

La qualità dell'aria in Molise – Report 2021*

Abstract

Lo stato della qualità dell'aria in Molise, che emerge dai dati del monitoraggio effettuato in regione nell'anno 2021, conferma le criticità riscontrate a partire dal 2019 nella città di Venafro per quanto riguarda il superamento del limite giornaliero per il PM_{10} oltre il numero massimo consentito.

Oltre la criticità segnalata, continua ad essere critico anche l'inquinamento da ozono, che in due stazioni di monitoraggio ha fatto segnalare il superamento del valore obiettivo, oltre il numero massimo consentito di giorni.

Non emergono altre criticità per gli altri inquinanti monitorati.

Keywords: PM; NO₂; environmental; Particulate matter

1. Introduzione¹

Dal report 2021 sulla qualità dell'aria in Molise emerge una situazione, per tale matrice ambientale, sostanzialmente positiva su tutto il territorio regionale fatta eccezione per la città di Venafro che, invece, ha riscontrato delle evidenti criticità aventi ad oggetto le polveri sottili, con particolare riferimento al PM_{10} . Tale elemento di criticità, al fine di poter esser superato, necessita dell'adozione di misure regionali mirata a "sterilizzare" la causa prevalente delle emissioni oltre il limite consentito.

Tale causa però va individuata attraverso un'analisi scientifica all'uopo dedicata quale la caratterizzazione del particolato. In questa direzione è stato già effettuato un primo passo con il lavoro congiunto di ARPA Molise, ARPA Emilia Romagna ed ISPRA. Al riguardo, è in corso di ultimazione la relazione finale sullo studio che rappresenta il primo tassello per i monitoraggi che saranno svolti nella Piana di Venafro mediante l'utilizzo di due centri mobili, che avranno durata annuale.

2. Metodologia

La valutazione della qualità dell'aria è organizzata in base alla zonizzazione del territorio ed alla classificazione delle Zone. Le modalità da seguire per giungere alla valutazione della qualità dell'aria in ciascuna Zona vengono descritte nel Programma di Valutazione (PdV) e possono comprendere l'utilizzo di

stazioni di misurazione per le misure in siti fissi, per le misure indicative nonché le tecniche di modellizzazione e di stima obiettiva. L'insieme delle stazioni di misurazione indicate nel Programma di Valutazione, approvato con D.G.R. n° 451 del 07 ottobre 2016, con la quale è stato stabilito l'adeguamento della rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria ai sensi del D. Lgs. 155/2010, costituisce la "rete regionale".

Per la validazione dei dati vengono seguiti i metodi riportati di seguito.

2.1. La validazione dei dati

La validazione dei dati è rappresentata dall'insieme delle attività, manuali o automatiche, sui valori numerici dei dati rilevati dalle stazioni della RRQA, per la verifica del soddisfacimento di particolari requisiti, ottenuta a seguito di analisi e supportata da evidenza oggettiva al fine di evitare l'archiviazione e l'utilizzo di dati non validi, da non confondere con le procedure di QC utili a minimizzare questa tipologia di dati.

I criteri di validazione ed i limiti di accettabilità dei dati potranno essere variabili in funzione degli obiettivi della RRQA e del conseguente utilizzo dei dati da essa prodotti. Ad esempio, per campagne finalizzate di breve durata le serie temporali di interesse potranno essere validate con criteri diversi da quelli adottati quotidianamente per la validazione dei dati.

La validazione si può suddividere in tre fasi:

- a) Giornaliera

* Documento redatto in ottemperanza alla L. R. n. 16 del 22 luglio 2011.

¹ Introduzione a cura del Direttore Generale ARPA Molise avv. Massimiliano Maitino

- b) Trimestrale
- c) Definitiva

Queste fasi nascono dalla seguente classificazione del dato:

- Grezzo: dato come acquisito dal sistema informatico in tempo reale
- Validato: dato validato il giorno successivo a quello di acquisizione
- Confermato: dato validato su base trimestrale (entro 10 giorni dalla fine del trimestre) per l'ozono tale dato deve essere confermato su base mensile nel periodo aprile-settembre
- Storicizzato: dato validato in maniera definitiva (entro 2 mesi dalla fine dell'anno civile) Le attività di validazione possono essere distinte in due categorie:

- A. Attività eseguite da personale qualificato, operante a stretto contatto con il sistema di misurazione della RRQA e che abbia maturato la necessaria esperienza sul comportamento e sulla distribuzione spazio-temporale degli inquinanti; per eseguire tale validazione si opera su due archivi:
 - a. Uno chiamato "grezzi", dove sono conservati i dati grezzi
 - b. Uno chiamato "validi", dove avvengono le operazioni di validazione da parte del personale incaricato in tal modo viene lasciata evidenza delle operazioni eseguite.
- B. Attività di "filtraggio" eseguite sull'archivio dati mediante l'uso sistematico di tecniche statistiche per l'identificazione di outliers, serie anomale, rispetto di limiti fisici, etc.

2.2. Criteri per la verifica dei valori limite

Per la verifica della validità dell'aggregazione dei dati e del calcolo dei parametri statistici sono stati utilizzati i criteri previsti dalla norma vigente e che si riportano di seguito.

