mob. su 8 ore	numero di superamenti orari di 180 µg/m ³	numero di superamenti orari di 240 µg/m ³
LITORANEA	Aprilia	Aprilia	UB	23	9	-	20	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	Latina	LT De Chirico	UT	24	12	-	28	0	1.0	-	-	0	-	-	-	-
	Latina	LT Scalo	UT	22	4	12	25	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Latina	LT Tasso	UT	23	10	-	21	0	-	-	-	-	5746	0	0	0
	Gaeta	Gaeta Porto	UB	24	11	-	23	0	-	0	0	-	16167 [^]	4 [^]	0 [^]	0 [^]
	Allumiere	Allumiere	RB	12	2	-	8	0	-	0	0	-	22156	27	0	0
	Civitavecchia	Civitavecchia	UB	19	3	-	18	0	-	0	0	0	10635	8	2	0
	Civitavecchia	Villa Albani	UT	21	3	-	22	0	-	-	-	-	10984	5	3	0
	Civitavecchia	via Roma	UT	-	-	-	38	0	-	-	-	0 [^]	-	-	-	-
	Civitavecchia	via Morandi	^	-	-	-	22	0	-	-	-	-	5396	1	0	0
	Civitavecchia	Porto	^	20	3	-	24	0	-	0	0	-	-	-	-	-
	Fiumicino	Fiumicino Villa Guglielmi	UB	21	4	11	28	0	-	-	-	-	-999 ^{''}	1	0	0
	Fiumicino	Fiumicino Porto	^	18	2	-	19	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Allumiere	Allumiere Aldo Moro	^	15	1	8	5	0	-	0	0	-	-999 ^{''}	35	0	0
	Civitavecchia	Aurelia	^	14	2	-	8	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Civitavecchia	Campo Oro	UB	18 [^]	2 [^]	8 [^]	12	0	-	0	0	-	-	-	-	-
Civitavecchia	Faro	UB	17	0	9	8	0	-	0	0	-	-	-	-	-	

ZONA	COMUNE	NOME	TIPO	PM10		PM2.5	NO ₂		BENZENE	SO ₂		CO	O ₃			
				media annua valore limite 40 (µg/m ³)	numero di superamenti valore limite giornaliero di 50 µg/m ³ max 35 anno	media annua (µg/m ³)	media annua (µg/m ³)	numero di superamenti di 200 µg/m ³	media annua (µg/m ³)	numero di superamenti valore limite giornaliero di 125 µg/m ³	numero di superamenti valore limite orario di 350 µg/m ³	numero di superamenti max media mob. su 8 ore	* AOT40 µg/m ³ *h	** numero di superamenti max media mob. su 8 ore	numero di superamenti orari di 180 µg/m ³	numero di superamenti orari di 240 µg/m ³
LITORANEA	Civitavecchia	Fiumaretta	UT	19	3	9 [^]	16	0	0.3	0	0	0 [^]	-	-	-	-
	Civitavecchia	Monte Romano	SB	16 [^]	2 [^]	-	5	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Civitavecchia	S. Agostino	RB	17	7	-999 ["]	3	0	-	-	-	-	-999 ["]	12	5	0
	Civitavecchia	S. Gordiano	[^]	19	2	-	10	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Santa Marinella	Santa Marinella	[^]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-999 ["]	-999 ["]	-999 ["]	-999 ["]
	Tolfa	Tolfa	[^]	14	1	-	6	0	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) - calcolato come media su 5 anni

(**) - calcolato come media su 3 anni

([^]) - non inserita nel progetto di rete

(") - dati non sufficienti al computo dello standard

Tabella 5.6 - Standard di legge del 2019 per le stazioni localizzate all'interno della Zona Litoranea.

5.2 Analisi su filtro: Benzo(a)pirene e Metalli

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 2019 nelle stazioni della provincia di Rieti, Roma e Frosinone.

5.2.1 IPA

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) 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. Nella Tabella 5.7 sono riportati i valori misurati per il 2019.

Tabella 5.7 - Concentrazione media annua di Benzo(a)pirene nel 2019.

BENZO(A)PIRENE			
ZONA	STAZIONE	MEDIA ANNUA (ng/m ³)	N.CAMPIONI
AGGLOMERATO DI ROMA	Cinecittà	0.5	62
	Francia	0.5	133
	Villa Ada	0.5	123
	Ciampino	0.9	130
LITORANEA	Civitavecchia	0.2	55
	Fiumaretta [^]	0.1	52
VALLE DEL SACCO	Colleferro Europa*	1.0	113
	Frosinone scalo	2.9	151
	Fontechiari	0.4	78
APPENINICA	Rieti	0.7	64

[^]non inserita nel progetto di rete

* concentrazione stimata per la media annua. Vedi Appendice

Per il benzo(a)pirene le criticità si riscontrano unicamente in Valle del Sacco dove il valore limite annuale, pari a 1 ng/m³, viene superato nella stazione di Frosinone Scalo con 2.8 ng/m³.

Per la stazione di Colleferro Europa, i filtri analizzati sono stati raccolti dal 28 maggio al 31 dicembre 2019, come si può vedere la numerosità dei campioni e la distribuzione nell'anno non è conforme a quanto richiesto dalla norma per una misura in siti fissi, è stata quindi effettuata un'analisi statistica che ha permesso la determinazione della concentrazione media annua stimata. Nell'Appendice si riporta lo studio effettuato.

5.2.2 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 determinazione dei metalli vengono eseguite a partire da campioni di PM10, ottenendo soluzioni analizzate con ICP-massa.

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. Nella Tabella 5.8 sono riportati i valori medi annuali per il 2019.

Tabella 5.8 - Concentrazione media annuale del 2019 dei metalli.

ZONA	NOME	As	Ni	Cd	Pb	N.CAMPIONI
		media annua valore limite 6 ng/m ³	media annua valore limite 20 ng/m ³	media annua valore limite 5 ng/m ³	media annua valore limite 0.5 µg/m ³	
AGGLOMERATO DI ROMA	Cinecittà	0.3	1.9	0.2	0.003	61
	Francia	0.3	1.8	0.2	0.004	64
	Villa Ada	0.4	1.8	0.3	0.005	61
	Ciampino	0.4	1.7	0.3	0.005	57
LITORANEA	Civitavecchia	0.3	1.7	0.2	0.002	60
	Fiumaretta [^]	0.4	1.9	0.2	0.004	78
VALLE DEL SACCO	Colleferro Europa*	0.5	2.6	0.2	0.004	71
	Frosinone scalo	0.4	2.0	0.2	0.005	73
	Fontechiari	0.3	1.5	0.2	0.002	68
APPENINICA	Rieti	0.3	1.2	0.2	0.002	59

[^]non inserita nel progetto di rete

* concentrazione stimata per la media annua. Vedi Appendice

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

I filtri analizzati relativi alla stazione Colleferro Europa si riferiscono al periodo dal 28 maggio al 31 dicembre 2019. Dato che la distribuzione dei prelievi nell'anno non è conforma a quanto riportato nel D.Lgs.155, per confrontare le medie ottenute con i limiti di legge previsti, è stato effettuato uno studio specifico per la determinazione di una concentrazione stimata della media annua (vedi Appendice).

5.3 Analisi delle serie storiche degli inquinanti

Nei paragrafi seguenti sono presentate per ogni zona le serie storiche degli standard normativi. Nei grafici sono incluse solo le stazioni operative per almeno tre anni.

5.3.1 Agglomerato di Roma

E' la media annua dell'NO₂ il problema principale nell'Agglomerato di Roma. Dal 2009 ad oggi i livelli sono scesi ma all'interno del GRA (Figura 5.1) permangono sopra il valore limite in tutte le centraline urbane da traffico e nella stazione urbana di background denominata Arenula.

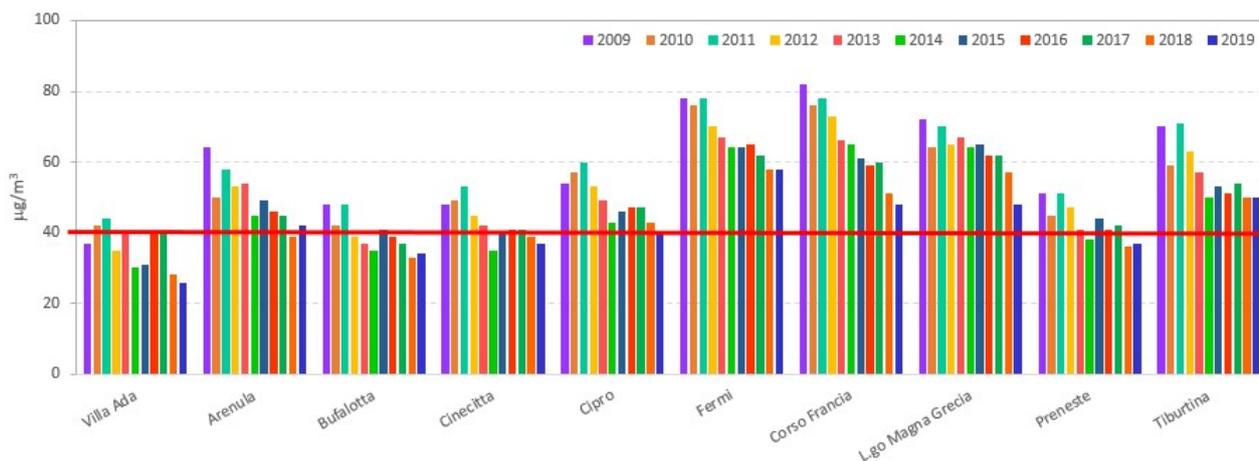


Figura 5.1 - Media Annua NO₂ - stazioni comprese nel GRA di Roma.

Uno standard di legge che era critico in passato nelle centraline dell'Agglomerato di Roma è stato il numero di superamenti del valore limite giornaliero di PM₁₀. In Figura 5.2 viene riportato la media dal 2009 al 2019. Come si vede lo standard, pur mostrando un andamento decrescente, ha un'ampia variabilità di anno in anno. Solo dal 2017 il numero di superamenti è inferiore ai 35 in un anno come definito nel d.lgs. 155/2010.

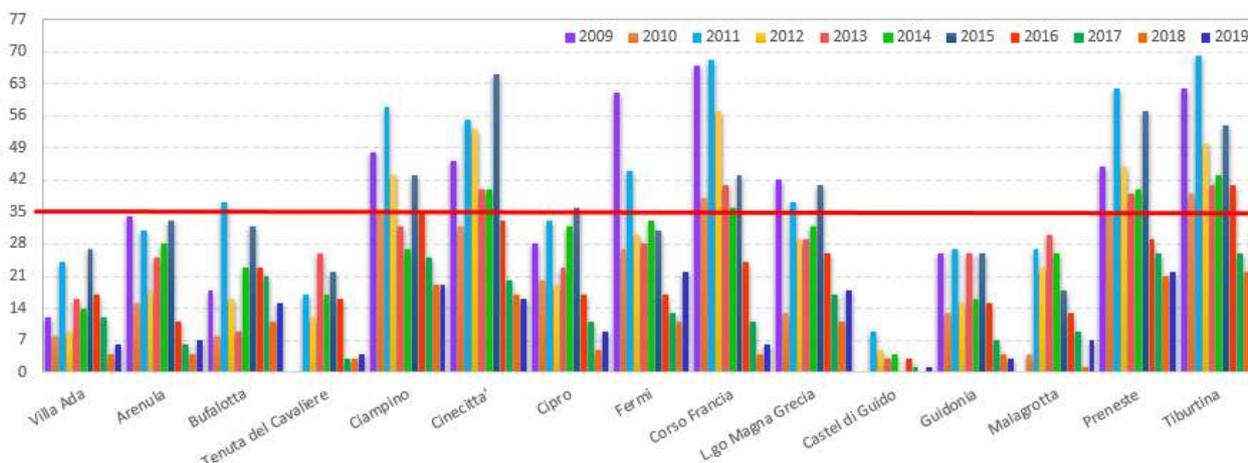


Figura 5.2 - Numero di superamenti del valore limite giornaliero di PM₁₀.

Altro inquinante che nell'Agglomerato fa registrare per gli standard dei valori superiori ai limiti normativi è l'O₃. L'equilibrio di formazione di questo inquinante è molto influenzato dalle condizioni di irraggiamento solare estivo, quindi molto variabile da un anno all'altro, tanto che la norma prevede per l'ozono solo standard mediati su più anni. Nei grafici seguenti si vede come nell'Agglomerato di Roma, sia il valore obiettivo

per la salute umana (superamenti dei $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in media mobile massima sulle 8 ore inferiori a 25 come media su tre anni) sia quello per la protezione della vegetazione (AOT40) non mostrano negli anni una tendenza univoca per le diverse stazioni dell'agglomerato.

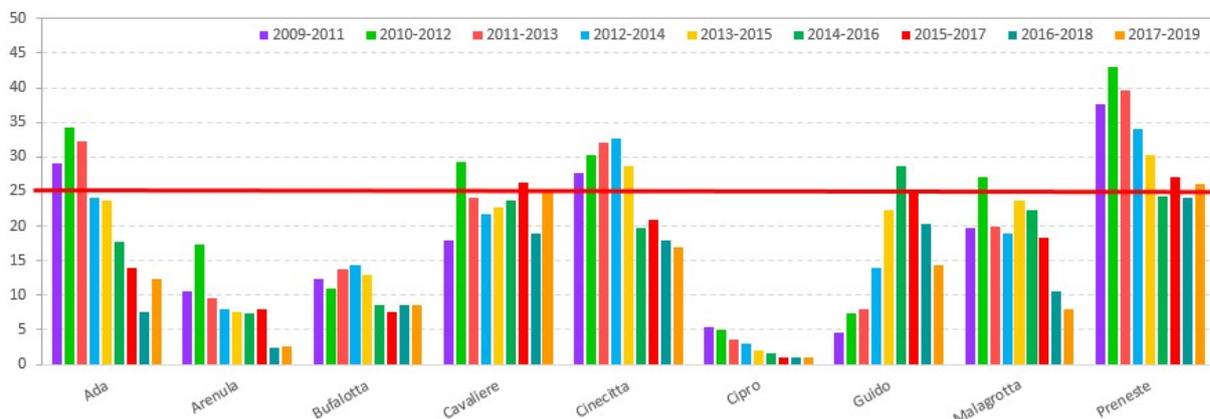


Figura 5.3 - Numero di superamenti di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per l'O₃ (mediato su 3 anni).

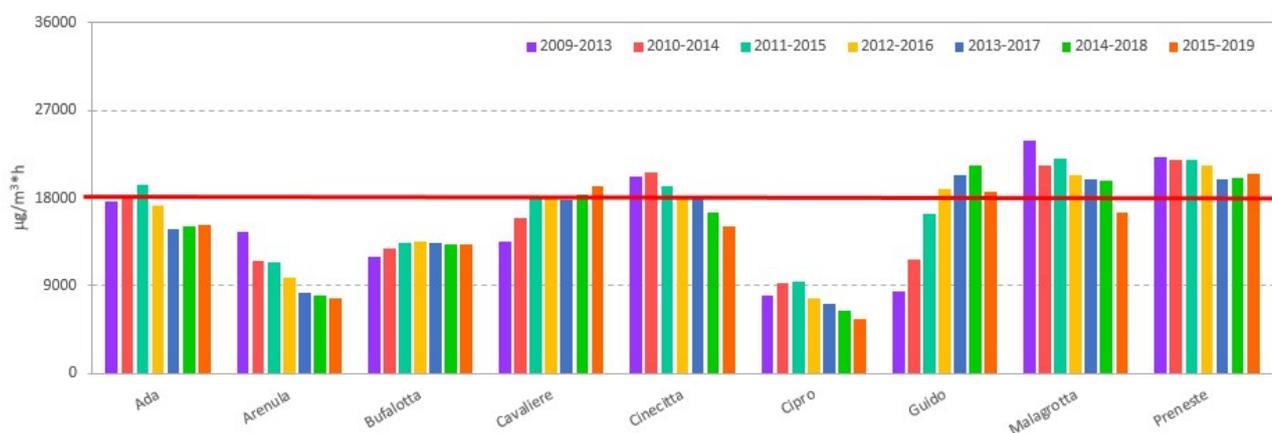


Figura 5.4 - AOT40 per l'O₃ (mediato su 5 anni).

