
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA)

**“Linee Guida per la redazione del Progetto di Monitoraggio Ambientale
delle opere soggette a procedura di VIA”**

(Bozza del documento ai fini della consultazione pubblica)

BOZZA

13 marzo 2026

Sommario

Premessa	4
PARTE I – INDICAZIONE DI CARATTERE GENERALE	4
1 Riferimenti normativi e metodologici	4
2 Criteri per la redazione del PMA	4
3 Indicazioni operative generali	4
4 Modalità di restituzione dei dati	4
5 Figure organizzative di riferimento	4
6 Coordinamento con ulteriori strumenti di gestione ambientale	4
PARTE II – INDICAZIONI OPERATIVE SPECIFICHE	5
7 Biodiversità	5
8 Patrimonio agroalimentare	5
9 Suolo	5
10 Sedimenti	5
11 Geologia	5
12 Acque	5
13 Atmosfera	6
13.1 Obiettivi specifici del monitoraggio ambientale	6
13.2 Ambito oggetto del monitoraggio ambientale	7
13.2.1 Ambito normativo	7
13.2.2 Ambito di indagine	8
13.3 Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio	9
13.3.1 Ubicazione su microscala dei sistemi di misura di qualità dell'aria	11
13.4 Parametri descrittivi (indicatori)	12
13.4.1 Parametri Meteorologici	12
13.4.2 Parametri chimico fisici (emissioni e qualità dell'aria)	14
13.4.2.1 Emissioni	15
13.4.2.2 Qualità dell'aria	15
13.5 Frequenza e durata dei monitoraggi	17
13.5.1 Parametri meteorologici	17
13.5.2 Parametri chimico fisici (qualità dell'aria)	17
13.6 Metodologie di riferimento/tecniche di misura	19
13.6.1 Parametri Meteorologici	19
13.6.2 Parametri chimico fisici (emissioni e qualità dell'aria)	19
13.6.2.1 Qualità dell'aria	19
13.6.2.2 Tecniche di misura operanti secondo i metodi di riferimento	20

13.6.2.3	Misure indicative per inquinanti gassosi, PM_{10} e $PM_{2,5}$	24
13.6.2.4	Tecniche di misura per inquinanti non contemplati nel D.Lgs.155/2010 e non normati.	24
13.6.2.5	Requisiti per le misure di qualità dell'aria	25
13.7	Valori di riferimento	27
13.8	Dal monitoraggio alla verifica delle misure di mitigazione ed alla procedura operativa e gestionale	30
13.9	Bibliografia	34
13.10	Scheda tecnica	37
13.11	Approfondimento: Direttiva 2024/2881/CE	39

BOLZA

13 Atmosfera

13.1 Obiettivi specifici del monitoraggio ambientale

In relazione alla componente atmosfera il monitoraggio ambientale rappresenta l'insieme delle attività finalizzate alla valutazione della qualità dell'aria nelle diverse fasi *ante operam* (AO), corso d'opera (CO), *post operam* (PO) mediante l'uso di strumenti analitici e/o previsionali, focalizzando l'attenzione sugli inquinanti direttamente e/o indirettamente immessi nell'atmosfera a seguito della realizzazione/esercizio della specifica tipologia di opera.

L'obiettivo del monitoraggio è quello di verificare la congruità delle ipotesi formulate nello SIA relativamente alle tre fasi progettuali. Il PMA rappresenta lo strumento utile ad indirizzare le eventuali modifiche finalizzate a ridurre, laddove necessario, il carico emissivo dell'opera e, di conseguenza, ridurre il suo impatto sulla qualità dell'aria.

Unitamente al monitoraggio della concentrazione degli inquinanti atmosferici, è necessario effettuare il monitoraggio dei parametri meteorologici che caratterizzano lo stato fisico dell'atmosfera, di fondamentale importanza per eseguire una corretta analisi e/o previsione delle modalità di diffusione trasporto, trasformazione, diluizione e ricaduta al suolo degli inquinanti aerodispersi, nonché per la valutazione delle eventuali variazioni del microclima a causa dell'impatto dell'opera.

Le attività che dovranno essere programmate e adeguatamente descritte sono finalizzate alla:

1. verifica dello scenario ambientale di base utilizzato nello SIA e caratterizzazione della condizione ambientale di base mediante la rilevazione dei parametri che definiscono lo stato della componente e le relative tendenze in atto prima dell'avvio dei lavori per la realizzazione dell'opera (monitoraggio AO);
2. verifica delle previsioni di impatto ambientale contenute nello SIA e valutazione delle variazioni dello scenario di base mediante la rilevazione dei parametri che potrebbero variare in modo significativo a seguito dell'attuazione dell'opera nelle sue diverse fasi (CO e PO); modificando lo stato della qualità dell'aria. Tali attività consentiranno di:
 - a. verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste nello SIA per ridurre la significatività degli impatti ambientali individuati in fase di cantiere e di esercizio;
 - b. individuare eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni contenute nel SIA e programmare le opportune misure correttive per la loro gestione/risoluzione;
3. comunicare gli esiti delle attività di cui ai punti precedenti alle autorità preposte ad eventuali controlli, al pubblico.

Monitoraggio *ante operam*

Il monitoraggio della fase AO, che si conclude prima dell'avvio delle attività interferenti con la componente ambientale, ossia prima dell'insediamento dei cantieri e dell'inizio dei lavori, ha come obiettivo principale quello di fornire una valutazione dello stato della componente ambientale antecedenti ad eventuali alterazioni generate dalla realizzazione dell'opera.