Tabella 1. Criteri calcolo parametri statistici

Parametro	Percentuale richiesta di dati validi
Valori su 1 h	75 % (ossia 45 minuti)
Valori su 8 h	75 % dei valori (ovvero 6 ore)
Valore medio massimo giornaliero su 8 h	75 % delle concentrazioni medie consecutive su 8 ore calcolate in base a dati orari (ossia 18 medie su 8 ore al giorno)

² La prescrizione per il calcolo della media annuale non comprende le perdite di dati dovute alla calibrazione periodica o alla manutenzione ordinaria della strumentazione.

Valori su 24 h	75 % delle medie orarie (ossia almeno 18 valori orari)
Media annuale	90 % ² dei valori di 1 ora o (se non disponibile) dei valori di 24 ore nel corso dell'anno

2.3. Trattamento dati inferiori al limite di rilevabilità

I dati inferiori al limite di rilevabilità (< LR) sono riferibili come dati NR (non rilevabile) o ND (not detectable e not detected). Il limite di rilevabilità è quello del metodo nelle condizioni sperimentali applicate. È funzione del volume di campionamento (tempo e portata), pulizia del bianco e "LR strumentale". "LR strumentale" è definito come la concentrazione che dà un segnale strumentale significativamente differente dal segnale del rumore di fondo. La definizione classica è: "la concentrazione che dà un segnale pari al segnale medio di n misure replicate del bianco più tre volte la deviazione standard dei tali misure". Per molti scopi viene espresso, secondo una definizione classica, come "la concentrazione che dà un segnale pari a tre volte quello del rumore". In aggiunta o in luogo all'LR viene calcolato il "Limite di Quantificazione", a questo si applicano le stesse considerazioni fatte per l'LR, salvo che invece di "tre volte" viene comunemente adottato un numero compreso tra sei e dieci.

Il problema dei dati NR si pone quando:

1. Occorre calcolare, per una sostanza, la concentrazione media a partire da più misure di cui alcune risultano NR
2. Occorre calcolare la concentrazione cumulativa (o sommatoria) di più sostanze, di cui alcune risultano NR

I criteri più comunemente impiegati consistono nell'assegnare a tali dati di concentrazione il valore di "0" oppure quello corrispondente all'LR. Un terzo criterio consiste nell'assegnare il valore corrispondente all'LR/2.

- A. NR=0 -> stima LOWER-BOUND, dunque sottostima il valore vero della concentrazione media o della sommatoria delle concentrazioni
- B. NR=LR -> stima UPPER-BOUND, dunque sovrastima il valore vero. È dunque una soluzione cautelativa dal punto di vista della protezione dell'ambiente e della salute
- C. NR=LR/2 -> stima MEDIUM-BOUND e si basa sul fatto che mediamente i dati NR siano \approx LR/2. È la soluzione maggiormente raccomandata in letteratura, anche quando i risultati non servono a valutare la conformità ad

un valore limite. L'errore che questa soluzione comporta nella stima della media dipende dall'LR (tende ad aumentare con l'aumento di questo).

Un'ulteriore soluzione, tra quelle che prevedono la sostituzione con un valore fisso, consiste nel sostituire NR con $LR/\sqrt{2}$. È stata proposta come soluzione che approssima meglio media e deviazione standard nel caso di distribuzione non fortemente asimmetrica. Occorre, tuttavia, conoscere preventivamente la forma della distribuzione.

2.4. Valutazione della qualità dell'aria intero territorio

Lo stato della qualità dell'aria su tutto il territorio molisano viene ricostruito con l'ausilio del sistema modellistico regionale per la qualità dell'aria, in una configurazione analoga a quella impiegata routinariamente nelle previsioni effettuate su base giornaliera. Le simulazioni a scala regionale vengono effettuate in riferimento ad un grigliato di calcolo a risoluzione di 1 km che copre l'intero territorio della regione e porzione di quelle adiacenti, innestato all'interno di un grigliato di "background" a risoluzione di 5 km con funzione di raccordo con le simulazioni a scale maggiori, che contiene parti di Abruzzo, Lazio, Campania e Puglia (Figura 1).

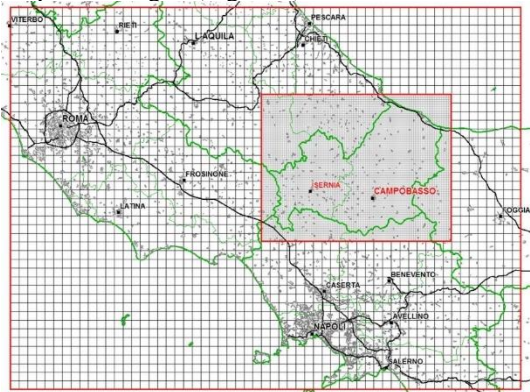


Figura 1 - grigliati di simulazione regionale (1 km di risoluzione) e di "background" (5 km di risoluzione)

Come input meteorologico e di condizioni al contorno sono utilizzati:

- i campi meteorologici ottenuti tramite una discesa di scala realizzata per mezzo del modello prognostico WRF, a partire dai campi a grande scala prodotti dal modello meteorologico GFS del servizio meteorologico degli USA (NCEP);
- le condizioni al contorno per il dominio di "background" (concentrazioni ai bordi della griglia di calcolo) ricavate dalla elaborazione dei campi 3D prodotti giornalmente dal sistema QualeAria (www.qualearia.it).