5.3.2 Zona Valle del Sacco

Nella Valle del Sacco sono le polveri sottili a destare la maggiore preoccupazione. Le medie annue sia del PM2.5 che del PM10, riportate a pagina 32, seguono un trend discendente, il PM2.5 rientra nei limiti dal 2017 (Figura 5.5) e nel 2019 tutte le centraline rispettano il valore limite per il PM10 (Figura 5.6).

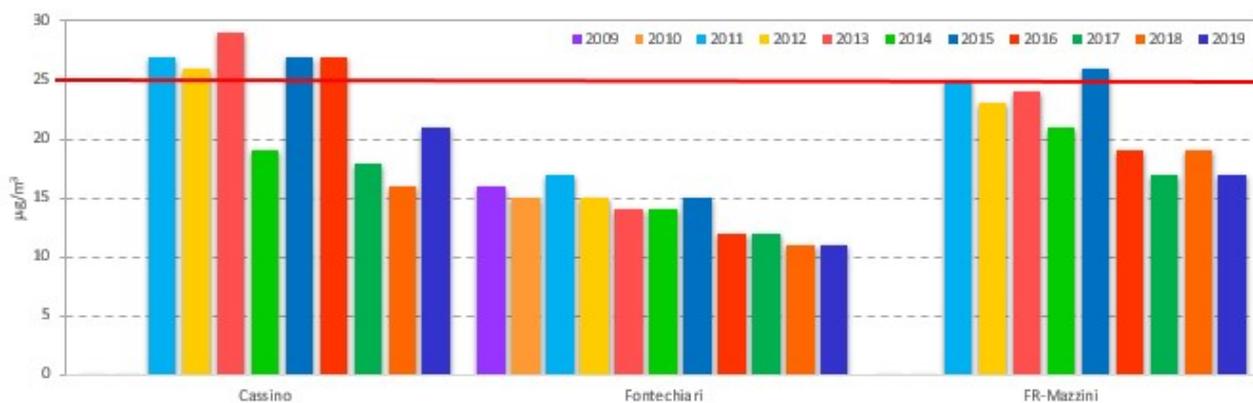


Figura 5.5 - Media annua in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM2.5.



Figura 5.6 - Media annua in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM10.

Il numero di superamenti del valore limite giornaliero di PM10 è l'indicatore peggiore per le polveri sottili, è ancora nel 2019 sopra il valore consentito dalla norma ed ha un'oscillazione maggiore negli anni essendo uno standard di breve periodo.

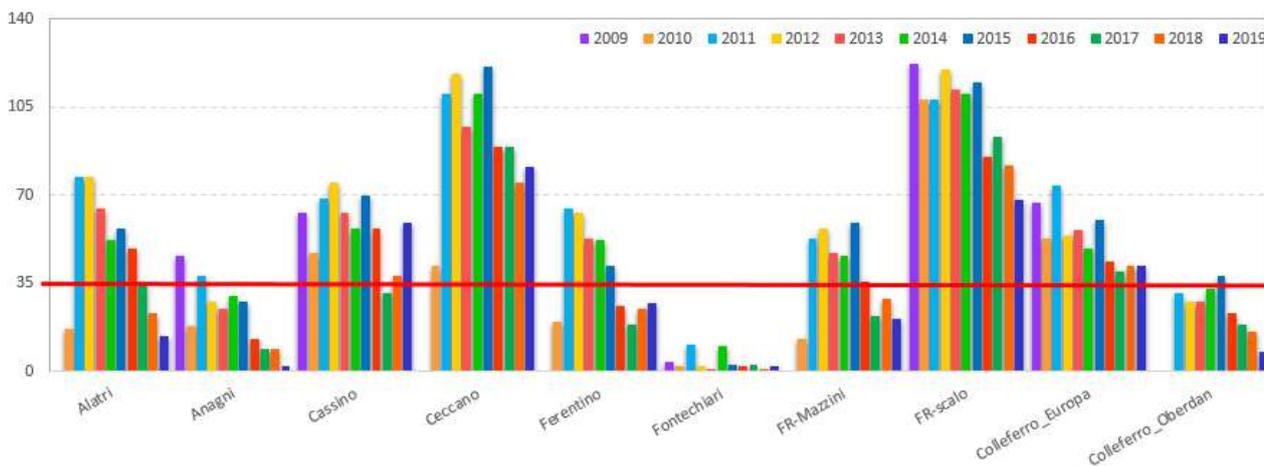


Figura 5.7 - Numero di superamenti del valore limite giornaliero di PM10.

La media annua dell' NO_2 decresce negli anni presso le centraline della Valle del Sacco con l'eccezione della zona di Colleferro e nel 2019 non si registra in ciascuna stazione nessun superamento del valore limite.

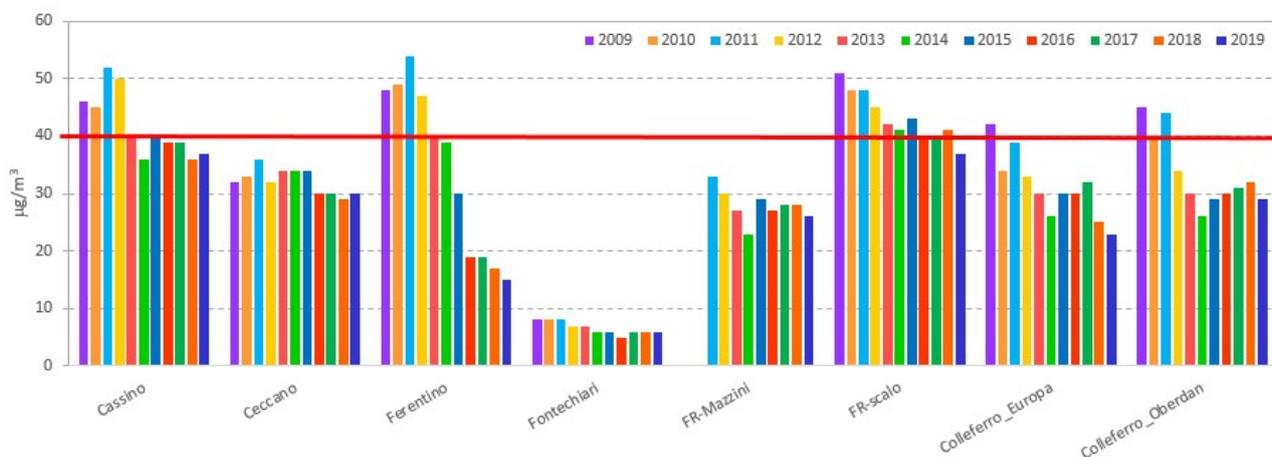


Figura 5.8 - Media Annua NO_2 .

5.3.3 Zona Appenninica-Valle del Sacco

Per l'O₃ la Valle del Sacco e l'Appenninica costituiscono una zona unica. Come mostrato nei grafici in Figura 5.9 e Figura 5.10, entrambi i valori obiettivo non sono raggiunti presso le stazioni di Fontechiari e Leonessa, l'andamento negli anni non è univoco.

In Zona Appenninica gli unici superamenti sono relativi all'ozono, concentrati nella provincia di Rieti e gli indicatori ad esso relativi (figure a pagina 43) non sembrano indicare un andamento se non nel viterbese dove mostrano valori in diminuzione.

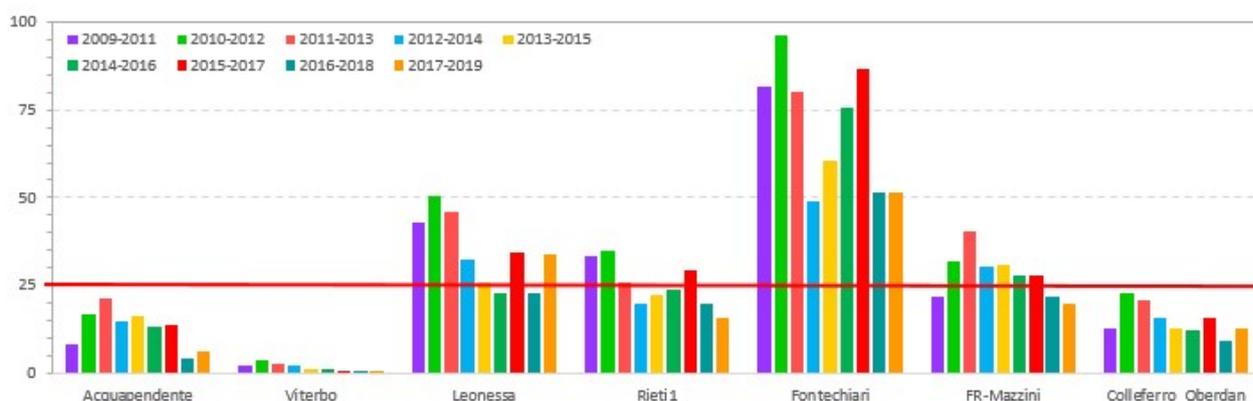


Figura 5.9 - Numero di superamenti di 120 µg/m³ per l'O₃ (mediato su 3 anni).

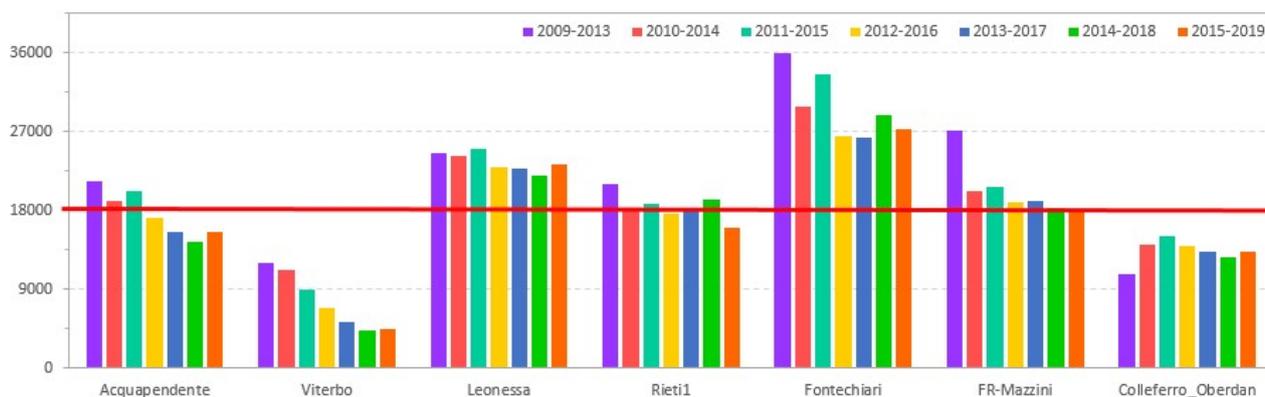


Figura 5.10 - AOT40 per l'O₃ (mediato su 5 anni).

5.3.4 Zona Litoranea

La Zona Litoranea dal 2013 presenta dei superi per i soli standard dell'ozono, in particolare i valori fuori norma sono registrati nella stazione di Allumiere, rurale a 542 m s.l.m.. Non è facile stabilire una tendenza per l'ozono, come si vede dalle figure seguenti: la sua formazione è fortemente influenzata da caratteristiche meteorologiche molto variabili di anno in anno oltre che dalla disponibilità in aria dei suoi precursori, tanto che la norma prevede degli standard mediati su più anni.

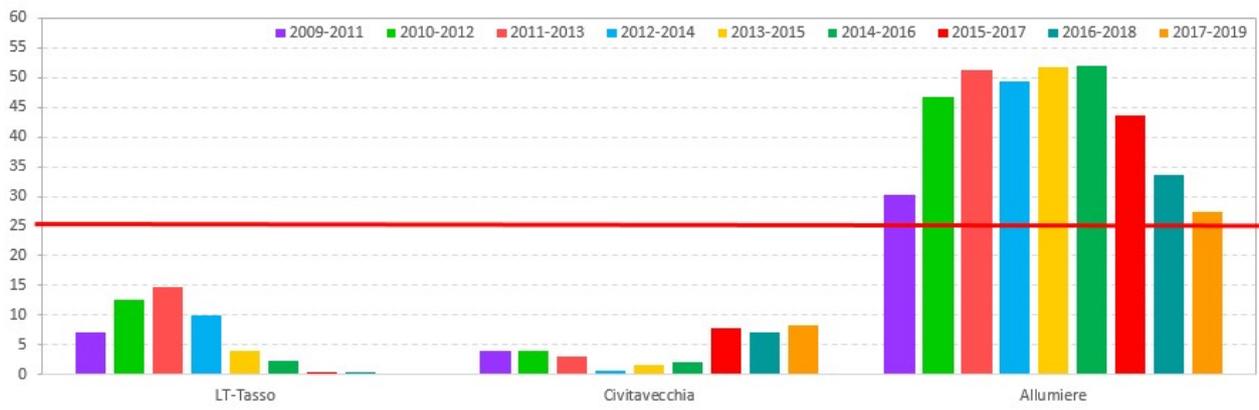


Figura 5.11 - Numero di superamenti di 120 µg/m³ per l'O₃ (mediato su 3 anni).

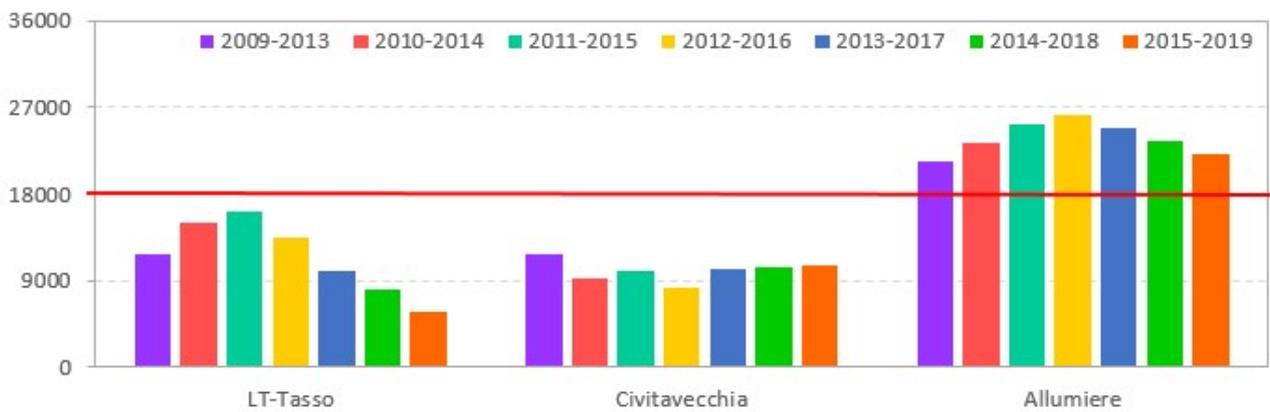


Figura 5.12 - AOT40 per l'O₃ (mediato su 5 anni).

5.4 Analisi superamenti PM10 e condizioni meteorologiche

La concentrazione degli inquinanti atmosferici è influenzata dalle condizioni meteorologiche e principalmente da tre fattori: precipitazione (frequenza e intensità), vento (intensità e direzione), turbolenza. Questi tre fattori determinano le azioni di dilavamento (fenomeni di washout, rainout, e mancato risollevarlo dal suolo), di dispersione meccanica, e la capacità dispersiva dell'atmosfera.