Sulla base dei dati dello SIA, che dovranno essere aggiornati in relazione all'effettiva situazione ambientale che precede l'avvio dei lavori, dovranno essere previste, nel PMA, le seguenti azioni:

- analisi delle caratteristiche climatiche e meteo diffusive dell'area di studio per verificare il microclima locale e l'influenza delle condizioni meteorologiche locali sulla diffusione, trasporto, diluizione, trasformazione e ricaduta al suolo degli inquinanti;
- predisposizione dei dati di ingresso ai modelli di dispersione atmosferica a partire da dati sperimentali o da output di preprocessori meteorologici;
- analisi dei flussi di massa degli inquinanti emessi in atmosfera, utile alla predisposizione dei dati di ingresso ai modelli di dispersione atmosferica per la verifica di eventuali significative variazioni del carico emissivo rispetto a quanto riportato nel SIA;

-
- analisi delle serie storiche dei livelli degli inquinanti atmosferici tramite la raccolta e organizzazione dei dati di qualità dell'aria disponibili, con particolare riferimento alle stazioni fisse di rilevamento già presenti nell'area di indagine;
 - valutazione degli output derivanti da simulazioni modellistiche, già disponibili;
 - implementazione di monitoraggio in continuo in siti fissi integrato da eventuali campagne di misura ad hoc o discontinue, utilizzando centraline di misura mobili e/o campionatori rilocabili;
 - restituzione e valutazione dei risultati del monitoraggio con la descrizione dello stato AO della qualità dell'aria e delle eventuali criticità rilevate.

Queste azioni dovranno essere implementate valutando preliminarmente la documentazione già disponibile e potranno essere realizzate anche parzialmente seguendo un criterio di giudizio esperto, tenendo conto del tipo e del potenziale impatto dell'opera sulla componente, avvalendosi anche del parere dell'Autorità competente sul territorio.

Monitoraggio in corso d'opera

Il monitoraggio in corso d'opera riguarda l'intero periodo di realizzazione dell'opera, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento e al ripristino dei siti interessati dalle lavorazioni.

In tale fase, il monitoraggio dovrà essere intrinsecamente connesso al cronoprogramma dei lavori, di conseguenza il PMA deve essere elaborato sulla base delle informazioni contenute nel Piano ambientale di cantierizzazione, con particolare riguardo alla distribuzione spaziale e temporale delle attività ed alla loro gestione operativa.

Sulla base di tali informazioni, il PMA dovrà individuare le aree di indagine e le fasi maggiormente critiche connesse alla realizzazione dell'opera, e dovrà di conseguenza essere condotto, con intervalli definiti e distinti, secondo uno specifico cronoprogramma, coerente con le diverse fasi della cantierizzazione.

Il PMA potrà essere aggiornato in corso d'opera sulla base dell'andamento dei lavori.

In particolare, saranno previste le seguenti attività:

- acquisizione dei dati meteo climatici ed emissivi di ingresso ai modelli di dispersione atmosferica, da effettuare nel caso di significativi scostamenti dalle previsioni di impatto riportate nello SIA;
- controllo degli indicatori di qualità dell'aria influenzati dalle attività di cantiere e dalle attività indotte (traffico, movimentazione mezzi e materiali, ecc.);
- verifica dell'efficacia delle misure di mitigazione previste nello SIA;
- restituzione e valutazione dei risultati del monitoraggio;
- gestione delle anomalie.

Monitoraggio post operam

Il monitoraggio PO inizia non prima del completo smantellamento e ripristino delle aree di cantiere. La durata del monitoraggio PO è variabile in funzione della tipologia d'opera e delle criticità ambientali dell'area di interesse. Se del caso, le attività di monitoraggio PO potranno essere previste anche in un sottoinsieme di punti già individuati nelle fasi precedenti del PMA e potranno essere condotte con le stesse modalità previste per la fase CO. Per la valutazione delle variazioni del microclima, il monitoraggio AO e PO deve prevedere le stesse postazioni di misura.

13.2 Ambito oggetto del monitoraggio ambientale

13.2.1 Ambito normativo

Il D.Lgs. 155/2010 riporta (All. I Tab. 1 e 2) gli obiettivi di qualità per i dati di monitoraggio. Tali obiettivi di qualità possono essere applicati alle attività di monitoraggio previste nel PMA, una volta accertata la necessità del controllo su uno o più inquinanti.

A partire dall'entrata in vigore del decreto di recepimento della Direttiva 2024/2881 si farà riferimento agli obiettivi di qualità aggiornati indicati nello stesso Decreto.

Nuova Direttiva sulla qualità dell'aria 2024/2881/CE

Il 20 novembre 2024 è stata pubblicata la nuova Direttiva sulla qualità dell'aria (2024/2881/EC) che è entrata in vigore il 10 dicembre 2024 e dovrà essere recepita dagli Stati membri entro due anni.

La nuova Direttiva sostituisce quelle attualmente in vigore (Direttive 2008/50/CE e 2004/107/CE), determinando, in una prospettiva di medio-lungo termine, i nuovi criteri comuni per la valutazione e la gestione della qualità dell'aria in Europa.

L'ambizione della Direttiva è quella di contribuire alla realizzazione del piano d'azione per l'inquinamento zero: ridurre entro il 2050 l'inquinamento atmosferico a livelli non più considerati dannosi per la salute umana e gli ecosistemi naturali.