I campi meteorologici tridimensionali prodotti da WRF su base oraria vengono poi adattati alle griglie di

calcolo del modello di qualità dell'aria mediante il modulo GAP, per ciò che riguarda i campi di vento tenendo conto dell'orografia ed imponendo divergenza nulla. Mediante il preprocessore SURFPRO (ARIANET, 2011) l'input meteorologico è infine completato con le variabili necessarie al modello di qualità dell'aria (velocità di deposizione e delle diffusività turbolente), generate a partire dai campi delle variabili meteo di base e dalle informazioni di uso del suolo. Il sistema regionale è basato sul modello tridimensionale FARM (ARIANET, 2014), di tipo euleriano reattivo, attualmente utilizzato con lo schema chimico in fase gassosa SAPRC99 ed il modulo AERO3 per il particolato. La stessa configurazione per i moduli di chimica gassosa e particolato è utilizzata da QualeAria, dunque la preparazione delle condizioni al contorno sulla griglia di "background" del sistema regionale comporta l'interpolazione dei campi di concentrazione disponibili sulla griglia nazionale, ma non necessita di un adattamento delle specie chimiche. L'input emissivo a FARM su base oraria è predisposto

(preprocessore Emission Manager) a partire dai dati degli inventari regionale e nazionale, disaggregati nello spazio, nel tempo e secondo le specie chimiche considerate dal modello, utilizzando una serie di proxy spaziali su griglia (uso del suolo, reti stradali, ecc.), profili di modulazione temporale (su base annuale, settimanale e giornaliera) e profili di speciazione per COVMN e particolato tipici per le diverse attività emissive, in modo concorde a quanto effettuato all'interno del sistema previsionale. Le emissioni biogeniche sono state stimate su base oraria sulla griglia di calcolo tramite il modello MEGAN (Guenther, 2006), a partire dai campi meteorologici orari e dalle informazioni sulla copertura del suolo.

I campi orari delle concentrazioni simulate al suolo dal modello di qualità dell'aria sono stati integrati con le osservazioni provenienti dalla rete regionale della qualità dell'aria, utilizzando il metodo delle correzioni successive (Braseth, 1986) disponibile nel modulo ARPMEAS; è stata così realizzata la data fusion osservazioni + modello (tramite ARPMEAS), dalla quale infine calcolare gli indicatori di legge.

Nell'utilizzo dei risultati, oltre alle incertezze proprie della modellazione, di tipo strutturale o legate ai dati utilizzati in input (emissioni, meteorologia, ...), va rimarcato come le concentrazioni simulate da un qualsiasi modello siano valori medi sulle celle della griglia di simulazione, pertanto possono rappresentare i livelli "di fondo" su tali celle, ma difficilmente corrispondere a situazioni di picco, qualora esse siano circoscritte ad aree più piccole delle celle stesse.

Le mappe finali, combinando osservazioni e modellazione (data fusion), risultano più realistiche rispetto a quelle prodotte dal solo modello di simulazione o dalla sola interpolazione delle osservazioni e di fatto estendono la rappresentatività

spaziale delle misure stesse, consentendo una lettura sull'insieme del territorio di quanto rilevato in corrispondenza dei singoli punti di misura, così come indicato dalla normativa europea.