5.4.1 Concentrazioni PM10, precipitazioni e vento in inverno

E' stata eseguita una prima analisi della relazione nel periodo invernale tra l'andamento dei superamenti di PM10, la quantità e frequenza delle precipitazioni e l'intensità del vento.

Sono state prese in considerazione due zone della regione: l'Agglomerato di Roma e la Valle del Sacco. Per ognuno di queste due aree è stata scelta una stazione della rete di monitoraggio della qualità dell'aria e una stazione meteorologica vicina dove vengono registrati i parametri meteorologici di precipitazione e intensità del vento.

Le "coppie" di stazioni scelte sono:

- Agglomerato di Roma: Tiburtina/stazione meteo via Lanciani (rete ARSIAL)
- Valle del Sacco: Frosinone scalo/stazione meteo aeroporto di Frosinone (rete ARPA Lazio).

L'analisi ha riguardato 8 inverni nell'arco temporale 2012-2020.

Nei grafici seguenti (Figura 5.13) l'istogramma rappresenta la cumulata mensile della stazione meteorologica ARSIAL via Lanciani, in blu il numero di giorni piovosi (cumulata giornaliera ≥ 1.0 mm), in rosso il numero di superamenti della soglia 50 mg/m^3 del PM10 della stazione di Roma Tiburtina, in verde il numero di giorni ventilati (media giornaliera del vento ≥ 3.0 m/s) della stazione meteorologica di AL001 di via Boncompagni.

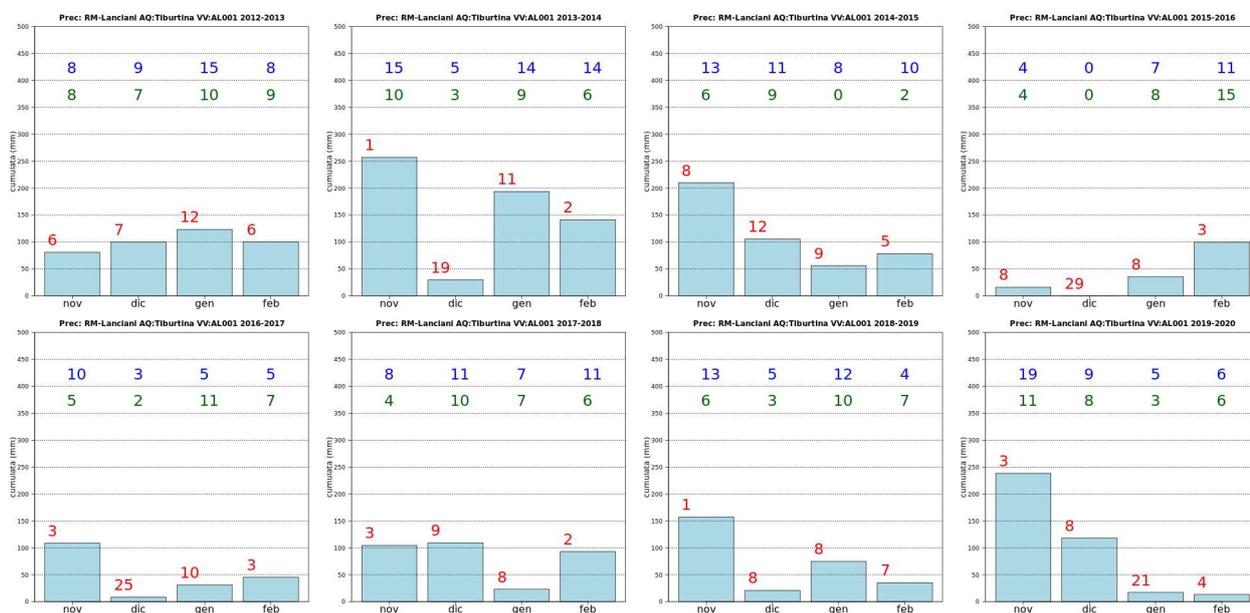


Figura 5.13 - Analisi PM10/parametri meteo stazione Tiburtina.

Nei grafici seguenti (Figura 5.14) l'istogramma rappresenta la cumulata mensile della stazione meteorologica AL006 Aeroporto di Frosinone, in blu il numero di giorni piovosi (cumulata giornaliera ≥ 1.0 mm), in rosso il numero di superamenti soglia 50 mg/m^3 del PM10 della stazione di Frosinone Scalo, in verde il numero di giorni ventilati (media giornaliera del vento ≥ 3.0 m/s) presso la stazione meteorologica di AL006 di Frosinone Aeroporto (N.D. dati non disponibili).

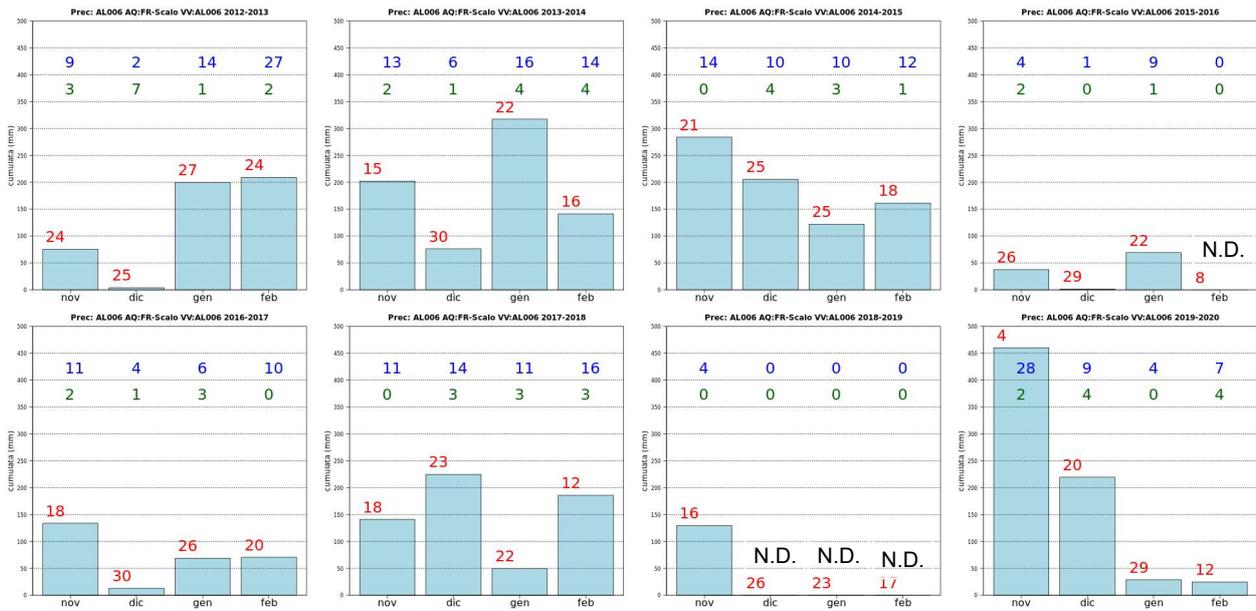


Figura 5.14 - Analisi PM10/parametri meteo stazione Frosinone scalo.

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

È operativo presso il Centro Regionale della Qualità dell'Aria (CRQA) di ARPA Lazio un sistema modellistico per determinare la distribuzione spaziale e temporale delle concentrazioni degli inquinanti previsti dal d.lgs. 155/2010. Il sistema viene utilizzato in modalità sia previsionale che 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 comunicare ai cittadini le previsioni sull'inquinamento e agli enti competenti le informazioni per l'attuazione di eventuali azioni a tutela della salute umana necessarie nel caso di previsione di eventi acuti di inquinamento atmosferico.

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 2019 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 2019.

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/WRF 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).

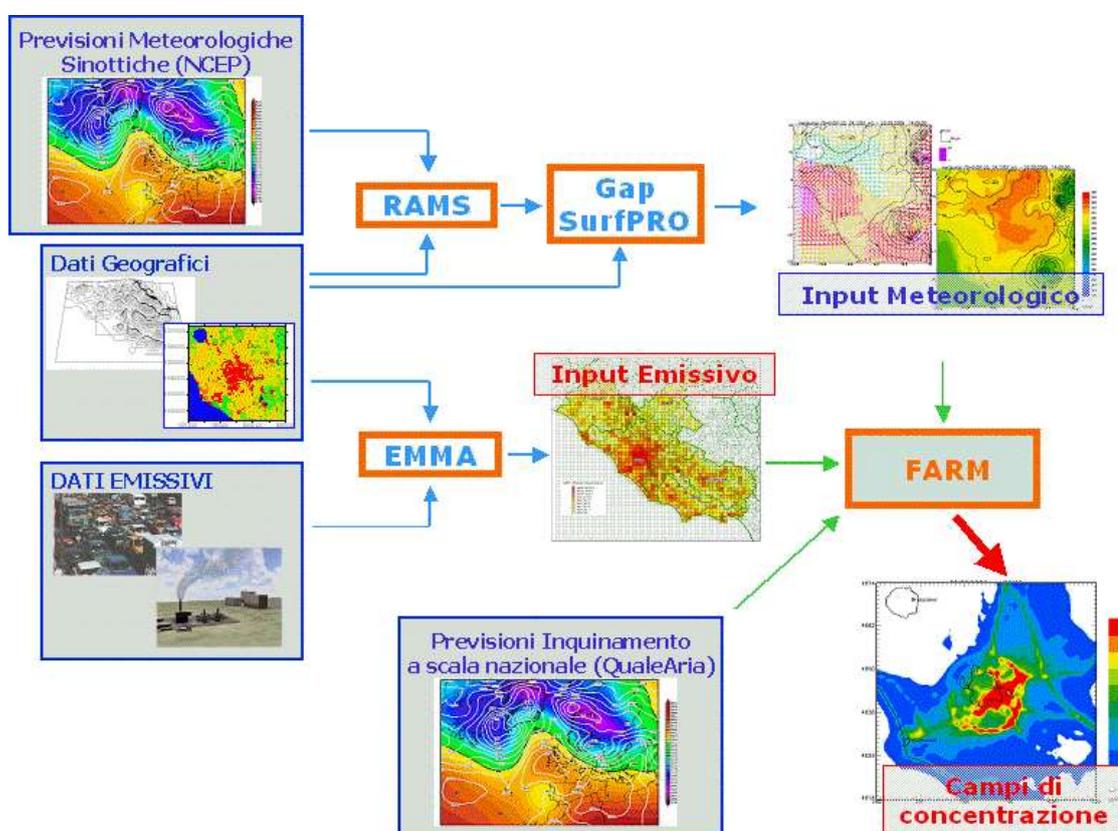


Figura 6.1 - Schema del sistema modellistico.

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.

Tabella 6.1 - Caratteristiche spaziali dei domini di simulazione.

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

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.

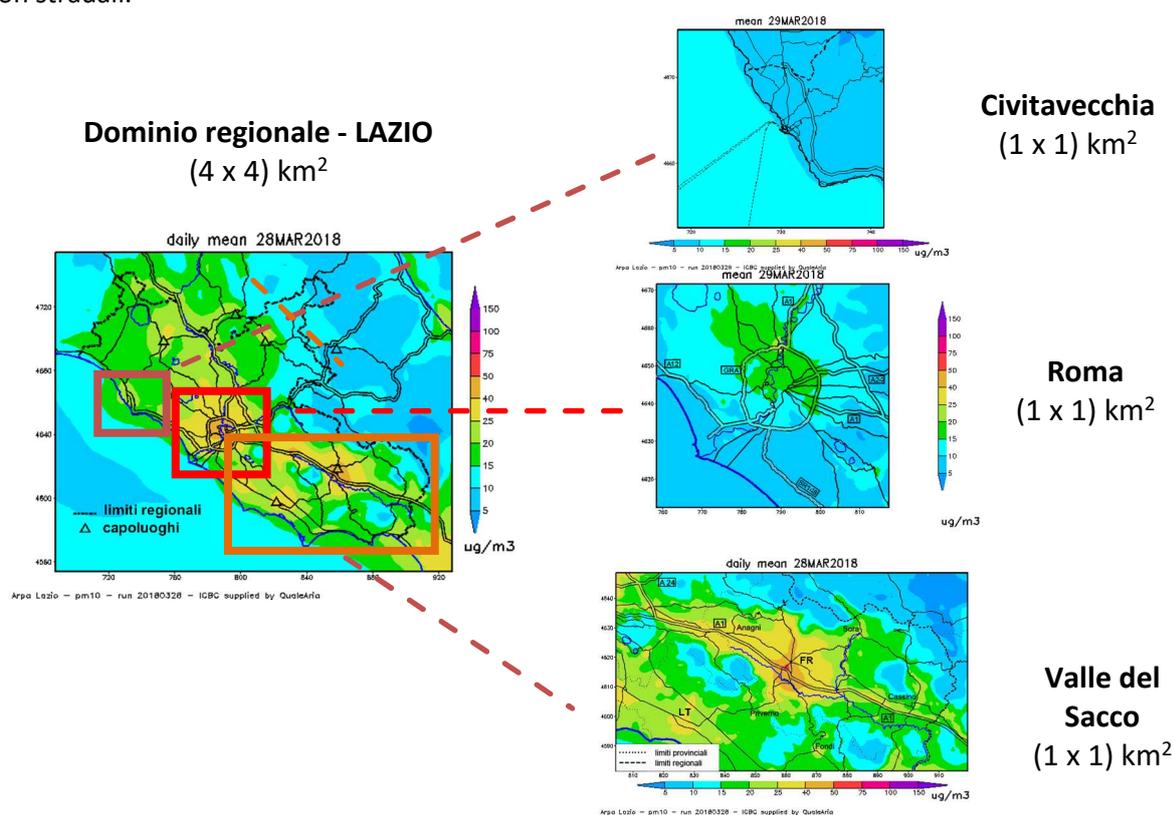


Figura 6.2 - Domini di calcolo del sistema modellistico.

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 2010: 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 NOx 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.

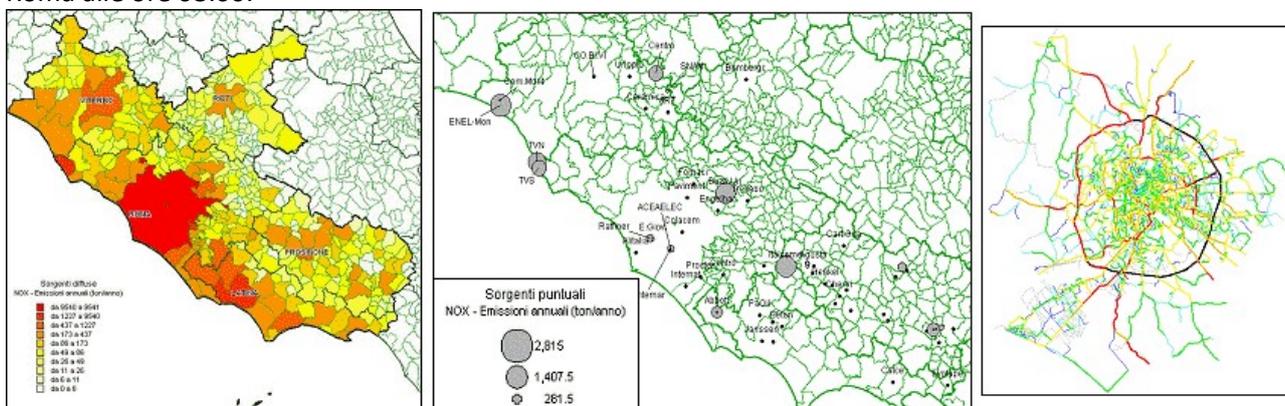


Figura 6.3 - Inventario delle emissioni (diffuse, puntuali e lineari).