La realizzazione degli obiettivi a lungo termine passa necessariamente per la realizzazione di quelli intermedi: questi prevedono la riduzione entro il 2030 di almeno il 55% (rispetto al 2005) degli impatti sulla salute dell'inquinamento atmosferico (quantificati in termini di riduzione dei decessi prematuri attribuibili all'esposizione) e del 25% di quelli sugli ecosistemi, obiettivi che potranno essere perseguiti solo se si ridurranno ancora significativamente le emissioni dei principali inquinanti.

La strategia che viene proposta prevede un approccio graduale, stabilendo standard intermedi per l'anno 2030, e sviluppando una prospettiva che favorisca la possibilità di un pieno allineamento con le linee guida dell'OMS¹ sulla qualità dell'aria entro il 2050.

Gli standard di qualità dell'aria definiti dalla Commissione Europea fanno riferimento alle citate raccomandazioni dell'OMS del 2021, pur rimanendo, in particolare per alcuni parametri, parzialmente superiori agli "Air quality guideline level".

Inoltre, vengono introdotti valori limite per tutti gli inquinanti atmosferici attualmente soggetti a valori obiettivo (arsenico, nichel, cadmio e benzo(a)pirene contenuti nella frazione PM₁₀ del particolato atmosferico), ad eccezione dell'ozono (O₃).

Sono introdotte anche delle soglie di allerta per l'esposizione a breve termine a livelli particolarmente alti di PM₁₀ e PM_{2,5}, in aggiunta alle soglie di allerta già esistenti per il biossido di azoto (NO₂) e il biossido di zolfo (SO₂).

In attesa del Decreto di recepimento della nuova Direttiva, in questa Linea guida, pur facendo riferimento alla normativa attualmente vigente (D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.), vengono date indicazioni e riferimenti coerenti con il nuovo contesto legislativo, tenendo conto dei seguenti aspetti:

- nella valutazione degli impatti delle opere soggette a VIA, a partire dal 1° gennaio 2027, si dovrà tenere conto dei nuovi limiti e dei piani di risanamento adottati per il loro raggiungimento entro il 2030. Le opere non dovranno contribuire in modo significativo al peggioramento della qualità dell'aria rispetto alla situazione ex-ante, valutata rispetto ai nuovi limiti e non ai vecchi limiti;
- occorrerà tenere conto delle classificazioni delle zone rispetto alle nuove soglie di valutazione e delle situazioni di superamento dei nuovi limiti;
- bisognerà tenere conto della possibilità di superamento delle nuove soglie di allerta, in tutte le fasi di vita dell'opera e del possibile contributo delle emissioni generate dalle attività di cantiere e dalle attività in fase di esercizio della nuova opera, nel superamento delle soglie;
- le nuove opere non dovranno contribuire significativamente al peggioramento della qualità dell'aria, né rallentare o rappresentare un fattore critico nel percorso individuato dalle Regioni e PPAA per il rispetto entro il 2030 dei nuovi limiti di legge.

13.2.2 Ambito di indagine

¹ WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide, World Health Organization, 2021, ISBN 978-92-4-003422-8.

La valutazione dello stato della qualità dell'aria ambiente è un processo che prevede la stima quantitativa o la misura dei livelli degli inquinanti in tutte le zone istituite dallo Stato membro e il confronto del valore di tali livelli con gli standard definiti dalla normativa ("parametri di qualità dell'aria").

Ai fini di maggiore chiarezza si riportano alcune definizioni di parole chiave così come specificate all'articolo 4 della Direttiva 2024/2881/CE:

1. "aria ambiente": l'aria esterna presente nella troposfera, ad esclusione di quella presente nei luoghi di lavoro quali definiti all'articolo 2 della direttiva 89/654/CEE del Consiglio (19) a cui si applicano le disposizioni in materia di salute e sicurezza sul luogo di lavoro e a cui il pubblico non ha accesso regolare;
2. "parametri di qualità dell'aria": valori limite, valori-obiettivo, obblighi di riduzione dell'esposizione media, obiettivi di concentrazione dell'esposizione media, livelli critici, soglie di allarme, soglie di informazione e obiettivi a lungo termine;
3. "inquinante": qualsiasi sostanza presente nell'aria ambiente e che probabilmente ha effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente;
4. "livello": concentrazione nell'aria ambiente di un inquinante o deposizione dello stesso su una superficie in un dato periodo di tempo.

Il clima è inteso come l'insieme dei valori medi delle variabili meteorologiche che caratterizzano l'area in esame e che esercitano un'influenza sui fenomeni di inquinamento atmosferico. La valutazione dello stato climatico e delle condizioni meteo-diffusive dell'area di studio riguarda le condizioni medie ed estreme, anche in relazione all'utilizzo di modelli di dispersione e trasformazione degli inquinanti atmosferici.

Un tema di crescente attenzione è l'impatto sul microclima di opere di particolare tipologia come, ad esempio, campi fotovoltaici (FVT) e agro-fotovoltaici (A-FVT), che possono provocare un aumento delle temperature nelle aree circostanti.

13.3 Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio

La scelta della localizzazione dei punti di monitoraggio nel PMA dovrà essere effettuata sulla base delle analisi e dei risultati contenuti nel SIA, in particolare attraverso la caratterizzazione della componente nelle fasi AO, tenendo conto dello scenario di base, e PO, in riferimento alla compatibilità dell'opera.