3. Risultati

3.1. Particulate matter

3.1.1. PM₁₀

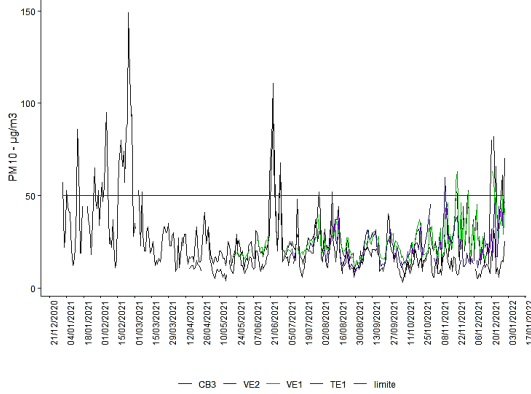


Figura 2 – medie giornaliere PM₁₀ 2021

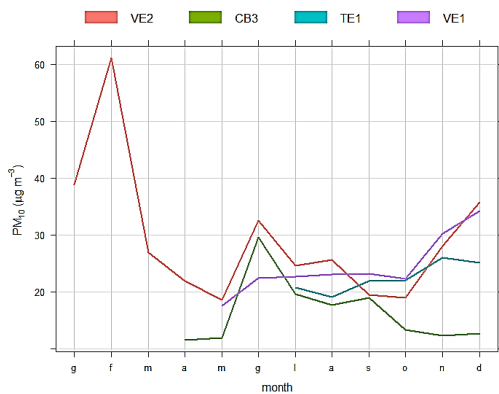


Figura 3 – medie mensili PM₁₀ - 2021

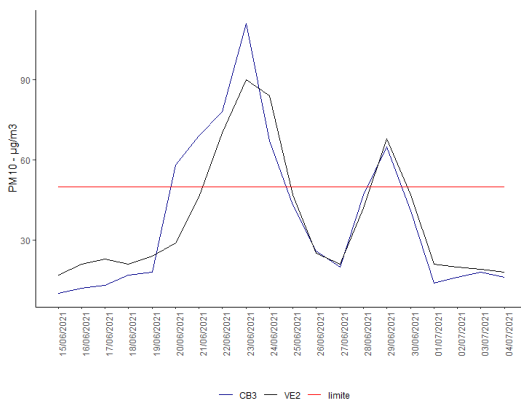


Figura 4 – medie giornaliere PM₁₀ giugno 2021



Figura 5 – medie annuali PM₁₀ intero territorio

Nel 2021 non si sono verificati superamenti della media annuale del PM₁₀, mentre per ciò che riguarda il superamento della media giornaliera, la stazione di monitoraggio VE2 ha fatto registrare 40 superamenti a fronte di 35 consentiti dalla normativa. Dalla Figura 3 si nota come le concentrazioni di PM₁₀ aumentano nei mesi invernali, dove si registrano i superamenti dei valori delle medie giornaliere, mentre negli altri mesi si assestano a valori molto inferiori ai 50 µg/m³.

Sul finire del mese di giugno (Figura 4), cosa anomala per il periodo, si sono verificati superamenti della media giornaliera sia nella stazione CB3, sia nella stazione VE2, questo porta a pensare che si sia potuto verificare un fenomeno che ha interessato tutta la regione.

Dalla Figura 5 si nota come la media annuale sia rispettata su tutto il territorio regionale.

3.1.2. PM_{2.5}

Nel 2021 nessuna stazione ha fatto registrare il superamento del valore limite annuale del PM_{2.5} (25 µg/m³); infatti i valori misurati sono stati: VE2 = 20 µg/m³, CB3 = 9 µg/m³, TE2 = 9 µg/m³. Anche in questo caso le concentrazioni aumentano nei mesi invernali per poi diminuire nel resto dell'anno.

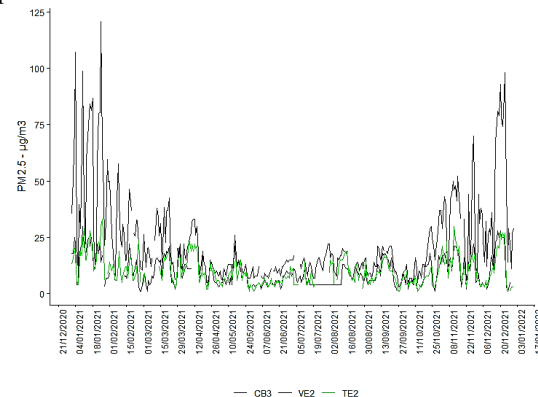


Figura 6 – medie giornaliere PM_{2.5} 2021

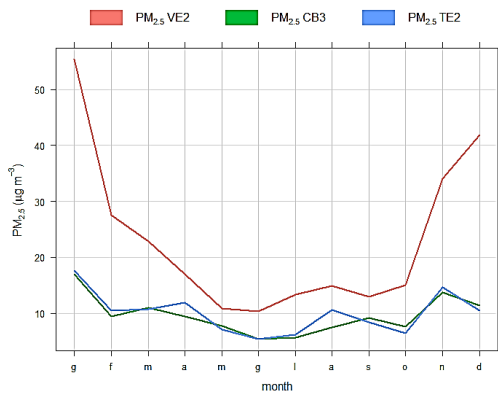


Figura 7 – medie mensili PM_{2.5} 2021

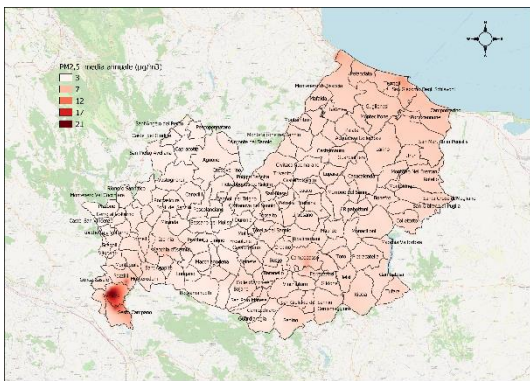


Figura 8 – media annuale PM_{2.5} intero territorio 2021

3.2. Biossido di azoto

Il biossido di azoto non ha presentato criticità nemmeno nel 2021. Nessun valore limite imposto dal D.Lgs. 155/2010, infatti, è stato superato.

Come si evince dalla Figura 9, la media annuale è stata rispettato su tutto il territorio molisano.

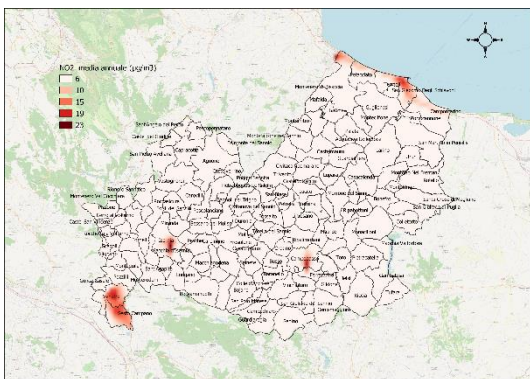


Figura 9 – media annuale NO₂ intero territorio 2021

3.3. Ozono

L'obiettivo a lungo termine per l'ozono non è stato rispettato nelle stazioni di Guardiaregia e Vastogirardi.