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/WRF 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.

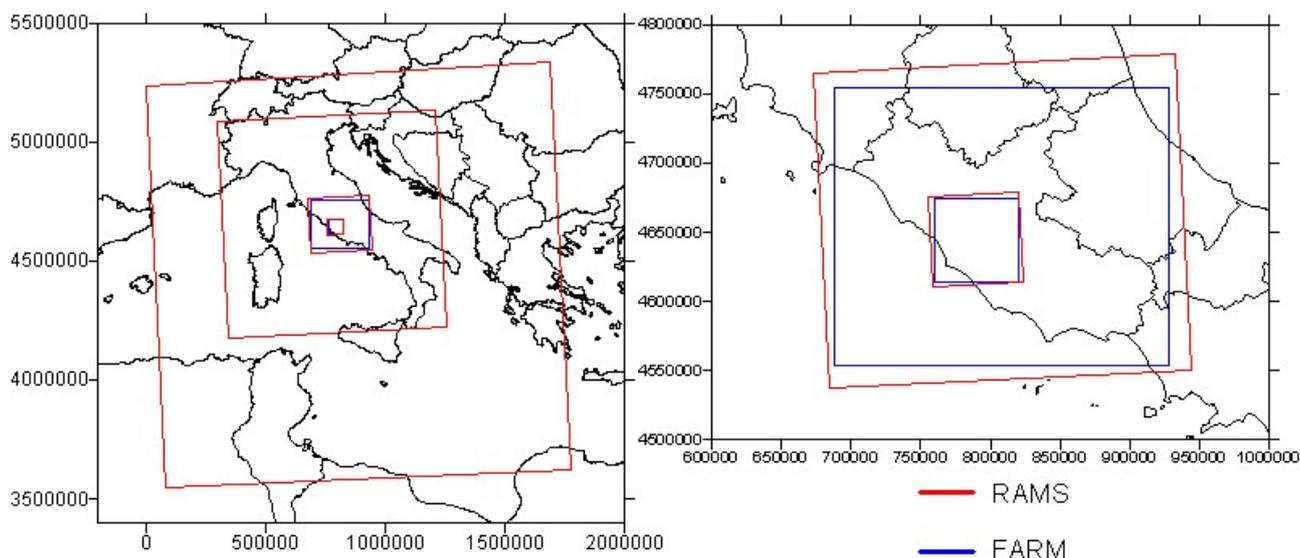


Figura 6.4 - Esempio del downscaling del modello meteorologico RAMS e del modello fotochimico FARM.

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 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

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.

La discrepanza che emerge nel confronto tra modello/misure nei domini 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 Sili-bello 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 2019 e negli anni precedenti, 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 applica 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 2019 o negli anni precedenti per un sufficiente periodo di copertura e che comprendesse almeno una settimana invernale, i siti utilizzati 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.

Tabella 6.2 - Campagne monitoraggio 2019 ed utilizzate per la valutazione della qualità dell'aria.

Località	Latitudine	Longitudine	z (m s.l.m.)
Albano Laziale	804.091	4625.639	344
Arnara	865.927	4612.947	247
Borgo Montello	814.97	4599.918	34
Boville	870.135	4620.824	225
Castro dei Volsci	867.316	4605.38	142
Giuliano Romano	856.984	4607.688	345
Minturno	897.633	4578.795	98
Monte Fiascone	749.161	4714.153	563
Monte San Giovanni Campano	877	4614.623	165
Pastena	875.107	4600.581	302
Priverno	848.646	4599.732	86
Sora	881.078	4626.31	272
Soriano del Cimino	770.755	4703.46	296
Valmontone	826.371	4632.285	248
Patrica	856.375	4614.916	145
Torrice	866.272	4619.112	216
Zagarolo	818.581	4638.087	333
Ceprano	877.154	4609.474	103
Orte	778.639	4705.951	52
Terracina	854.745	4579.312	7

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 scade-re 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 micrometeo- rologico.

Il risultato netto sarà che pur non avendo aggiunto nuove postazioni fisse alla rete di monitoraggio regionale, nei fatti ad essa si aggiogneranno tante postazioni virtuali quanti saranno i siti sedi delle campagne speri- mentali periodiche con i mezzi mobili incrementando notevolmente le informazioni disponibili per la valuta- zione della qualità dell'aria del territorio. Nella regione Lazio è stato realizzato un piano di monitoraggio pe- riodico con i mezzi mobili allo scopo di aggiungere alla rete fissa di monitoraggio almeno una decina di po- stazioni virtuali localizzate in punti del territorio in cui era necessario incrementare l'informazione della qua- lità 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 PM2.5, 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 2019

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 emmissive 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 PM10 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 3 diversi domini di simulazione, il Lazio (4 km x 4 km), la Valle del Sacco 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 2018 di PM10 nei 3 domini di simulazione.

Il PM10 si accumula in maggior misura nelle zone Valle del Sacco e Agglomerato di Roma.

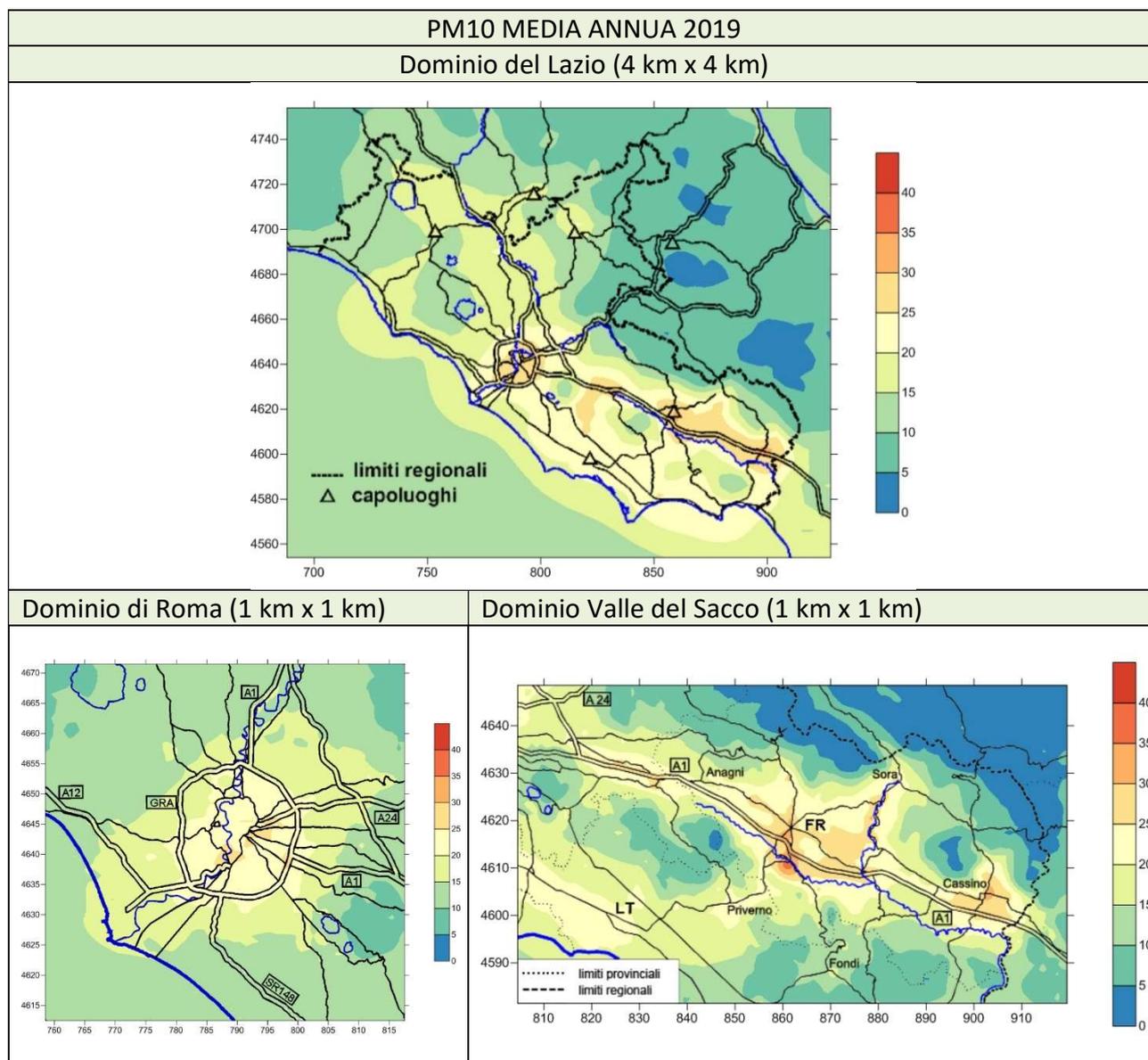


Figura 7.1 - Distribuzione spaziale della media annua di PM10 nel 2019.

In nessuna delle zone della regione si supera il valore limite per la media annua di PM10.

La zona Valle del Sacco (Figura 7.1, in basso a dx) presenta i valori di concentrazione più prossimi al limite di 40 µg/m³ nell'area centrale della Zona. Per le restanti zone: l'Agglomerato (Figura 7.1, in basso a sn) e la zona Litoranea nonostante il carico emissivo che le caratterizza beneficiano della vicinanza con la costa che garantisce una buona dispersione degli inquinanti mentre la zona Appenninica è caratterizzata da un'emissione più bassa di polveri.

La distribuzione spaziale del numero di superamenti del valore limite di 50 µg/m³ (Figura 7.2) risulta critica nella Zona Valle del Sacco in modo particolare nell'area centrale, tanto da portare sopra al numero di superamenti consentiti anche i comuni della zona Appenninica confinanti.

Per la zona Litoranea e nell'agglomerato di Roma (Figura 7.2, destra) il numero di superamenti non eccede il valore stabilito dalla normativa, seppur nell'agglomerato nell'area a centro sud ci si avvicina a detto limite.

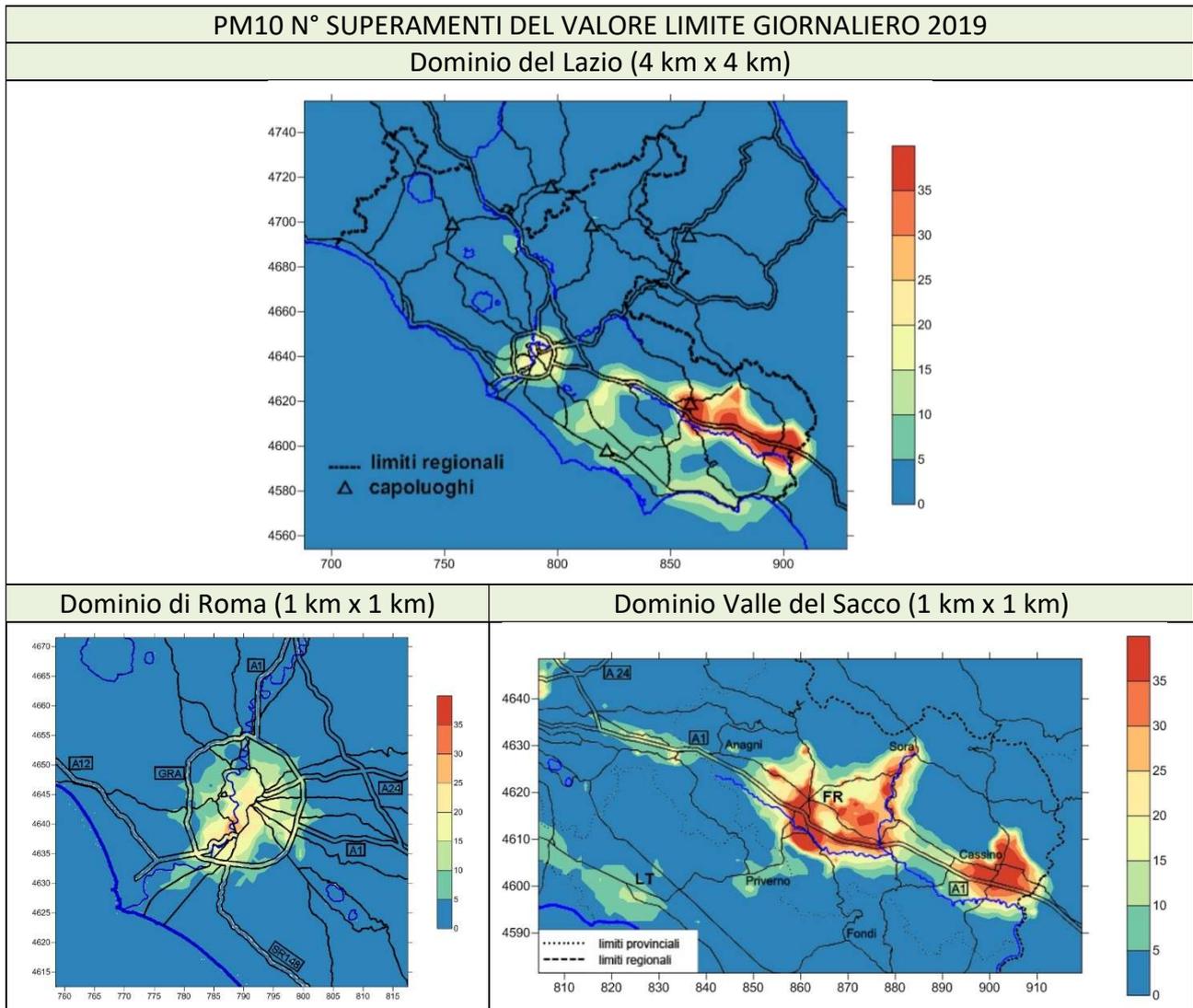


Figura 7.2 - Distribuzione spaziale del numero di superamenti di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM10 nel 2019.

7.2 Distribuzione spaziale della concentrazione di PM2.5

In Figura 7.3 è riportata la distribuzione spaziale della concentrazione media annuale di PM2.5 per il 2019.