In particolare, la scelta del posizionamento dei punti di misura deve tenere conto dello scenario emerso per il PO e potrà riguardare:

- Le aree principalmente interessate dalle emissioni dell'opera, per misurare l'impatto sulla qualità dell'aria e verificare che quanto ipotizzato per il PO nello SIA, corrisponda allo stato finale dei luoghi;
- Le aree in cui risiedono i recettori sensibili, per valutare se i livelli del PO risultino compatibili con la loro presenza in relazione alla tutela della salute umana e alla protezione degli ecosistemi (valutata attraverso il confronto tra i livelli osservati e gli obiettivi ambientali previsti dalla legislazione vigente, compresi eventuali valori limite/obiettivo vigenti per disposizioni di legge di livello regionale);
- Le aree che consentono di valutare lo scenario PO per la verifica della compatibilità dell'opera con i *trend* di riduzione dei livelli degli inquinanti nella zona di interesse, se esistenti.

È necessario che le misurazioni effettuate permettano, per posizionamento e durata, la valutazione dei livelli del PO in relazione agli obiettivi ambientali previsti dalla normativa vigente per la salute umana ed ecosistemi.

Di seguito si elencano i principali criteri di posizionamento dei punti di monitoraggio nelle diverse fasi (AO, CO, PO). I criteri riportati sono comuni nelle tre fasi di monitoraggio; tuttavia, gli elementi di analisi e le modalità di progettazione ed attuazione delle misurazioni saranno, in linea generale, differenti per la parte AO rispetto a quelle del CO e del PO. Infatti, per l'AO è possibile ipotizzare una campagna di monitoraggio volta principalmente alla misurazione dei livelli di base degli inquinanti per la verifica della congruità con le ipotesi iniziali sulle concentrazioni di base, riportate nel SIA; nel CO e nel PO, oltre a tale verifica, il monitoraggio sarà utilizzato per la discriminazione dei contributi delle sorgenti emissive in gioco. Di conseguenza la localizzazione

dei punti di misura e le tempistiche delle campagne (ad es. nel caso di misure discontinue) in quest'ultimi due casi, saranno condizionati dall'evoluzione spaziale e temporale del cantiere e dell'opera.

Criteri di Posizionamento dei punti di misura:

- presenza di Recettori Sensibili in relazione alla protezione della salute umana, della vegetazione e degli ecosistemi, dei beni archeologici e monumentali e dei materiali;
- valutazione dei punti di massima rappresentatività territoriale delle aree potenzialmente interferite (analisi condotte mediante modelli e stime) e/o dei punti di massima di ricaduta degli inquinanti (CO e PO);
- anemologia e micrometeorologia del sito in esame;
- morfologia dell'area di studio;
- aspetti logistici e di fattibilità a livello di microscala (Cfr. Par. 13.3.1 "Ubicazione su microscala dei sistemi di misura di qualità dell'aria");
- tipologia di inquinanti (per le diverse caratteristiche fisico/chimiche degli inquinanti);
- possibilità di individuare e discriminare eventuali altre fonti emissive, che possano generare interferenza con il monitoraggio in corso;
- per il CO e PO si dovranno inoltre prendere in considerazione le caratteristiche geometriche (in base alla tipologia - puntuale, lineare, areale, volumetrica) ed emissive (profilo temporale) della sorgente.

L'incertezza delle misurazioni e delle modellizzazioni dovrà essere almeno pari alla incertezza che teoricamente possa essere applicata alle osservazioni nella zona di interesse, data la sua classificazione ai sensi del D.Lgs. 155/2010 (si veda al riguardo il paragrafo 13.6 "Metodologie di riferimento/tecniche di misura", sottoparagrafo 13.6.2.5 "Requisiti per le misure di qualità dell'aria"). Pertanto, nella scelta dei punti di misura, si dovrà tener conto della possibilità di garantire la continuità della misura per il periodo di monitoraggio pianificato, evitando riposizionamenti futuri, che potrebbero creare discontinuità nella serie misurata, a discapito del parametro di incertezza.

Nella predisposizione del PMA, nel caso si valuti ed emerga l'opportunità di installare stazioni fisse di monitoraggio, si ritiene opportuno che si realizzi un confronto preliminare con le autorità regionali competenti in materia ambientale (Regione, Provincia Autonoma, ARPA/APPA).

Si ricorda in tal senso quanto previsto, per gli impianti che producono emissioni in atmosfera, dall'art. 5² comma 9 del D.Lgs 155/2010 e s.m.i.³ che - stabilisce che siano le Regioni a decidere se sussista la necessità di ulteriori attività di monitoraggio in specifici punti di misura. Tali stazioni, se necessarie, potranno entrare a far parte della rete regionale di monitoraggio della valutazione della qualità dell'aria, previo aggiornamento del programma di valutazione (PdV) con parere positivo del MASE, e quindi dovranno essere conformi a quanto previsto dal D.Lgs. 155/10 e s.m.i.

Pertanto, se risulta necessario effettuare delle misurazioni ai sensi dell'articolo citato, è consentito attendersi che l'Autorità competente richieda al proponente l'installazione di una stazione fissa per misurazioni continue.

Tuttavia, se sussistono le condizioni, è possibile che l'Autorità competente ed il proponente possano accordarsi per l'esecuzione di misurazioni indicative, quando i livelli di base degli inquinanti e i livelli attesi con l'opera in esercizio risultino sufficientemente bassi (inferiori alla Soglia di Valutazione Inferiore SVI o alla soglia di valutazione prevista dalla nuova Direttiva 2024/2881/EU di prossimo recepimento).

In tale caso è anche possibile, che tali misurazioni rientrino come dati ufficiali della rete di monitoraggio della Regione, previo aggiornamento del PdV con parere positivo del MASE.