Non si sono verificati superamenti delle soglie di informazione e di allarme.

3.4. Benzene - CO - SO₂

Il benzene, il monossido di carbonio e l'anidride solforosa, non presentano alcuna criticità per la qualità dell'aria; infatti, non si sono mai verificati episodi di superamento di nessuna soglia prevista dalla normativa su tutto il territorio regionale.

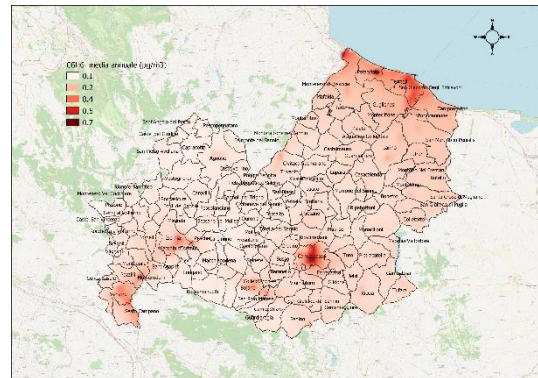


Figura 10 – media annuale benzene 2021

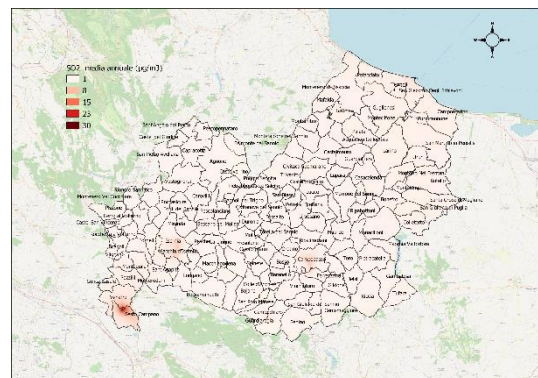


Figura 11 – media annuale SO₂ 2021

3.5. Arsenico, Cadmio, Nichel, Piombo, Benzo(a)pirene

Arsenico, cadmio, nichel, piombo ed il benzo(a)pirene non presentano alcuna criticità per la qualità dell'aria; infatti, non si sono mai verificati episodi di superamento dei valori previsti dalla normativa vigente.

4. Conclusioni

Il quadro che emerge dal monitoraggio del 2021, è la persistenza delle criticità legate ai livelli di ozono in due parti della regione e di polveri nella città di Venafro, dove la stazione di monitoraggio Venafro2 ha fatto registrare 40 superamenti del limite giornaliero a fronte dei 35 consentiti dalla legge. Gli altri inquinanti

monitorati non hanno superato i rispettivi standard normativi.

Ringraziamenti

I dati di qualità dell'aria e le elaborazioni sono il frutto del lavoro di diverse professionalità di ARPA

Molise che con il loro contributo rendono possibile la pubblicazione quotidiana dei dati nonché la elaborazione e la pubblicazione della relazione annuale. Si ringrazia, quindi, il personale dello Staff per le Attività di Gestione della Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria ed il personale del Laboratorio del Dipartimento Provinciale di Campobasso.

Appendice A Valori limite dati di monitoraggio

Tabella 2 – valori limite e valori obiettivo D. Lgs. 152/2010

Inquinante	Concentrazione	Periodo di mediazione	Superamenti annui permessi
PM _{2,5}	25 µg/m ³	1 anno	-
SO ₂	350 µg/m ³	1 ora	24
	125 µg/m ³	24 ore	3
NO ₂	200 µg/m ³	1 ora	18
	40 µg/m ³	1 anno	-
PM ₁₀	50 µg/m ³	24 ore	35
	40 µg/m ³	1 anno	-
piombo	0.5 µg/m ³	1 anno	-
CO	10 mg/m ³	Massimo giornaliero su media mobile 8 ore	-
benzene	5 µg/m ³	1 anno	-
ozono	120 µg/m ³	Massimo giornaliero su media mobile 8 ore	25 su una media di 3 anni
arsenico (As)	6 ng/m ³	1 anno	-
cadmio (Cd)	5 ng/m ³	1 anno	-
nicel (Ni)	20 ng/m ³	1 anno	-
benzo(a)pirene	1 ng/m ³	1 anno	-

Appendice B Dati di monitoraggio

Tabella 3. Numero superamenti limiti giornalieri PM₁₀

Anni	CB1	CB3	TE1	TE2	IS1	VE1	VE2	VA
2012	15	2	17	33	6	47	53	0
2013	6	2	9	11	7	58	53	0
2014	5	2	3	4	10	33	44	0
2015	0	1	2	6	3	41	27	0
2016	11	2	3	0	1	32	24	0
2017	7	0	12	10	0	23	25	0
2018	-	0	1	8	0	22	24	0
2019	-	0	0	2	0	7	39	0
2020	-	0	-	0	-	-	52	-
2021	-	6	1	-	-	6	40	-