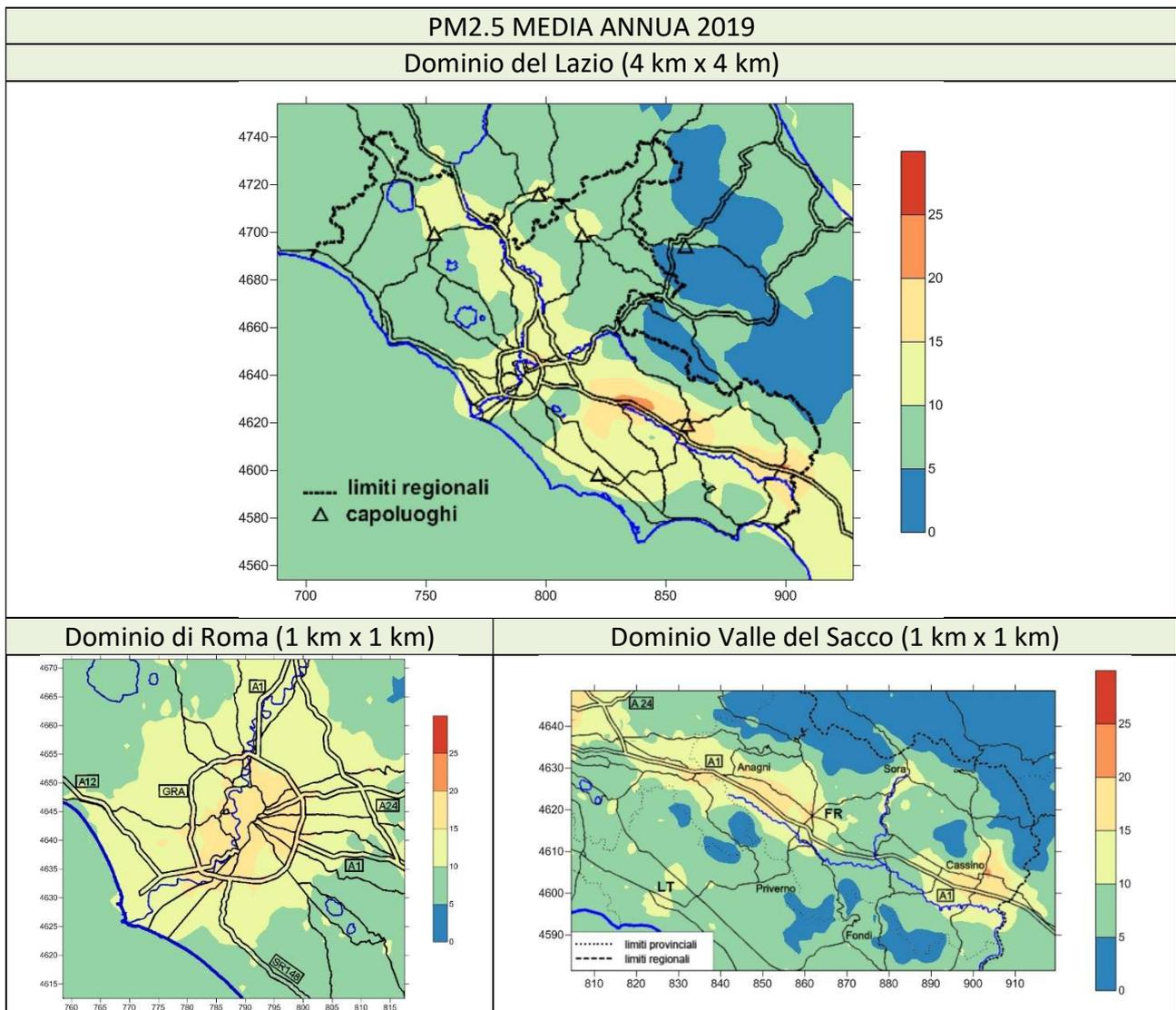


Figura 7.3 - Distribuzione spaziale della media annua di PM_{2.5} nel 2019.

La distribuzione spaziale della concentrazione media annua di PM_{2.5} presenta valori più elevati nella Valle del Sacco (Figura 7.3, destra), con un massimo nella zona di Frosinone, mentre rimane altrove sempre inferiore ai 20 µg/m³.

7.3 Distribuzione spaziale della concentrazione di NO₂

Di seguito viene riportata la distribuzione della media annuale di NO₂ nel dominio regionale e nei domini locali di Roma e Valle del Sacco.

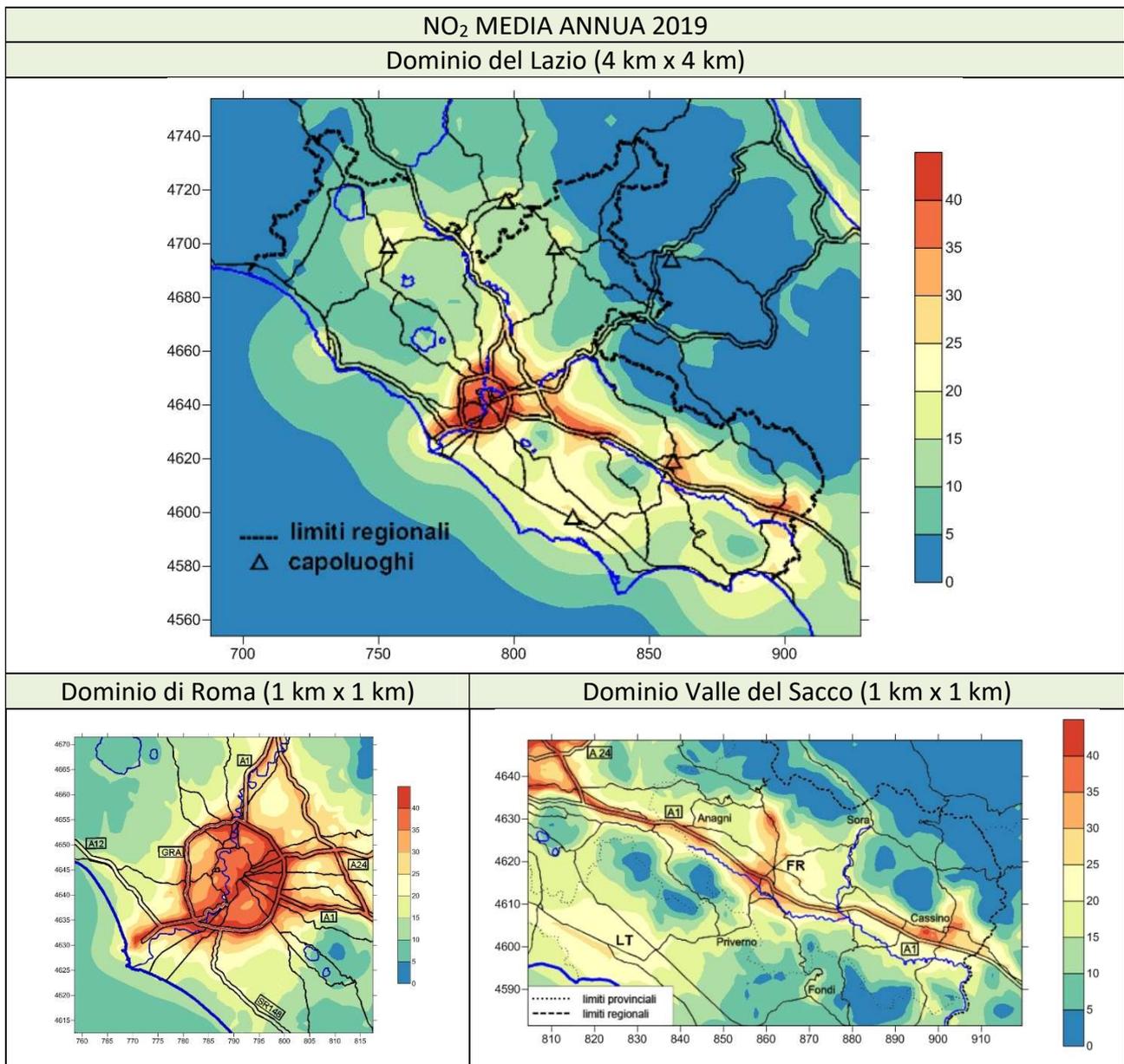


Figura 7.4 - Distribuzione spaziale della media annua di NO₂ nel 2019.

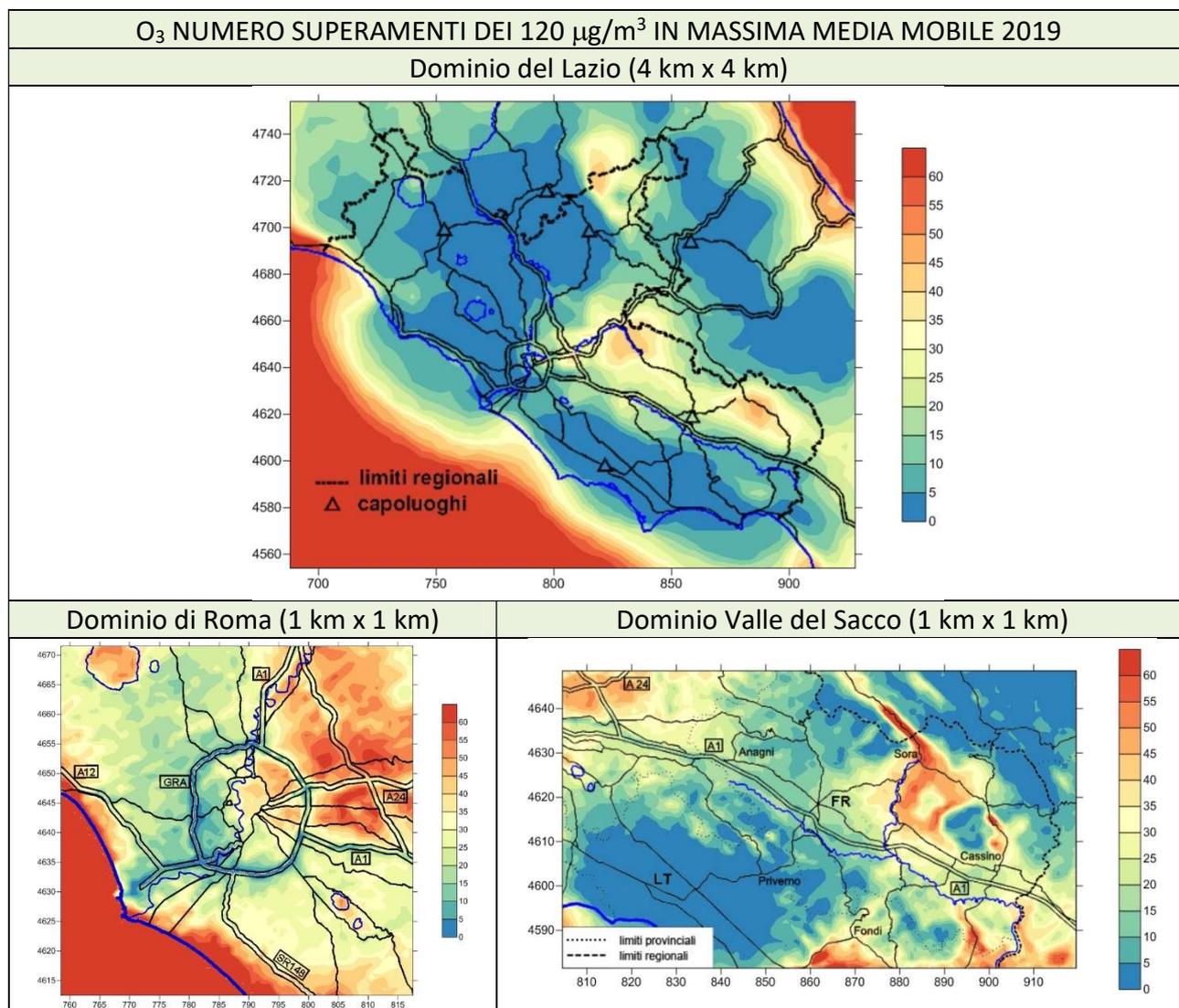
Le Zone Valle del Sacco e Agglomerato di Roma presentano dei valori per le concentrazioni di NO₂ più elevate rispetto al resto del territorio regionale. La situazione più critica si registra nell'Agglomerato di Roma, in particolare nell'area metropolitana, dove le concentrazioni sono superiori al valore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

Nell'Agglomerato di Roma (Figura 7.4, sinistra), le maggiori criticità risultano interessare gran parte dell'area urbana con particolare riferimento al Gran Raccordo Anulare e l'area in esso ricompresa con l'eccezione di alcune aree: 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. L'influenza dell'Agglomerato per l'innalzamento della concentrazione annuale di NO₂ arriva fino alla costa, interessando la zona Litoranea.

Nella Valle del Sacco si osservano le concentrazioni maggiori si registrano presso i centri urbani più densamente popolati lungo l'autostrada A1.

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 3 domini di calcolo.



7.5 Distribuzione spaziale della concentrazione di Benzene

La distribuzione media annua della concentrazione di benzene evidenzia i valori maggiori in rispondenza dei centri abitati maggiori in ognuno dei tre domini con valori massimi attorno ai 2 µg/m³ (Figura 7.6).

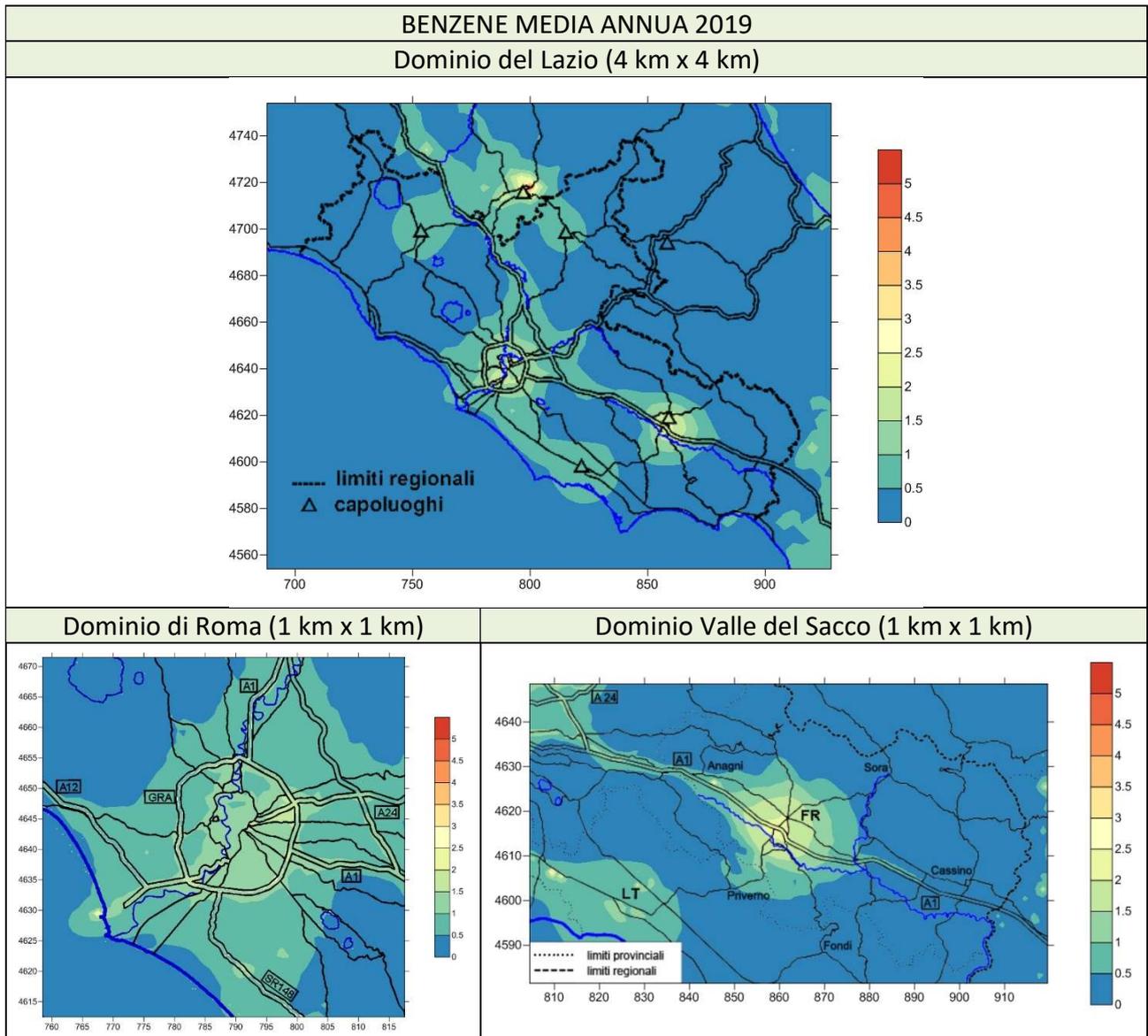


Figura 7.6 - Distribuzione spaziale della media annua di Benzene nel 2019.

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 3 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, il terzo che comprende l'intera Valle del Sacco 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. Un qualunque comune del Lazio ha un'estensione maggiore della risoluzione orizzontale della simulazione modellistica, ciò implica che all'interno del comune lo spazio è discretizzato in un numero elevato di celle, ognuna caratterizzata da un valore di concentrazione.

Al fine di caratterizzare lo stato di qualità dell'aria rappresentativo del comune, per ogni inquinante, è necessario definire quale valore di concentrazione dell'inquinante considerare tra quelli delle diverse celle che costituiscono la superficie amministrativa del comune.