² "Le decisioni di valutazione di impatto ambientale statali e regionali, le autorizzazioni integrate ambientali statali e regionali e le autorizzazioni previste dal decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni, per gli impianti che producono emissioni in atmosfera possono disporre l'installazione o l'adeguamento di una o più stazioni di misurazione della qualità dell'aria ambiente da parte del proponente solo nel caso in cui la regione o la provincia autonoma interessata o, su delega, l'agenzia regionale per la protezione dell'ambiente valuti tali stazioni necessarie per la rete di misura o per il programma di valutazione..."

³ Il D.Lgs del 24 dicembre 2012, n. 250

Per il posizionamento della stazione, dovranno essere seguiti strettamente i criteri di ubicazione su microscala riportati nel paragrafo 13.3.1 "Ubicazione su microscala dei sistemi di misura di qualità dell'aria".

I criteri di ubicazione su macroscala, ivi riportati, sono propriamente più pertinenti alle attività di regioni e province autonome e devono essere considerati come indicazioni di carattere generale, salvo il caso in cui non si preveda di integrare il punto di misura nel PdV Regionale.

Nel caso in cui il PMA non si riferisca agli impianti richiamati nel succitato art. 5 comma 9 del D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. la scelta del punto di misura dovrà essere effettuata garantendo che questo sia rappresentativo del fenomeno da analizzare.

Ulteriori indicazioni sulla scelta del punto di misura sono riportate nella "Linea guida per l'individuazione della rete di monitoraggio della qualità dell'aria" (D.Lgs. 155/2010) https://www.mase.gov.it/portale/documents/d/guest/linea_guida_rete_monitoraggio_qa-pdf.

Per quanto riguarda la valutazione delle variazioni del microclima, devono essere previsti almeno tre punti di misura: uno all'interno del perimetro dell'impianto (possibilmente in prossimità del centro) e almeno due stazioni da posizionarsi lungo la medesima linea al di fuori del perimetro dell'impianto. I siti di monitoraggio devono essere i medesimi nelle fasi AO e PO, pena la non significatività dei dati raccolti. Il numero di punti di misura deve essere ulteriormente integrato in presenza di recettori sensibili presenti nell'intorno dell'impianto.

Per ulteriori approfondimenti relativi al posizionamento delle stazioni in base alle caratteristiche dell'area di studio, nonché per indicazioni sull'eventuale utilizzo di altre tipologie di dati si può fare riferimento allo specifico documento "Monitoraggio impatto microclimatico da FVT e A-FVT - Linea Guida ARPAV versione 2.6 Anno 2023 - prima edizione".

13.3.1 Ubicazione su microscala dei sistemi di misura di qualità dell'aria

Per garantire una corretta installazione e collocazione delle stazioni di misurazione della qualità dell'aria, o dei singoli sistemi di campionamento e misura, si applicano i criteri di ubicazione su microscala, elencati di seguito. Tali criteri mirano a garantire la migliore rappresentatività delle misure e, ove pertinente, la loro comparabilità con i dati rilevati dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria.

1. L'ingresso del punto di campionamento deve essere lasciato libero (di norma per un angolo di almeno 270° o 180° per punti di campionamento collocati lungo linea degli edifici) e non vi devono essere ostacoli che possano interferire con il flusso d'aria nelle vicinanze dell'ingresso del punto di campionamento (a una distanza di almeno 1,5 metri da edifici, balconi, alberi e altri ostacoli e, nel caso di punti di campionamento rappresentativi della qualità dell'aria sulla linea degli edifici, a una distanza di almeno di 0,5 metri dall'edificio più prossimo). La sonda di prelievo non deve essere installata in aree soggette a ristagni d'aria, come cortili chiusi, strettoie o zone sottovento rispetto a edifici di grandi dimensioni, poiché tali condizioni non rappresentano in modo adeguato la qualità dell'aria dell'area più ampia oggetto di monitoraggio.
2. Al fine di migliorare la comparabilità con le misure della rete di monitoraggio della qualità dell'aria, l'ingresso del punto di campionamento dovrebbe, di norma, essere posizionato a un'altezza compresa tra 1,5 e 4 metri dal suolo. Tuttavia, in situazioni specifiche legate al PMA, e motivate, è possibile collocare l'ingresso del punto di prelievo nella parte inferiore della fascia di respirazione, tra 0,5 e 1,5 metri dal suolo. In alcuni casi, può risultare opportuno posizionare l'ingresso a un'altezza superiore ai 4 metri, qualora ciò consenta una maggiore rappresentatività dello spazio circostante oggetto di monitoraggio. In tali circostanze, la scelta deve essere adeguatamente documentata, supportata da una valutazione dettagliata e motivata in modo approfondito.
3. L'ingresso della sonda non deve essere posizionato nelle immediate vicinanze di fonti inquinanti, al fine di evitare l'aspirazione diretta di emissioni non miscelate con l'aria ambiente, poco rappresentative e alle quali è improbabile che la popolazione sia effettivamente esposta. Inoltre, è necessario evitare il posizionamento vicino all'unità esterna di impianti di climatizzazione (se presenti), a sfiati d'aria, camini, generatori di calore o in prossimità di vegetazione fitta, poiché tali elementi possono alterare la qualità e la rappresentatività del campione d'aria prelevato.