Tabella 4. media annuale e copertura dati PM₁₀

stazioni	2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021	
	m. a.	c.d.	m. a.	c.d.	m. a.	c.d.	m. a.	c.d.	m. a.	c.d.	m. a.	c.d.	m. a.	c.d.
CB1	17	85	20	94	26	37	-	-	-	-	-	-	-	-
CB3	15	78	17	73	17	71	17	87	17	43	16	14	17	66
TE1	20	67	21	74	20	61	15	59	19	45	-	-	23	44
TE2	19	88	14	79	20	99	18	78	19	30	13	36	-	-
IS1	19	75	17	83	20	96	12	86	9	27	-	-	-	-

stazioni	2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021	
	m. a.	c.d.	m. a.	c.d.	m. a.	c.d.	m. a.	c.d.	m. a.	c.d.	m. a.	c.d.	m. a.	c.d.
VE1	23	90	26	87	20	89	26	91	25	26	-	-	25	55
VE2	25	77	29	74	25	78	27	87	30	93	32	96	30	92
VA	9	12	8	84	10	50	8	53	8	42	-	-	-	-

m.a. = media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
c.d.= copertura dati (%)

Tabella 5. media annuale e copertura dati PM_{2,5}

stazioni	2018		2019		2020		2021	
	m. a.	c.d.	m. a.	c.d.	m. a.	c.d.	m. a.	c.d.
CB3	11	41	10	98	10	94	9	95
TE2	14	43	10	93	10	92	9	68
VE2	21	44	21	93	23	96	20	92

m.a. = media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
c.d.= copertura dati (%)

Tabella 6. Statistiche NO₂ 2021

Indicatori	VA	CB1	CB3	CB4	IS1	VE1	VE2	GU	TE1	TE2
Superamenti soglia allarme (#)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Superamenti media oraria (#)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	9	-	27	14	30	30	-	4	17	23
Copertura dati (%)	92	-	94	100	96	49	-	44	92	84

Tabella 7. Statistiche O₃ 2021

Indicatori	TE2	CB3	CB4	VE2	GU	VA
Obiettivo a lungo termine (OLT) - $\mu\text{g}/\text{m}^3$	118	101	93	-	140	164
Superamenti soglia di informazione	0	0	0	-	0	0
Superamenti soglia di allarme	0	0	0	-	0	0
Media Superamenti VO (2021-2017)	1	19	1	3	50	41
Data capture winter (70%)	85	99	98	-	84	94
Data capture summer (85%)	82	92	92	-	99	78
Obiettivo data capture	no	si	si	-	si	no

Tabella 8. copertura dati As, Cd, Ni, Pb (%)

stazione	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
VA	36	67	78	80	57	47	-	-
CB3	98	94	93	95	102	83	24	-
VE2	85	94	85	101	58	53	108	-
TE1	85	79	79	49	-	-	-	-
TE2	-	-	-	-	84	70	43	-

Tabella 9. Media annuale As (ng/m^3) - 2014/2021

stazione	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
VA	0.1	0.1	1.3	0.7	0.1	0.11	-	-
CB3	0.9	0.1	0.6	0.6	0.1	0.16	0.08	1.51
VE2	1.4	0.1	0.6	0.7	0.4	0.17	0.09	0.10
TE1	1.8	0.1	0.8	1.0	-	-	-	-
TE2	-	-	-	-	0.1	0.18	0.08	-

Tabella 10. Media annuale Cd (ng/m³) - 2014/2021

stazione	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
VA	0.01	0.01	0.01	0.27	0.11	0.051	-	-
CB3	0.06	0.01	0.01	0.31	0.05	0.021	0.005	0.203
VE2	0.13	0.07	0.05	0.42	0.16	0.047	0.053	0.058
TE1	0.04	0.02	0.04	0.09	-	-	-	-
TE2	-	-	-	-	0.01	0.017	0.060	-

Tabella 11. Media annuale Ni (ng/m³) - 2014/2021

stazione	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
VA	0.3	1.2	3.1	2.2	1.2	0.3	0	-
CB3	5.3	1.0	2.3	1.9	0.4	0.27	0.25	0.40
VE2	5.3	1.9	9.0	3.9	0.5	0.56	0.29	0.30
TE1	5.7	2.5	3.5	8.6	-	-	-	-
TE2	-	-	-	-	0.4	0.82	0.33	-

Tabella 12. Media annuale Pb (ng/m³) - 2014/2021

stazione	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
VA	0.0002	0.0031	0.0034	0.0034	0.0013	0.0008	-	-
CB3	0.0059	0.0013	0.0037	0.0025	0.0017	0.0007	0.0015	0.0026
VE2	0.0096	0.0039	0.0047	0.0057	0.0028	0.0019	0.0015	0.0013
TE1	0.0055	0.0015	0.0052	0.0046	-	-	-	-
TE2	-	-	-	-	0.0012	0.0019	0.0006	-