Sono state prese in considerazione due ipotesi:

- ✓ la media pesata delle celle comprese nell'area del comune in funzione della percentuale di superficie della cella ricadente nel perimetro del comune;
- ✓ il valore massimo tra le celle ricomprese nell'area del comune.

Per ragioni cautelative il parametro utilizzato è stato il valore massimo per tutti i comuni della Regione Lazio. Per completezza, nell'Allegato vengono comunque riportati anche i valori minimi e medi (pesati) di concentrazione stimati per ogni singolo comune; il confronto tra i valori medi e i massimi degli standard è utile a capire se gli eventuali superamenti riguardino solo una piccola porzione di territorio o l'intero comune.

Nei paragrafi seguenti vengono riportate le caratterizzazioni in base alla valutazione dello stato della qualità dell'aria del 2019, per ogni comune delle quattro zone in cui è suddiviso il territorio del Lazio.

Nella Tabella 7.1, è riportata la descrizione dei parametri riportati nelle Tabelle 7.2 – 7.5.

Tabella 7.1 - Descrizione dei parametri.

Inquinante	Parametro	Descrizione
PM10	media	media annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	superi	numeri di superamenti giornalieri di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
PM2.5	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 $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ 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)

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 2019.

Tabella 7.2 - Caratterizzazione dei comuni nell'Agglomerato di Roma.

IT1215 AGGLOMERATO ROMA													
Provincia	Cod. ISTAT	Nome	Area (km ²)	PM10		PM2.5	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	17	1	11	21	0	0.7	0	0	58	
RM	12058005	Anguillara Sabazia	65	13	0	11	13	0	0.4	0	0	65	
RM	12058009	Ariccia	18,2	16	1	11	21	0	0.6	0	0	58	
RM	12058015	Campagnano di Roma	46,1	13	0	11	18	0	0.4	0	0	38	
RM	12058018	Capena	29,5	16	1	13	39	0	1.1	0	0	55	
RM	12058022	Castel Gandolfo	14,6	17	0	11	23	0	0.7	0	0	67	
RM	12058024	Castelnuovo di Porto	30,8	16	1	13	41	0	1.2	0	0	55	
RM	12058118	Ciampino	11	25	13	16	56	0	1.7	0	0	39	
RM	12058036	Fiano Romano	41,8	18	2	12	30	0	0.8	0	0	17	
RM	12058122	Fonte Nuova	20,2	19	4	14	36	0	1.0	0	0	60	
RM	12058038	Formello	31,4	15	0	11	22	0	0.6	0	0	34	
RM	12058039	Frascati	22,7	19	1	13	45	0	1.5	0	0	44	
RM	12058046	Grottaferrata	18,2	17	0	11	29	0	0.9	0	0	48	
RM	12058047	Guidonia Montecelio	78,8	21	7	16	36	0	1.0	0	0	68	
RM	12058057	Marino	25,1	21	5	13	29	0	1.0	0	0	49	
RM	12058059	Mentana	24,1	18	5	14	35	0	0.9	0	0	53	
RM	12058064	Monte Porzio Catone	9,4	16	0	12	45	0	1.5	0	0	40	
RM	12058065	Monterotondo	40,5	18	5	14	34	0	0.9	0	0	56	
RM	12058068	Morlupo	24	17	2	11	20	0	0.6	0	0	8	
RM	12058081	Riano	24,9	16	2	13	39	0	1.1	0	0	51	
RM	12058086	Rocca di Papa	40	13	0	9	14	0	0.5	0	0	58	
RM	12058091	Roma	1307,7	27	32	20	65	10	2.0	0	0	108	
RM	12058093	Sacrofano	28,5	14	2	11	22	0	0.6	0	0	34	
RM	12058098	Sant'Angelo Romano	21,5	18	0	14	36	0	1.0	0	0	52	
RM	12058104	Tivoli	68,4	21	7	16	42	0	1.4	0	0	62	

(**) –calcolato come media su 3 anni

Le criticità nell'Agglomerato di Roma sono relative a NO₂ e O₃:

- La media annuale di NO₂ è superiore al valore limite di 40 µg/m³ nei comuni di Castel Nuovo di Porto, Ciampino, Frascati, Monte Porzio Catone, Roma, Tivoli;

- Per l'O₃, il numero di superamenti come massimo della media mobile di 8 ore dei 120 µg/m³ mediato sugli anni 2017-2019 supera il numero massimo consentito (25 annui) in tutti i comuni dell'Agglomerato con l'eccezione di Morlupo e Fiano Romano.

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 2019.

Tabella 7.3 - Caratterizzazione dei comuni nella Valle del Sacco.

IT1212 ZONA VALLE DEL SACCO												
Provincia	Cod. ISTAT	Nome	Area (km ²)	PM10		PM2.5	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	**O ₃
				media	superi	media	media	superi	media	superi		
FR	12060002	Acuto	13,4	15	1	10	18	0	0.3	0	0	38
FR	12060003	Alatri	97,2	30	50	19	42	0	1.9	0	0	40
FR	12060005	Amaseno	77,2	19	5	7	16	0	0.7	0	0	43
FR	12060006	Anagni	113,8	26	25	21	41	0	2.6	0	0	49
FR	12060007	Aquino	19,2	27	35	16	36	0	0.5	0	0	41
FR	12060008	Arce	39,5	29	39	11	37	0	0.7	0	0	53
FR	12060009	Arnara	12,3	30	51	12	37	0	2.0	0	0	34
FR	12060010	Arpino	56	33	57	17	24	0	0.4	0	0	66
FR	12060012	Ausonia	20,1	15	0	11	22	0	0.4	0	0	71
FR	12060014	Boville Ernica	28,2	28	39	12	23	0	1.4	0	0	52
FR	12060015	Broccostella	12	24	25	13	16	0	0.3	0	0	63
RM	12058020	Carpineto Romano	86,4	15	0	11	18	0	0.4	0	0	48
FR	12060018	Casalvieri	27,2	15	2	10	9	0	0.2	0	0	58
FR	12060019	Cassino	82,8	33	63	22	38	0	0.6	0	0	64
FR	12060020	Castelliri	15,5	28	38	12	24	0	0.5	0	0	48
FR	12060021	Castelnuovo Parano	10	15	2	10	19	0	0.3	0	0	59
FR	12060023	Castro dei Volsci	58,3	26	32	10	27	0	1.3	0	0	39
FR	12060022	Castrocielo	27,9	24	29	15	37	0	0.6	0	0	54
RM	12058026	Cave	17,7	22	6	12	23	0	0.5	0	0	47
FR	12060024	Ceccano	60,5	37	89	14	42	0	2.2	0	0	51
FR	12060025	Ceprano	38	30	46	11	37	0	1.1	0	0	43
FR	12060026	Cervaro	39,2	28	44	18	31	0	0.4	0	0	48
FR	12060027	Colfelice	14,2	25	25	10	35	0	0.6	0	0	46
RM	12058034	Colleferro	27,6	29	32	21	41	0	0.9	0	0	44
RM	12058035	Colonna	3,5	20	2	12	42	0	1.2	0	0	39
FR	12060030	Coreno Ausonio	26	15	0	11	22	0	0.4	0	0	69
FR	12060031	Esperia	108,8	17	8	12	21	0	0.3	0	0	65
FR	12060032	Falvaterra	12,8	23	21	9	27	0	0.5	0	0	46
FR	12060033	Ferentino	80,6	29	41	20	42	0	2.0	0	0	40
FR	12060036	Fontana Liri	16	27	38	11	27	0	0.5	0	0	59

IT1212 ZONA VALLE DEL SACCO												
Provincia	Cod. ISTAT	Nome	Area (km ²)	PM10		PM2.5	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	**O ₃
				media	superi	media	media	superi	media	superi		
FR	12060037	Fontechiari	16,2	20	10	11	10	0	0.2	0	0	55
FR	12060038	Frosinone	47	33	61	21	46	0	2.2	0	0	41
FR	12060039	Fumone	14,8	23	14	15	25	0	1.0	0	0	30
RM	12058040	Galliciano nel Lazio	26	21	2	14	45	3	1.4	0	0	74
RM	12058041	Gavignano	14,9	22	6	15	29	0	0.5	0	0	34
RM	12058042	Genazzano	32,1	23	8	14	28	0	0.6	0	0	43
FR	12060041	Giuliano di Roma	34	24	22	10	26	0	1.5	0	0	43
RM	12058045	Gorga	26,4	16	1	12	19	0	0.4	0	0	33
FR	12060043	Isola del Liri	16,2	28	39	12	24	0	0.4	0	0	55
RM	12058049	Labico	11,8	26	11	14	45	0	1.3	0	0	37
FR	12060044	Monte San Giovanni Campano	48,6	33	57	17	27	0	0.8	0	0	56
RM	12058060	Monte Compatri	24,3	23	14	18	49	3	1.5	0	0	58
RM	12058062	Montelanico	35	19	2	13	23	0	0.4	0	0	37
FR	12060045	Morolo	26,5	23	15	16	30	0	1.5	0	0	31
RM	12058073	Olevano Romano	26,1	18	2	11	17	0	0.4	0	0	47
RM	12058074	Palestrina	47,1	26	11	14	45	0	1.3	0	0	58
FR	12060046	Paliano	70,1	26	12	17	39	0	0.8	0	0	44
FR	12060047	Pastena	42	23	13	7	17	0	0.5	0	0	49
FR	12060048	Patrica	27	26	31	14	41	0	2.0	0	0	52
FR	12060051	Pico	32,7	19	3	9	17	0	0.3	0	0	44
FR	12060052	Piedimonte San Germano	17,4	29	40	19	45	0	0.5	0	0	45
FR	12060053	Piglio	35,2	15	1	10	18	0	0.3	0	0	33
FR	12060054	Pignataro Interamna	24,6	27	37	17	31	0	0.4	0	0	62
FR	12060055	Pofi	30,7	30	52	12	34	0	1.7	0	0	37
FR	12060056	Pontecorvo	88,2	20	15	14	25	0	0.4	0	0	67
FR	12060057	Posta Fibreno	9,1	18	5	10	9	0	0.2	0	0	50
FR	12060058	Ripi	31,4	30	46	13	34	0	1.6	0	0	41
FR	12060059	Rocca d'Arce	11,5	24	28	10	19	0	0.3	0	0	54
RM	12058088	Rocca Priora	28	20	2	10	29	0	0.8	0	0	51
FR	12060060	Roccasecca	43,3	25	18	12	37	0	0.6	0	0	54
RM	12058119	San Cesareo	22,7	24	9	14	43	0	1.2	0	0	63
FR	12060063	San Giorgio a Liri	15,5	20	17	14	25	0	0.4	0	0	58
FR	12060064	San Giovanni Incarico	24,9	24	22	10	27	0	0.4	0	0	44
FR	12060070	San Vittore del Lazio	27,1	24	30	15	32	0	0.5	0	0	53
FR	12060065	Sant'Ambrogio sul Garigliano	9	19	17	14	21	0	0.4	0	0	59
FR	12060066	Sant'Andrea del Garigliano	16,9	16	5	11	17	0	0.3	0	0	65
FR	12060067	Sant'Apollinare	17	21	27	14	21	0	0.3	0	0	49
FR	12060069	Santopadre	21,5	20	9	10	17	0	0.3	0	0	53
RM	12058102	Segni	61,3	29	32	21	40	0	0.6	0	0	45
FR	12060071	Serrone	15,4	16	1	11	14	0	0.3	0	0	36

IT1212 ZONA VALLE DEL SACCO												
Provincia	Cod. ISTAT	Nome	Area (km ²)	PM10		PM2.5	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	**O ₃
				media	superi	media	media	superi	media	superi		
FR	12060073	Sgurgola	19,3	21	5	15	30	0	1.0	0	0	48
FR	12060075	Strangolagalli	10,5	28	42	10	21	0	0.9	0	0	46
FR	12060076	Supino	35,3	27	23	16	38	0	1.9	0	0	45
FR	12060079	Torrice	18,2	28	38	14	31	0	1.9	0	0	42
FR	12060082	Vallecorsa	39,7	17	1	6	14	0	0.4	0	0	48
FR	12060083	Vallemaio	19,5	16	8	11	18	0	0.2	0	0	60
RM	12058110	Valmontone	40,7	29	24	17	44	0	1.3	0	0	44
FR	12060085	Veroli	120,3	29	40	18	37	0	1.8	0	0	45
FR	12060086	Vicalvi	8,2	16	2	11	7	0	0.2	0	0	53
FR	12060089	Villa Santa Lucia	18,2	30	44	19	45	0	0.5	0	0	44
FR	12060090	Villa Santo Stefano	20,3	21	9	7	19	0	1.0	0	0	35
RM	12058114	Zagarolo	29	23	10	14	45	3	1.4	0	0	67

(**) –calcolato come media su 3 anni

Le criticità nella zona Valle del Sacco sono:

- Per il PM10 il numero massimo di superamenti di 50 µg/m³ giornalieri è maggiore al limite consentito (35 annui) per anno civile in 23 degli 82 comuni totali; la media annua è nel 2019 sempre inferiore al valore limite di 40 µg/m³;
- La media annuale di NO₂ supera il valore limite per 17 comuni degli 82 totali;
- Per l'O₃ tutti i comuni del dominio presentano un numero di superamenti in massima media mobile delle 8 ore dei 120 µg/m³ mediato nel periodo 2017-2019 superiore ai 25 consentiti da legge.

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 2019.

Tabella 7.4 - Caratterizzazione dei comuni nella Zona Appenninica.