4. Lo scarico dei sistemi di campionamento e di misura deve essere posizionato in modo da evitare qualsiasi ricircolo o aspirazione, anche parziale, dell'aria scaricata verso l'ingresso della sonda di prelievo. In particolare, lo scarico di gas caldi o umidi non deve alterare in modo significativo le condizioni termiche o di umidità nell'area circostante la sonda. Qualora il processo di campionamento e misura comporti il rilascio di sostanze estranee all'aria campionata, è opportuno installare sistemi di filtrazione o abbattimento in linea sulle condotte di scarico, se non già presenti all'interno delle apparecchiature.
5. Qualora, in base a quanto previsto dal PMA, la stazione o il sistema di misurazione sia finalizzato alla rilevazione del contributo del traffico stradale, le sonde di campionamento per tutti gli inquinanti devono essere posizionate ad almeno 25 metri dal limite di grandi incroci e a non più di 10 metri dal bordo strada. Ai fini del presente criterio, per "bordo strada" si intende la linea di separazione tra il traffico motorizzato e le aree adiacenti (marciapiedi, piste ciclabili, ecc.); per "grande incrocio" si intende un'intersezione stradale che interrompe il flusso veicolare e genera emissioni specifiche dovute alle fasi di arresto e ripartenza, differenti rispetto al resto della carreggiata. Il punto di campionamento deve essere collocato ad almeno 20 metri da gallerie o sottopassi, al fine di evitare l'influenza di inquinanti non adeguatamente dispersi, tipici di ambienti confinati. Inoltre, la sua posizione non deve essere direttamente sottovento rispetto a ostacoli come muri fonoassorbenti o barriere, che potrebbero generare turbolenze e compromettere l'affidabilità delle misurazioni.
6. Qualora siano previste dal PMA, le misurazioni della deposizione in punti di ampia rappresentatività spaziale (paragonabile a quella nei siti di fondo così come definiti dalla vigente normativa), si applicano gli orientamenti e i criteri EMEP.
7. Per la misurazione dell'ozono, qualora sia prevista dal PMA, e questa risulti finalizzata alla caratterizzazione dei relativi livelli di concentrazione di tale inquinante nell'area oggetto di monitoraggio, andranno compiute opportune valutazioni affinché il punto di campionamento sia posizionato ben lontano da fonti quali fornaci e camini di incenerimento e a più di 10 metri dalla strada più vicina, con una distanza che aumenta in funzione dell'intensità del traffico.

Nella realizzazione e nella collocazione delle stazioni di misurazione si deve tenere conto dei seguenti aspetti:

- a. fonti di interferenza;
- b. sicurezza;
- c. accesso;
- d. disponibilità di energia elettrica e di linee telefoniche;
- e. visibilità del sito rispetto all'ambiente circostante;
- f. sicurezza del pubblico e degli addetti;
- g. opportunità di ubicare punti di campionamento per diversi inquinanti nello stesso sito;
- h. vincoli di pianificazione.

13.4 Parametri descrittivi (indicatori)

13.4.1 Parametri Meteorologici

Nell'ambito del monitoraggio ambientale, la misura dei parametri meteorologici è di notevole importanza sia per la caratterizzazione climatica dell'area oggetto di studio sia per fornire informazioni a supporto della conseguente valutazione degli impatti sulla componente atmosfera derivanti dalla realizzazione e dall'esercizio dell'opera. In particolare, tali dati sono indispensabili per alimentare i modelli di dispersione atmosferica. Inoltre, il monitoraggio continuo di alcune variabili meteorologiche permette la verifica dell'attuazione ed efficacia delle misure di mitigazione definite nel SIA. Ad esempio, monitorare la velocità del vento, permette di verificare il superamento della soglia oltre la quale vengono attuate misure specifiche per limitare il risollevarsi delle polveri.

L'analisi dei parametri meteorologici quali temperatura, precipitazione, umidità relativa, copertura nuvolosa, radiazione solare, velocità e direzione di provenienza del vento, turbolenza nello strato limite atmosferico è fondamentale per comprendere la dinamica dell'atmosfera e, soprattutto nel breve periodo, per valutare l'incidenza del carico emissivo dalle fonti monitorate sulla qualità dell'aria. Infatti, la variabilità delle condizioni fluidodinamiche descritte dalle principali variabili meteorologiche, e alcune caratteristiche variabili dell'atmosfera, quali l'intensità della radiazione solare e la copertura nuvolosa, sono di fondamentale importanza rispetto ai livelli di inquinamento, in quanto:

- la misura di alcuni parametri descrittivi delle condizioni fluido dinamiche, come la velocità del vento, i flussi turbolenti di origine termica o meccanica o l'intensità delle precipitazioni può essere messa in relazione con la velocità con cui gli inquinanti vengono trasportati e dispersi in aria, e depositati al suolo;
- l'altezza di rimescolamento, legata alla quota della prima inversione termica, rappresenta la quota massima fino alla quale gli inquinanti primari si diluiscono, e determina il volume in cui gli stessi si disperdono e avvengono le reazioni chimiche che portano alla formazione di inquinanti secondari;
- l'intensità della radiazione solare, che funge da catalizzatore nel complesso meccanismo di reazioni chimiche che portano alla formazione di inquinanti secondari come nel caso dell'ozono troposferico, modula il ciclo giornaliero dei livelli osservati.

Inoltre, la disponibilità delle misure meteorologiche è necessaria per valutare le perturbazioni del clima a livello locale, nel caso di opere di particolare tipologia, come ad esempio grandi invasi e campi fotovoltaici (FVT) e agro-fotovoltaici (A-FVT).

Come riportato nella linea guida "Monitoraggio impatto microclimatico da FVT e A-FVT Linea Guida ARPAV" di ARPAV (2023), alla quale si rimanda per approfondimenti specifici, l'alterazione del campo termico (aumento di temperatura dell'aria) rappresenta il fenomeno più significativo, definito come Isola di Calore da Fotovoltaico (PVHI).