Tabella 13. statistiche b(a)p (ng/m³) - 2014/2021

	CB3	VE2	TE1	TE2	VA
Media annuale -2014 (ng/ m ³)	0.170	0.275	0.196	-	0.403
Copertura dati - 2014 (%)	101	48	69	-	31
Media annuale -2015 (ng/ m ³)	0.3	0.26	0.19	-	0.1
Copertura dati - 2015 (%)	102	83	55	-	34
Media annuale - 2016 (ng/ m ³)	0.047	0.032	0.032	-	0.077
Copertura dati - 2016 (%)	45	50	46	-	54
Media annuale - 2017 (ng/ m ³)	0.172	0.564	0.041	-	0.034
Copertura dati - 2017 (%)	61	59	48	-	46
Media annuale - 2018 (ng/ m ³)	0.304	0.429	-	0.191	0.639
Copertura dati - 2018 (%)	83	54	-	48	29
Media annuale - 2019 (ng/ m ³)	0.216	0.562	-	0.329	0.231
Copertura dati - 2019 (%)	100	81	-	83	75
Media annuale - 2020 (ng/ m ³)	0.254	0.503	-	0.09	-
Copertura dati - 2020 (%)	45	105	-	72	-
Media annuale - 2021 (ng/ m ³)	0.085	0.610	-	-	-
Copertura dati - 2021 (%)	62	98	-	-	-

Tabella 14. Medie mensili b(a)p (ng/ m³) - VA 2014-2021

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Gennaio	-	-	0.282	0.020	-	0.815	-	-
Febbraio	-	-	0.120	0.020	-	0.020	-	-
Marzo	-	-	-	0.020	-	0.243	-	-
Aprile	-	-	-	0.020	-	1.176	-	-
Maggio	-	0.07	-	0.020	-	0.020	-	-

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Giugno	-	-	0.020	0.040	8.640	0.072	-	-
Luglio	-	0.31	0.020	0.050	0.029	0.111	-	-
Agosto	-	0.11	-	-	0.020	0.020	-	-
Settembre	2.6	-	-	-	0.140	0.040	-	-
Ottobre	0.1	0.07	0.020	0.070	-	0.070	-	-
Novembre	0.4	-	0.020	-	-	-	-	-
Dicembre	0.2	0.16	-	-	0.500	-	-	-

Tabella 15. Medie mensili b(a)p (ng/ m³) - CB3 2014-2021

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Gennaio	-	-	0.282	0.020	-	0.815	-	-
Febbraio	-	-	0.120	0.020	-	0.020	-	-
Marzo	-	-	-	0.020	-	0.243	-	-
Aprile	-	-	-	0.020	-	1.176	-	-
Maggio	-	0.07	-	0.020	-	0.020	-	-
Giugno	-	-	0.020	0.040	8.640	0.072	-	0.020
Luglio	-	0.31	0.020	0.050	0.029	0.111	-	0.044
Agosto	-	0.11	-	-	0.020	0.020	-	0.020
Settembre	2.6	-	-	-	0.140	0.040	-	0.240
Ottobre	0.1	0.07	0.020	0.070	-	0.070	-	0.050
Novembre	0.4	-	0.020	-	-	-	-	0.150
Dicembre	0.2	0.16	-	-	0.500	-	-	0.084

Tabella 16. Medie mensili b(a)p (ng/ m³) - VE2 2014-2021

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Gennaio	-	-	0.282	0.020	-	0.815	-	1.506
Febbraio	-	-	0.120	0.020	-	0.020	-	1.600
Marzo	-	-	-	0.020	-	0.243	-	0.565
Aprile	-	-	-	0.020	-	1.176	-	1.650
Maggio	-	0.07	-	0.020	-	0.020	-	0.647
Giugno	-	-	0.020	0.040	8.640	0.072	-	0.020
Luglio	-	0.31	0.020	0.050	0.029	0.111	-	0.239
Agosto	-	0.11	-	-	0.020	0.020	-	0.635
Settembre	2.6	-	-	-	0.140	0.040	-	0.069
Ottobre	0.1	0.07	0.020	0.070	-	0.070	-	0.203
Novembre	0.4	-	0.020	-	-	-	-	0.373
Dicembre	0.2	0.16	-	-	0.500	-	-	0.544

Tabella 17. Medie mensili b(a)p (ng/ m³) – TE2 2014-2021

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Gennaio	-	-	0.282	0.020	-	0.815	-	-
Febbraio	-	-	0.120	0.020	-	0.020	-	-
Marzo	-	-	-	0.020	-	0.243	-	-
Aprile	-	-	-	0.020	-	1.176	-	-
Maggio	-	0.07	-	0.020	-	0.020	-	-
Giugno	-	-	0.020	0.040	8.640	0.072	-	-
Luglio	-	0.31	0.020	0.050	0.029	0.111	-	-
Agosto	-	0.11	-	-	0.020	0.020	-	-
Settembre	2.6	-	-	-	0.140	0.040	-	-

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ottobre	0.1	0.07	0.020	0.070	-	0.070	-	-
Novembre	0.4	-	0.020	-	-	-	-	-
Dicembre	0.2	0.16	-	-	0.500	-	-	-

Appendice C Rete di monitoraggio

Ad oggi la configurazione della rete di monitoraggio è quella precedente all'approvazione del PdV, quindi, la qualità dell'aria è valutata attraverso l'utilizzo di 10 stazioni fisse, nonché l'utilizzo dello strumento modellistico in grado, quest'ultimo, di fornire una informazione estesa anche a porzioni di territorio prive di monitoraggio. Nella tabella seguente si riporta la tipologia, la localizzazione e gli inquinanti monitorati per ognuna delle stazioni.