IT1211 ZONA APPENNINICA												
Provincia	cod istat	nome	Area (km ²)	PM10		PM2.5	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	7	0	6	4	0	0.2	0	0	8
FR	12060001	Acquafondata	25,6	7	0	6	7	0	0.4	0	0	36
VT	12056001	Acquapendente	130,3	15	1	10	7	0	0.7	0	0	13
RM	12058001	Affile	15	9	0	7	12	0	0.3	0	0	43
RM	12058002	Agosta	9,5	10	0	7	13	0	0.3	0	0	45

IT1211 ZONA APPENNINICA													
Provincia	cod istat	nome	Area (km ²)	PM10		PM2.5	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	**O ₃	
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi	
FR	12060004	Alvito	52	14	0	10	8	0	0.2	0	0	49	
RI	12057002	Amatrice	174,4	8	0	6	3	0	0.2	0	0	12	
RM	12058006	Anticoli Corrado	16	11	0	9	18	0	0.4	0	0	45	
RI	12057003	Antrodoco	64	9	0	7	4	0	0.2	0	0	22	
RM	12058008	Arcinazzo Romano	28,3	9	0	6	9	0	0.2	0	0	54	
RM	12058010	Arsoli	11,9	10	0	7	15	0	0.4	0	0	43	
RI	12057004	Ascrea	14,4	11	0	8	8	0	0.3	0	0	25	
FR	12060011	Atina	29,8	13	0	10	11	0	0.2	0	0	59	
VT	12056003	Bagnoregio	72,6	17	2	10	11	0	0.5	0	0	5	
VT	12056006	Bassano in Teverina	12,1	19	2	11	19	0	0.8	0	0	2	
RM	12058012	Bellegra	18,7	15	1	11	15	0	0.3	0	0	51	
FR	12060013	Belmonte Castello	14,2	20	20	13	22	0	0.3	0	0	69	
RI	12057005	Belmonte in Sabina	23,6	16	1	10	14	0	0.8	0	0	22	
VT	12056008	Bolsena	63,9	17	2	10	11	0	0.4	0	0	12	
VT	12056009	Bomarzo	39,9	19	2	11	19	0	1.0	0	0	3	
RI	12057006	Borbona	46,3	10	0	7	4	0	0.2	0	0	22	
RI	12057008	Borgo Velino	17,3	10	0	7	5	0	0.2	0	0	29	
RI	12057007	Borgorose	148,9	7	0	6	9	0	0.3	0	0	18	
VT	12056010	Calcata	7,7	17	4	11	12	0	0.4	0	0	3	
RM	12058014	Camerata Nuova	40,2	7	0	5	5	0	0.2	0	0	38	
FR	12060016	Campoli Appennino	33,4	17	3	10	9	0	0.2	0	0	52	
VT	12056011	Canepina	21	18	3	11	14	0	0.6	0	0	1	
RI	12057009	Cantalice	37,7	18	0	11	16	0	0.8	0	0	34	
RI	12057010	Cantalupo in Sabina	10,5	17	2	11	15	0	0.5	0	0	13	
RM	12058017	Canterano	7,3	11	0	9	14	0	0.3	0	0	43	
VT	12056013	Capodimonte	61,3	16	2	10	12	0	0.4	0	0	11	
RM	12058019	Capranica Prenestina	20,2	11	0	7	13	0	0.4	0	0	46	
VT	12056015	Caprarola	57,5	18	2	11	16	0	0.7	0	0	2	
VT	12056016	Carbognano	17,3	20	5	12	14	0	0.4	0	0	1	
FR	12060017	Casalattico	28,3	16	1	9	9	0	0.2	0	0	54	
RM	12058021	Casape	5,2	14	1	9	20	0	0.5	0	0	52	
RI	12057011	Casaprota	14,6	14	0	10	12	0	0.4	0	0	21	
RI	12057012	Casperia	25,4	16	0	10	12	0	0.6	0	0	19	
RI	12057013	Castel di Tora	15,7	10	0	7	7	0	0.3	0	0	25	
RM	12058023	Castel Madama	28,4	20	2	14	29	0	0.8	0	0	44	
RM	12058025	Castel San Pietro Romano	15	20	2	11	21	0	0.5	0	0	51	
RI	12057015	Castel Sant'Angelo	31,3	12	0	8	8	0	0.3	0	0	31	
VT	12056017	Castel Sant'Elia	24	19	5	12	12	0	0.4	0	0	2	

IT1211 ZONA APPENNINICA												
Provincia	cod istat	nome	Area (km ²)	PM10		PM2.5	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	**O ₃
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
RI	12057014	Castelnuovo di Farfa	9	15	0	10	13	0	0.4	0	0	19
VT	12056018	Castiglione in Teverina	20	15	1	10	10	0	0.7	0	0	5
VT	12056019	Celleno	24,6	18	2	11	14	0	0.5	0	0	2
VT	12056020	Cellere	37,2	15	1	9	8	0	0.3	0	0	6
RM	12058027	Cerreto Laziale	11,7	12	0	9	17	0	0.4	0	0	45
RM	12058028	Cervara di Roma	31,7	10	0	7	13	0	0.3	0	0	43
RM	12058030	Ciciliano	18,9	13	0	10	21	0	0.5	0	0	45
RM	12058031	Cineto Romano	10,5	10	0	8	18	0	0.4	0	0	37
RI	12057016	Cittaducale	71	19	4	13	19	0	0.8	0	0	33
RI	12057017	Cittareale	59	9	0	7	4	0	0.2	0	0	18
VT	12056021	Civita Castellana	83,3	20	8	13	22	0	0.6	0	0	8
VT	12056022	Civitella d'Agliano	32,9	16	1	10	11	0	0.6	0	0	2
RM	12058033	Civitella San Paolo	20,5	17	2	11	23	0	0.6	0	0	12
RI	12057018	Collalto Sabino	22,2	8	0	6	10	0	0.3	0	0	24
RI	12057019	Colle di Tora	14,2	10	0	7	7	0	0.3	0	0	25
FR	12060029	Colle San Magno	44,6	22	23	14	26	0	0.3	0	0	60
RI	12057020	Collegiove	10,8	8	0	6	6	0	0.2	0	0	24
FR	12060028	Collepardo	25	21	9	12	39	0	0.7	0	0	33
RI	12057021	Collevecchio	27,2	18	4	11	21	0	0.6	0	0	9
RI	12057022	Colli sul Velino	13,1	16	0	10	12	0	0.7	0	0	23
RI	12057023	Concerviano	21,5	14	0	9	11	0	0.5	0	0	23
RI	12057024	Configni	22,7	15	0	9	12	0	0.9	0	0	18
RI	12057025	Contigliano	53,5	18	0	12	14	0	0.8	0	0	20
VT	12056023	Corchiano	32,9	20	8	13	22	0	0.6	0	0	3
RI	12057026	Cottanello	36,5	16	0	10	12	0	0.6	0	0	20
VT	12056024	Fabrica di Roma	34,7	20	8	13	14	0	0.4	0	0	1
VT	12056025	Faleria	25,7	19	5	12	15	0	0.5	0	0	4
RI	12057027	Fara in Sabina	54,9	17	2	12	28	0	0.8	0	0	22
VT	12056026	Farnese	53	14	1	9	6	0	0.3	0	0	6
RI	12057028	Fiamignano	100,7	8	0	6	4	0	0.2	0	0	18
RM	12058037	Filacciano	5,7	17	1	11	21	0	0.6	0	0	13
FR	12060034	Filettino	77,7	6	0	5	3	0	0.2	0	0	21
FR	12060035	Fiuggi	33,1	14	0	10	18	0	0.3	0	0	35
RI	12057029	Forano	17,6	17	2	11	15	0	0.5	0	0	13
RI	12057030	Frasso Sabino	4,4	14	0	10	12	0	0.4	0	0	21
VT	12056027	Gallese	37,3	20	5	12	25	0	0.7	0	0	10
FR	12060040	Gallinaro	17,6	12	0	9	10	0	0.2	0	0	42
RM	12058044	Gerano	10	13	0	10	17	0	0.4	0	0	44

IT1211 ZONA APPENNINICA												
Provincia	cod istat	nome	Area (km ²)	PM10		PM2.5	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	**O ₃
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
VT	12056028	Gradoli	37,5	16	2	10	9	0	0.3	0	0	12
VT	12056029	Graffignano	29,1	17	1	11	14	0	0.6	0	0	2
RI	12057031	Greccio	17,9	17	0	11	14	0	0.7	0	0	20
VT	12056030	Grotte di Castro	39,3	16	2	10	7	0	0.3	0	0	10
FR	12060042	Guarcino	42,3	15	0	9	24	0	0.4	0	0	52
VT	12056031	Ischia di Castro	104,7	14	1	9	7	0	0.3	0	0	7
RM	12058048	Jenne	32,1	9	0	7	7	0	0.2	0	0	38
RI	12057032	Labro	11,4	14	0	9	12	0	0.7	0	0	29
VT	12056032	Latera	22,7	15	1	10	6	0	0.3	0	0	6
RI	12057033	Leonessa	204,9	12	0	8	5	0	0.2	0	0	34
RM	12058051	Licenza	17,5	10	0	8	14	0	0.4	0	0	39
RI	12057034	Longone Sabino	34,1	14	0	9	11	0	0.6	0	0	23
VT	12056033	Lubriano	16,6	16	1	10	9	0	0.9	0	0	5
RM	12058052	Magliano Romano	21,1	17	2	11	16	0	0.5	0	0	4
RI	12057035	Magliano Sabina	43,7	20	6	13	25	0	0.7	0	0	10
RM	12058053	Mandela	13,2	13	0	10	24	0	0.6	0	0	40
RM	12058055	Marano Equo	7,6	10	0	7	13	0	0.3	0	0	45
RM	12058056	Marcellina	15,3	14	0	10	21	0	0.5	0	0	56
RI	12057036	Marcetelli	11	8	0	6	5	0	0.2	0	0	23
VT	12056034	Marta	33,3	17	2	10	13	0	0.5	0	0	11
RM	12058058	Mazzano Romano	28,9	17	4	11	14	0	0.4	0	0	3
RI	12057037	Micigliano	37,4	10	0	7	4	0	0.2	0	0	28
RI	12057038	Mompeo	10,9	15	0	10	12	0	0.5	0	0	21
RI	12057039	Montasola	12,6	15	0	9	11	0	0.6	0	0	19
RI	12057043	Monte San Giovanni in Sabina	30,7	15	0	9	12	0	0.6	0	0	21
RI	12057040	Montebuono	19,6	17	2	10	12	0	0.6	0	0	15
VT	12056036	Montefiascone	104,8	19	3	11	17	0	0.7	0	0	9
RM	12058061	Monteflavio	17,2	13	0	9	12	0	0.3	0	0	35
RI	12057041	Monteleone Sabino	18,9	14	0	9	12	0	0.4	0	0	24
RM	12058063	Montelibretti	44,1	18	2	12	29	0	0.8	0	0	25
RI	12057042	Montenero Sabino	22,6	14	0	9	12	0	0.5	0	0	20
VT	12056038	Monterosi	10,8	17	2	10	10	0	0.4	0	0	1
RI	12057044	Montopoli di Sabina	37,6	17	2	12	28	0	0.8	0	0	22
RM	12058066	Montorio Romano	23,8	15	1	11	13	0	0.4	0	0	33
RM	12058067	Moricone	20,1	12	0	10	18	0	0.5	0	0	54
RI	12057045	Morro Reatino	15,8	16	0	10	12	0	0.6	0	0	38
RM	12058069	Nazzano	12,2	17	2	11	23	0	0.6	0	0	16
VT	12056039	Nepi	84	13	0	11	13	0	0.4	0	0	26

IT1211 ZONA APPENNINICA												
Provincia	cod istat	nome	Area (km ²)	PM10		PM2.5	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	**O ₃
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
RM	12058071	Nerola	18,6	15	1	11	13	0	0.4	0	0	22
RI	12057046	Nespolo	8,7	7	0	6	8	0	0.3	0	0	22
VT	12056040	Onano	24,6	15	1	10	6	0	0.3	0	0	8
VT	12056042	Orte	70,2	20	4	12	25	0	0.8	0	0	9
RI	12057047	Orvinio	24,6	9	0	7	10	0	0.3	0	0	29
RI	12057048	Paganico Sabino	9,2	8	0	6	6	0	0.2	0	0	25
RM	12058075	Palombara Sabina	75,5	15	2	12	30	0	0.8	0	0	56
RM	12058076	Percile	17,6	10	0	8	18	0	0.4	0	0	35
RI	12057049	Pescorocchiano	94,6	8	0	6	9	0	0.3	0	0	22
FR	12060049	Pescosolido	44,6	22	19	13	17	0	0.3	0	0	67
RI	12057050	Petrella Salto	102,2	11	0	8	8	0	0.3	0	0	27
VT	12056043	Piansano	26,5	15	1	9	9	0	0.3	0	0	6
FR	12060050	Picinisco	62	10	0	8	9	0	0.2	0	0	45
RM	12058077	Pisoniano	13,2	10	0	7	18	0	0.4	0	0	51
RI	12057051	Poggio Bustone	22,3	15	0	10	11	0	0.6	0	0	35
RI	12057052	Poggio Catino	15	16	1	10	13	0	0.5	0	0	20
RI	12057053	Poggio Mirteto	26,5	17	1	11	15	0	0.5	0	0	21
RI	12057054	Poggio Moiano	26,8	14	0	9	12	0	0.4	0	0	26
RI	12057055	Poggio Nativo	16,4	15	0	10	12	0	0.4	0	0	22
RI	12057056	Poggio San Lorenzo	8,7	14	0	9	12	0	0.4	0	0	23
RM	12058078	Poli	21,4	17	2	10	21	0	0.5	0	0	55
RM	12058080	Ponzano Romano	19,2	18	4	11	21	0	0.6	0	0	11
RI	12057057	Posta	66,2	10	0	7	4	0	0.2	0	0	19
RI	12057058	Pozzaglia Sabina	25,2	9	0	7	8	0	0.3	0	0	28
VT	12056044	Proceno	41,9	13	1	10	5	0	0.3	0	0	11
RI	12057059	Rieti	206,5	21	6	14	20	0	1.2	0	0	35
RM	12058082	Rignano Flaminio	38,9	17	4	11	18	0	0.5	0	0	7
RM	12058083	Riofreddo	12,2	10	0	8	18	0	0.4	0	0	36
RI	12057060	Rivodutri	26,9	16	0	10	12	0	0.6	0	0	37
RM	12058084	Rocca Canterano	15,8	11	0	9	15	0	0.4	0	0	45
RM	12058085	Rocca di Cave	11,1	21	6	12	18	0	0.4	0	0	53
RM	12058089	Rocca Santo Stefano	9,7	9	0	7	16	0	0.3	0	0	44
RI	12057062	Rocca Sinibalda	49,4	14	0	9	11	0	0.6	0	0	24
RM	12058087	Roccagiovine	8,6	10	0	8	14	0	0.4	0	0	39
RI	12057061	Roccantica	16,7	16	0	10	12	0	0.5	0	0	20
RM	12058090	Roiate	10,3	14	1	10	13	0	0.3	0	0	45
VT	12056045	Ronciglione	52,3	17	2	10	15	0	0.6	0	0	2
RM	12058092	Roviano	8,3	10	0	8	18	0	0.4	0	0	43

IT1211 ZONA APPENNINICA												
Provincia	cod istat	nome	Area (km ²)	PM10		PM2.5	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	**O ₃
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
RI	12057063	Salisano	17,5	15	0	10	12	0	0.5	0	0	21
RM	12058094	Sambuci	8,2	13	0	10	24	0	0.6	0	0	44
FR	12060061	San Biagio Saracinisco	31,1	6	0	5	5	0	0.2	0	0	35
FR	12060062	San Donato Val di Comino	35,7	10	0	8	6	0	0.2	0	0	41
RM	12058095	San Gregorio da Sassola	35,2	20	2	13	30	0	0.8	0	0	44
VT	12056047	San Lorenzo Nuovo	28	16	2	10	9	0	0.4	0	0	13
RM	12058096	San Polo dei Cavalieri	42,6	17	1	12	29	0	0.7	0	0	40
RM	12058100	San Vito Romano	12,7	13	1	8	17	0	0.3	0	0	38
FR	12060068	Sant'Elia Fiumerapido	41	27	42	18	30	0	0.4	0	0	53
RM	12058099	Sant'Oreste	43,5	18	4	11	19	0	0.6	0	0	10
RM	12058101	Saracinesco	11	13	0	10	24	0	0.6	0	0	44
RI	12057064	Scandriglia	63,1	14	0	9	12	0	0.3	0	0	31
RI	12057065	Selci	7,8	17	2	10	13	0	0.5	0	0	12
FR	12060072	Settefrati	50,6	9	0	7	7	0	0.2	0	0	39
FR	12060074	Sora	71,8	27	38	15	24	0	0.3	0	0	77
VT	12056048	Soriano nel Cimino	78,6	19	3	11	19	0	0.8	0	0	2
RI	12057066	Stimigliano	11,4	17	3	11	19	0	0.6	0	0	11
RM	12058103	Subiaco	63,4	12	0	10	13	0	0.3	0	0	42
RI	12057067	Tarano	20,1	17	3	11	15	0	0.6	0	0	12
FR	12060077	Terelle	31,7	23	31	16	24	0	0.3	0	0	61
RI	12057068	Toffia	11,2	15	0	10	12	0	0.4	0	0	22
FR	12060078	Torre Cajetani	11,6	14	0	9	19	0	0.3	0	0	33
RI	12057070	Torri in Sabina	26,2	17	2	10	13	0	0.5	0	0	19
RI	12057069	Torricella in Sabina	25,8	15	0	9	12	0	0.6	0	0	24
RM	12058106	Torrita Tiberina	10,8	17	1	11	23	0	0.6	0	0	16
FR	12060080	Trevi nel Lazio	54,5	8	0	6	9	0	0.2	0	0	43
FR	12060081	Trivigliano	12,7	16	0	10	21	0	0.4	0	0	30
RI	12057071	Turania	8,6	8	0	6	8	0	0.3	0	0	25
RI	12057072	Vacone	9,1	15	0	9	10	0	0.5	0	0	17
VT	12056053	Valentano	43,3	15	1	9	7	0	0.3	0	0	7
RM	12058108	Vallepietra	51,5	7	0	5	4	0	0.2	0	0	31
VT	12056054	Vallerano	15,5	19	3	11	14	0	0.5	0	0	1
FR	12060084	Vallerotonda	59,7	17	8	12	20	0	0.3	0	0	40
RM	12058109	Vallinfreda	16,8	9	0	7	13	0	0.3	0	0	28
RI	12057073	Varco Sabino	24,6	9	0	7	6	0	0.2	0	0	25
VT	12056055	Vasanello	28,6	19	3	11	19	0	0.7	0	0	3
FR	12060087	Vico nel Lazio	45,8	20	3	11	33	0	0.6	0	0	44
RM	12058112	Vicovaro	36,1	17	1	12	29	0	0.7	0	0	43

IT1211 ZONA APPENNINICA												
Provincia	cod istat	nome	Area (km ²)	PM10		PM2.5	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	**O ₃
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
VT	12056058	Vignanello	20,5	19	5	12	14	0	0.5	0	0	0
FR	12060088	Villa Latina	17	10	0	8	9	0	0.2	0	0	37
VT	12056059	Viterbo	406,3	19	2	13	23	0	0.9	0	0	3
FR	12060091	Viticuso	21,1	8	1	6	9	0	0.5	0	0	32
VT	12056060	Vitorchiano	29,8	18	2	11	20	0	0.8	0	0	1
RM	12058113	Vivaro Romano	12,2	9	0	7	13	0	0.3	0	0	28

(**) –calcolato come media su 3 anni

Per la zona Appenninica le criticità si riscontrano solo per 2 comuni in provincia di Frosinone per i superi del PM10, Sora e Sant’Elia Fiumerapido, e per l’O₃: il numero di superamenti come massimo della media mobile di 8 ore dei 120 µg/m³ mediato su 2017-2019 è maggiore del massimo consentito (25 annui) in 89 comuni su 201 della zona Appenninica.