I possibili impatti microclimatici causati dagli impianti FVT e A-FVT, sotto e in prossimità dei pannelli solari, sono:

- variazione di temperatura dell'aria;
- variazione dell'umidità dell'aria e dell'evapotraspirazione (suolo naturale o permeabile);
- diminuzione della radiazione solare al suolo;
- variazioni a microscala della ventilazione.

Gli impatti microclimatici degli impianti FVT e A-FVT, una volta costruiti e in esercizio, si valutano come differenza tra i microclimi *ante operam* e *post operam* con riferimento all'area interessata dall'impianto e quella circostante e alle variabili meteo-climatiche fondamentali (temperatura, umidità, vento, radiazione solare).

È di particolare rilievo la valutazione della variazione microclimatica generata in recettori esterni all'impianto, potenzialmente interni al PVHI.

In particolare, nella fase AO la caratterizzazione meteo-climatica può essere condotta avvalendosi anche di serie storiche di dati meteo provenienti dalle stazioni di rilevamento presenti nell'area di studio.

Attualmente in Italia sono attive diverse reti di rilevamento di dati meteo-climatici, tra cui:

- le reti sinottiche del Servizio meteorologico dell'Aeronautica Militare⁴ e dell'ENAV⁵;
- la rete Agrometeorologica Nazionale (RAN): Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA)⁶;
- la rete Mareografica Nazionale: ISPRA⁷;
- la rete Ex SIMN: Dati storici del soppresso Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale;

⁴ <https://www.meteoam.it/it/disponibilita-dati>

⁵ <https://www.enav.it/cosa-facciamo/soluzioni-mercati/meteorologia>

⁶ <https://agrometeo.azurewebsites.net/rete-agrometeorologica-nazionale-ran/>

⁷ www.mareografico.it

- le reti dei Centri funzionali/ Servizi idrologici – ARPA, Servizi meteorologici e agrometeorologici regionali.

Inoltre, il progetto del Sistema nazionale per la raccolta, elaborazione e diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale (SCIA) avviato dall'ISPRA in collaborazione con USAM, UCEA e diverse ARPA, risponde all'esigenza di armonizzare e standardizzare i metodi di elaborazione e rendere disponibili i dati, gli indici e gli indicatori utili alla rappresentazione e alla valutazione dello stato, delle variazioni e delle tendenze del clima in Italia⁸.

Nel caso in cui i dati disponibili siano insufficienti, è necessario prevedere apposite campagne di rilevamento in "situ" dei parametri meteo-climatici.

Nel caso della valutazione della qualità dell'aria, le campagne dovrebbero essere realizzate, per quanto possibile, in concomitanza con le misure della concentrazione degli inquinanti atmosferici. Il ricorso a tali campagne è inoltre indispensabile quando particolari condizioni climatiche od orografiche influenzino fortemente il fenomeno diffusivo nella zona oggetto di studio. Le campagne meteorologiche dovrebbero prevedere una cadenza stagionale, per un periodo rappresentativo ai fini della caratterizzazione meteo climatica (almeno un anno solare).

Nel caso del microclima le campagne di misura dovrebbero essere concentrate nel periodo maggio-settembre, che è quello più critico dal punto di vista dell'isola di calore da fotovoltaico.

In generale per tutte le fasi del monitoraggio si dovrà garantire il seguente schema operativo nell'acquisizione e valutazione dei parametri meteorologici:

1. valutare la fattibilità dell'acquisizione dei dati meteo presso enti/autorità pubbliche di riferimento e verifica la compatibilità dei tempi di acquisizione con la frequenza delle diverse attività di monitoraggio (ad. es alcune attività potrebbero richiedere dati in tempo reale);
2. una volta verificata la disponibilità dei dati se ne dovrà valutare la completezza; laddove l'informazione dovesse rivelarsi insufficiente dovrà essere integrata con campagne di misura dedicate e/o specifiche analisi modellistiche. In alternativa all'utilizzo di modelli ex novo, il piano potrà fare riferimento a campi tridimensionali dei principali parametri di interesse già disponibili come risultato di analisi modellistiche condotte a livello regionale/nazionale mediante pre-processor meteorologici.

Qualora non fossero disponibili dati di monitoraggio della qualità dell'aria, il PMA può prevedere l'impiego di modelli per il trasporto e la diffusione degli inquinanti atmosferici. In tal caso, è auspicabile che le postazioni di monitoraggio siano dotate di strumentazione micrometeorologica adeguata alla rilevazione dei parametri necessari per la modellizzazione della dispersione nello strato limite atmosferico, con particolare attenzione a quelli che descrivono la turbolenza. In alternativa, può essere previsto l'utilizzo di preprocessor meteorologici⁹.

13.4.2 Parametri chimico fisici (emissioni e qualità dell'aria)

Il monitoraggio dei parametri relativi alle emissioni degli inquinanti in atmosfera e allo stato della qualità dell'aria ha lo scopo di verificare la validità delle ipotesi e delle valutazioni contenute nel SIA.

Nel caso in cui venissero rilevati significativi scostamenti peggiorativi dei principali parametri fisico chimici ipotizzati nel SIA, nel PMA dovranno essere definite idonee procedure che individuino chiaramente l'entità e la durata degli scostamenti (definizione della significatività) oltre i quali si avvia l'attività di informazione dell'autorità competente.

Nel PMA saranno, inoltre, definite le procedure operative che interessano le misure di mitigazione che intervengono al verificarsi del superamento di una determinata soglia dei parametri (es. nel caso di una misura di mitigazione che preveda la bagnatura dei cumuli di terreno solo nel caso di condizioni di forte ventosità, il PMA dovrà definire univocamente tale condizione - soglia di intensità del vento - e la strumentazione o i metodi atti a individuarla).