Tabella 18 – composizione rete di monitoraggio della qualità dell'aria 2021

Denominazione stazione	Localizzazione	Tipologia	Inquinanti misurati
Campobasso1 (CB1)	Piazza Cuoco (CB)	Traffico	SO ₂
Campobasso3 (CB3)	Via Lombardia	Background	NO _x , PM ₁₀ , PM _{2.5} , O ₃ , As, Cd, Ni, Pb, B(a)P
Campobasso4 (CB4)	Via XXIV Maggio	Background	NO _x , O ₃
Termoli1 (TE1)	Piazza Garibaldi	Traffico	NO _x , SO ₂ , CO, PM ₁₀
Termoli2 (TE2)	Via Martiri della Resistenza	Traffico	NO _x , PM _{2.5} , O ₃
Isernia1 (IS1)	Piazza Puccini	Traffico	NO _x , SO ₂
Venafro1 (VE1)	Via Colonia Giulia	Traffico	NO _x , SO ₂ , CO, PM ₁₀
Venafro2 (VE2)	Via Campania	Traffico	NO _x , PM ₁₀ , PM _{2.5} , O ₃ , As, Cd, Ni, Pb, B(a)P,
Guardiaregia (GU)	Arcichiaro	Background	NO _x , SO ₂ , O ₃ .
Vastogirardi (VA)	Monte di Mezzo	Background	NO _x , O ₃
Centro mobile	-	-	PM ₁₀ /PM _{2.5} , As, Cd, Ni, Pb, B(a)P

Appendice D Rete Sorgenia

In ottemperanza al decreto autorizzativo del MAP n. 55/01/2002 la società Sorgenia Power S.p.a., sita nel Consorzio Industriale della Valle del Biferno, ha installato 3 stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria, denominate Termoli3, Termoli4 e Termoli5 (rete Sorgenia). La gestione di queste stazioni è stata affidata, tramite convenzione, all'ARPA Molise, che provvede giornalmente alla validazione dei dati registrati dalle stesse, pubblicando le sintesi statistiche sul proprio sito web istituzionale dedicato alla qualità dell'aria.

Tabella 19 – composizione rete Sorgenia

Denominazione stazione	Localizzazione	Inquinanti misurati
Termoli3 – TE3	Porto Cannone SP 84 incrocio via V. Veneto	NO _x , CO, PM ₁₀
Termoli4 – TE4	Campomarino SP 40	NO _x , CO, PM ₁₀
Termoli5 – TE5	San Giacomo degli Schiavoni Passo San Rocco	NO _x , CO, PM ₁₀ , O ₃

Tabella 20 – medie annuali PM₁₀ rete Sorgenia 2021

STAZIONI	Media annuale (µg/m ³)	Copertura dati (%)
TE3	19	100
TE4	19	82
TE5	15	100

Tabella 21 – superamenti media giornaliera PM₁₀ rete Sorgenia 2021

TE3	TE4	TE5
11	13	6

Le stazioni della rete Sorgenia non hanno rilevato criticità. Il monitoraggio del PM₁₀ ha fatto registrare i valori riportati in Tabella 20 e Tabella 21.

Appendice E Bibliografia

- [1] Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

- [2] Decreto Legislativo 24 dicembre 2012, n. 250 “Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.”
- [3] Legge Regionale n. 16/2011 Molise “Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico.”
- [4] La zonizzazione del territorio molisano D.G.R. Molise n. 375 del 01 agosto 2014.
- [5] D.G.R. Molise n. 451/2016 “Approvazione dell'adeguamento della rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria ai sensi del D. Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.”
- [6] Linee guida per la redazione di report sulla qualità dell'aria: definizione target, strumenti e core set di indicatori finalizzati alla produzione di report sulla qualità dell'aria – ISPRA 137/2016.
- [7] Rapporto ISTISAN 04/15 – Trattamento dei dati inferiori al limite di rilevabilità nel calcolo dei risultati analitici
- [8] “La qualità dell'aria in Italia. Edizione 2020”. SNPA, Rapporti 17/2020, Roma, 1° dicembre 2020. ISBN 978-88-448-1027-6 - © Report SNPA, 17/2020

Appendice F Acronimi, unità e simboli

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ = microgrammi per metro cubo

mg/m^3 = milligrammi per metro cubo

ng/m^3 = nanogrammi per metro cubo

As = Arsenico

B = Benzene

BaP = Benzo(a)pirene

Cd = Cadmio

C_6H_6 = Benzene

CO = Monossido di carbonio

Ni = Nichel

NO_2 = Biossido di azoto

O_3 = Ozono

Pb = Piombo

PdV = Programma di Valutazione

PM_{10} = Particolato con diametro minore o uguale a 10 μm

$\text{PM}_{2.5}$ = Particolato con diametro minore o uguale a 2.5 μm

RRQA = Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria

SO_2 = Biossido di zolfo