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 2019.

Tabella 7.5 - Caratterizzazione dei comuni nella Zona Litoranea.

IT1213 ZONA LITORANEA												
Provincia	cod istat	nome	Area (km ²)	PM10		PM2.5	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	17	3	8	12	0	0.3	0	0	13
RM	12058007	Anzio	43,5	23	8	11	20	0	0.7	0	0	41
LT	12059001	Aprilia	177,7	24	10	12	24	1	1.0	0	0	10
RM	12058117	Ardea	50,9	22	7	10	22	1	0.9	0	0	47
VT	12056002	Arlena di Castro	22,3	14	1	9	9	0	0.3	0	0	5
RM	12058011	Artena	54,2	27	20	18	32	0	0.7	0	0	49
VT	12056004	Barbarano Romano	37,3	15	1	9	14	0	0.5	0	0	3
VT	12056005	Bassano Romano	37,4	15	1	9	12	0	0.4	0	0	1
LT	12059002	Bassiano	31,6	18	2	10	21	0	0.9	0	0	36
VT	12056007	Blera	92,8	16	2	9	13	0	0.5	0	0	5
RM	12058013	Bracciano	142,4	15	1	9	11	0	0.4	0	0	5
LT	12059003	Campodimele	38,2	14	1	6	8	0	0.2	0	0	50
RM	12058016	Canale Monterano	36,8	14	1	9	9	0	0.3	0	0	4
VT	12056012	Canino	123,5	13	0	9	7	0	0.3	0	0	6

IT1213 ZONA LITORANEA												
Provincia	cod istat	nome	Area (km ²)	PM10		PM2.5	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	**O ₃
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
VT	12056014	Capranica	40,7	15	1	10	14	0	0.5	0	0	2
LT	12059004	Castelforte	29,9	14	0	10	18	0	0.4	0	0	66
RM	12058029	Cerveteri	125,4	17	1	10	13	0	0.5	0	0	9
LT	12059005	Cisterna di Latina	142,8	23	11	11	27	0	0.9	0	0	40
RM	12058032	Civitavecchia	72,3	19	3	9	20	0	0.3	0	0	28
LT	12059006	Cori	86	17	1	11	18	0	0.4	0	0	45
RM	12058120	Fiumicino	213,4	19	3	14	46	0	2.8	0	0	104
LT	12059007	Fondi	142,3	24	15	10	20	0	0.3	0	0	18
LT	12059008	Formia	73,5	24	10	14	27	0	0.6	0	0	23
LT	12059009	Gaeta	28,5	24	11	10	26	0	0.7	0	0	17
RM	12058043	Genzano di Roma	18,3	18	3	12	19	0	0.4	0	0	55
LT	12059010	Itri	101,2	24	11	10	21	0	0.5	0	0	23
RM	12058116	Ladispoli	26	17	1	10	13	0	0.5	0	0	13
RM	12058050	Lanuvio	44	23	9	10	20	1	0.5	0	0	61
RM	12058115	Lariano	27	18	2	10	21	0	0.4	0	0	45
LT	12059011	Latina	277,8	24	12	13	27	0	1.8	0	0	43
LT	12059012	Lenola	45,7	17	1	8	16	0	0.3	0	0	55
LT	12059013	Maenza	42,6	21	7	8	18	0	0.6	0	0	52
RM	12058054	Manziana	23,8	14	1	9	9	0	0.3	0	0	2
LT	12059014	Minturno	42,1	24	15	15	27	0	0.5	0	0	24
VT	12056035	Montalto di Castro	189,5	13	1	8	5	0	0.3	0	0	53
VT	12056037	Monte Romano	86	16	2	10	15	0	0.6	0	0	6
LT	12059015	Monte San Biagio	66,4	11	0	7	10	0	0.2	0	0	87
RM	12058070	Nemi	7,2	14	0	10	12	0	0.4	0	0	55
RM	12058072	Nettuno	71,8	23	8	11	22	0	0.8	0	0	26
LT	12059016	Norma	30,8	16	1	10	18	0	0.4	0	0	34
VT	12056041	Oriolo Romano	19,2	14	1	9	11	0	0.3	0	0	2
RM	12058079	Pomezia	110,9	14	0	11	24	0	1.5	0	0	114
LT	12059017	Pontinia	112,2	20	6	11	21	0	0.7	0	0	36
LT	12059019	Priverno	56,8	24	15	9	18	0	0.6	0	0	32
LT	12059020	Prossedi	36,1	21	10	7	20	0	1.0	0	0	39
LT	12059022	Rocca Massima	18,1	17	1	10	13	0	0.3	0	0	42
LT	12059021	Roccagorga	24	21	6	9	18	0	0.5	0	0	36
LT	12059023	Roccasecca dei Volsci	23,6	24	15	9	17	0	0.5	0	0	45
LT	12059024	Sabaudia	144,3	23	8	12	23	0	0.8	0	0	22
LT	12059025	San Felice Circeo	32,1	24	10	9	12	0	0.3	0	0	30
RM	12058097	Santa Marinella	49,3	19	3	9	19	0	0.4	0	0	8
LT	12059026	Santi Cosma e Damiano	31,6	22	15	15	24	0	0.5	0	0	18

IT1213 ZONA LITORANEA												
Provincia	cod istat	nome	Area (km ²)	PM10		PM2.5	NO ₂		C ₆ H ₆	CO	SO ₂	**O ₃
				media	superi	media	media	superi	media	superi	superi	superi
LT	12059027	Sermoneta	44,9	23	9	13	24	0	1.5	0	0	29
LT	12059028	Sezze	101,4	22	5	11	23	0	0.9	0	0	39
LT	12059029	Sonnino	63,8	18	2	9	13	0	0.3	0	0	57
LT	12059030	Sperlonga	18	24	15	9	20	0	0.4	0	0	11
LT	12059031	Spigno Saturnia	38,7	15	0	12	17	0	0.4	0	0	66
VT	12056049	Sutri	60,9	17	2	10	12	0	0.4	0	0	1
VT	12056050	Tarquinia	279	16	3	9	9	0	0.3	0	0	32
LT	12059032	Terracina	136,4	26	15	10	16	0	0.3	0	0	13
VT	12056051	Tessennano	14,7	14	1	9	8	0	0.3	0	0	5
RM	12058105	Tolfa	168	17	3	9	14	0	0.4	0	0	12
RM	12058107	Trevignano Romano	39,4	15	1	10	11	0	0.4	0	0	5
VT	12056052	Tuscania	208	15	1	9	12	0	0.5	0	0	7
VT	12056056	Vejano	44,3	15	1	9	12	0	0.4	0	0	4
RM	12058111	Velletri	129,6	21	7	14	22	1	0.5	0	0	50
VT	12056057	Vetralla	113,1	16	1	10	19	0	0.8	0	0	4
VT	12056046	Villa San Giovanni in Tuscia	5,3	15	1	9	13	0	0.5	0	0	2

(**) –calcolato come media su 3 anni

Nella zona Litoranea le criticità sono:

- Relativamente alla media annua di NO₂, il valore limite di 40 µg/m³ viene superato nel solo comune di Fiumicino, che risente della vicinanza dell'Agglomerato di Roma.
- Relativamente al O₃ si ha l'eccedenza del numero massimo di superamenti giornalieri di 120 µg/m³ per la media mobile massima su 8 ore in 35 comuni su un totale di 68.

Conclusioni

Il documento riporta la valutazione annuale della qualità dell'aria del 2019, realizzata come previsto dal d.lgs. 155/2010, combinando i diversi strumenti previsti dalla normativa.

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 mediante tecniche di *data fusion* (assimilazione a posteriori).

Il sistema modellistico utilizzato è un sistema di tipo integrato, articolato in moduli specialistici per il trattamento delle diverse informazioni necessarie alla valutazione 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 misurati.

L'assimilazione è stata effettuata a partire dai dati orari di concentrazioni dei vari inquinanti monitorati in ogni stazione operativa con una copertura dati di almeno il 75%.

Inoltre, ai fini dell'assimilazione dei dati di PM10, le misure dalla rete fissa sono state integrate con le misure effettuate con i laboratori mobili in varie campagne di monitoraggio, ricostruendo statisticamente le serie giornaliere delle concentrazioni (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 descritta nel capitolo 7.

La valutazione della qualità dell'aria è stata effettuata su base comunale ma, in conformità con le previsioni normative, le misure di contrasto all'inquinamento devono essere invece definite dalla Regione per le aree di superamento all'interno delle zone.

Nelle tabelle seguenti viene riportata una sintesi della valutazione della qualità dell'aria 2019 nella regione Lazio.

QUALITA' DELL'ARIA NEL LAZIO	
Inquinante	Qualità dell'aria
Benzene	Nessun superamento dei limiti normativi.
CO	Nessun superamento dei limiti normativi.
SO ₂	Nessun superamento dei limiti normativi.
NO ₂	La concentrazione media annuale di NO ₂ risulta ancora critica in sei comuni dell'Agglomerato di Roma, nei Comuni più popolosi della Valle del Sacco in prossimità dell'autostrada e in un solo comune in zona Litoranea. Non ci sono superamenti del numero massimo consentito di superamenti del limite orario in nessuna zona della regione.
PM10	La concentrazione media annua è inferiore al valore limite in tutto il Lazio. Il numero di superamenti del valore limite giornaliero di PM10 eccede il massimo

QUALITA' DELL'ARIA NEL LAZIO	
Inquinante	Qualità dell'aria
	consentito nella Valle del Sacco, dove sono in superamento 17 comuni, con un massimo di 89 superamenti a Ceccano, e in due comuni in provincia di Frosinone appartenenti alla zona Appenninica.
PM2.5	Nessun superamento dei limiti normativi.
O ₃	Superamento del valore obiettivo in tutti i comuni della zona Valle del Sacco, nella quasi totalità di quelli dell'agglomerato di Roma e in circa il 60% di quelli delle zone Litoranea e Appenninica. Son stati registrati superamenti sia del valore obiettivo che per l'AOT40 in tutte le zone della Regione.
Benzo(a)pirene	Superato il valore limite per la media annuale solo nella Valle del Sacco, in un'unica stazione.
Metalli	Nessun superamento dei limiti normativi.

Permangono nel 2019 alcune criticità: per il particolato (PM10) come numero di superamenti del valore limite giornaliero nella Valle del Sacco e in due comuni della provincia di Frosinone ricadenti nella zona Appenninica, per la media annua del biossido di azoto (NO₂), nell'Agglomerato di Roma, nelle zone urbane lungo l'autostrada A1 nella Valle del Sacco e in un solo comune in zona Litoranea, prossimo all'Agglomerato, infine permangono anche nel 2019 nel Lazio gli standard dell'O₃ mediati su più anni diffusamente sopra ai limiti nella regione.

Appendice - Stima medie annue B(a)p e metalli per la stazione di Colleferro Europa

Nel corso del 2019 nella stazione di Colleferro Europa sono state effettuate le analisi su filtro di PM10 per rilevare le concentrazioni di Benzo(a)pirene e metalli, la numerosità dei campioni raccolti e la distribuzione dei prelievi nell'anno non è adatta a ricavare dalle analisi le medie annue per il confronto con i limiti di legge. In Tabella A sono riportate le medie delle analisi effettuate sui filtri prelevati tra il 28 maggio e il 31 dicembre 2019.

Tabella A - medie periodo 28 maggio - 31 dicembre 2019.

STAZIONE	INQUINANTE	MEDIA PERIODO (ng/m ³)
Colleferro Europa	B(a)p	0.8
	As	0.5
	Ni	2.2
	Cd	0.2
	Pb	4.1

Sebbene la zona Valle del Sacco sia servita da altre due stazioni sui cui filtri di PM10 sono state effettuate analisi che per numerosità e distribuzione nell'anno sono idonee e sufficienti a una corretta valutazione della zona per le concentrazioni di B(a)p e metalli, è stata comunque effettuata una stima della concentrazione dei microinquinanti a Colleferro Europa utilizzando i dati delle analisi effettuate e le statistiche degli anni passati per non perdere l'informazione del 2019. In particolare, poiché nel 2019 i filtri analizzati sono stati raccolti tra fine maggio e fine anno, per ogni anno dal 2014 è stato ricavato il rapporto tra le concentrazioni annue e quelle del periodo 28 maggio-31 dicembre, è stata calcolata la media di tali rapporti che è stata poi moltiplicata per la concentrazione media riscontrata dalle analisi 2019 a Colleferro Europa, per avere una stima della concentrazione annua 2019 di B(a)p e metalli. Nella Tabella B viene riportato un resoconto delle statistiche effettuate e le concentrazioni stimate per le medie annue 2019.

Tabella B - Statistiche e stima media annua 2019.

STAZIONE	INQUINANTE	RAPPORTO MEDIA ANNUA/MEDIA PERIODO						STIMA MEDIA ANNUA 2019	LIMITI NORMATIVI: VALORE LIMITE Pb VALORE OBIETTIVO As, Ni, Cd e B(a)p
		2014	2015	2016	2017	2018	Medio	ng/m ³	ng/m ³
Colleferro Europa	B(a)p	1.29	0.92	0.96	1.24	1.17	1.12	0.99	1
	As	1.004	1.014	1.059	1.13	1.24	1.091	0.5	6
	Ni	1.84	1.094	1.25	0.82	0.97	1.194	2.6	20
	Cd	1.023	0.88	0.93	1.088	1.18	1.019	0.2	5
	Pb	1.097	1.095	0.93	1.27	0.97	1.072	4.4	500

I valori ottenuti per le medie sono tutti inferiori ai limiti di legge sebbene il B(a)p sia prossimo al valore obiettivo.