⁸ <http://www.isprambiente.gov.it/it/banche-dati/cambiamenti-climatici-e-meteo>

⁹ R. Sozzi, 2003.

13.4.2.1 Emissioni

Il PMA dovrà prevedere una fase di verifica della congruità degli scenari emissivi reali rispetto a quelli ipotizzati nel SIA, considerando le diverse fasi di attuazione del monitoraggio. Ad esempio, l'introduzione di una nuova sorgente di emissione non prevista nel SIA, potrebbe modificare significativamente lo scenario emissivo. In questi casi, sarà necessario rivalutare la localizzazione dei punti di monitoraggio già individuati, soprattutto se sono fortemente influenzati dalla nuova sorgente, e anche la durata e la frequenza delle misurazioni. Tale processo di aggiornamento potrà essere concordato di volta in volta con l'autorità competente in materia ambientale, la quale fornirà, se necessario, i dati relativi alle nuove emissioni e ai risultati dei monitoraggi condotti per la nuova sorgente emissiva.

L'integrazione di questi dati con quelli già raccolti nel monitoraggio permetterà di avere elementi utili per valutare eventuali scostamenti tra i risultati osservati e le previsioni contenute nel SIA, facilitando così un'analisi più accurata e tempestiva.

Per il quadro emissivo *ante operam*, si farà riferimento alle analisi e alle valutazioni riportate nel SIA. Tuttavia, tali contenuti dovranno essere integrati e/o aggiornati nel caso in cui venga introdotta una o più sorgenti emissive come descritto in precedenza. Questa integrazione, permetterà di aggiornare il quadro emissivo AO, facilitando la valutazione sulla necessità di modificare la caratterizzazione della componente rispetto a uno o più parametri.

Il monitoraggio del quadro emissivo durante la fase di cantiere avrà come obiettivo principale verificare la coerenza delle ipotesi formulate nel SIA. Questa verifica si baserà sulla rispondenza tra quanto previsto riguardo alla localizzazione e allo sviluppo temporale delle attività di cantiere, le caratteristiche emissive delle sorgenti (ad esempio, tipologia e classe emissiva dei mezzi di cantiere, volumetria dei terreni di scavo e di riporto ecc.) e l'attuazione delle misure di mitigazione adottate.

Nella fase *post operam*, per le opere civili lineari ed areali, si procederà alla verifica della coerenza con le ipotesi del SIA. Ad esempio, per un progetto viario, verranno considerate eventuali variazioni delle caratteristiche dei parametri di interesse ai fini della stima delle emissioni, come i flussi di traffico, la composizione del parco veicolare circolante, e le caratteristiche operative dei veicoli.

Per quanto riguarda le opere industriali puntuali e areali, si valuterà la corrispondenza tra le emissioni ipotizzate e quelle effettivamente rilevate, utilizzando le misure disponibili presso i punti di emissione. Inoltre, si terrà conto del tasso di attività dell'impianto rispetto alla produzione a regime, come previsto nel SIA.

13.4.2.2 Qualità dell'aria

Nelle tre fasi del monitoraggio si dovrà sempre tener conto della classificazione delle zone e dei loro eventuali aggiornamenti, in modo tale da poter scegliere il metodo di valutazione più appropriato (misure e/o modelli e/o stime obiettive). A partire dall'entrata in vigore del Decreto di recepimento della Direttiva 2024/2881 si dovrà fare riferimento alle nuove soglie di valutazione e relative classificazioni delle zone.

Nel seguito si riportano le indicazioni operative con riferimento al D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. ancora in vigore, fermo restando che esse dovranno essere aggiornate con le nuove previsioni, appena sarà attuato il recepimento nazionale della nuova Direttiva.

Ai fini della caratterizzazione della qualità dell'aria ambiente, per la misurazione degli inquinanti di interesse, riportati nella Tabella 13.1 "Inquinanti per tipologia d'opera", si applicano i metodi di riferimento o i metodi equivalenti per quelli previsti all'allegato VI del D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. (vedi Tabella 13.2 "Metodi di riferimento dei principali parametri chimici"). Facendo riferimento alla tabella 13.1 si evidenzia che si dovrà tenere in considerazione l'eventualità di utilizzo di misure indicative o di inquinanti non contemplati dal D.Lgs. 155/2010.

A partire dall'entrata in vigore del decreto di recepimento della Direttiva 2024/2881 si farà riferimento ai metodi eventualmente aggiornati indicati nello stesso Decreto. La precedente assunzione è valida anche per gli standard di qualità dell'aria (Nell'Allegato 1, da tab. 1 a tab. 7, sono riportati i nuovi standard previsti dalla Direttiva 2024/2881).

Nel PMA saranno contemplati soltanto gli inquinanti considerati significativi nel SIA.

Per tali inquinanti, nel caso le caratteristiche del monitoraggio siano per tipo (durata e posizionamento) assimilabili a quelli effettuati ai sensi del D.Lgs. 155/2010, i criteri di monitoraggio utilizzati per la valutazione

della qualità dell'aria ambiente dovranno essere allineati agli obiettivi di qualità (Allegato 1 cit. D.Lgs.). Il Decreto può essere un utile riferimento anche nel caso di monitoraggi di breve durata per i quali non è possibile il confronto con i valori limite relativi all'intero anno civile, ma è possibile utilizzare gli obiettivi ambientali di breve termine per la valutazione dei parametri monitorati (es. soglie orarie per NO₂, SO₂ e CO). Nel caso di particolari lavorazioni che coinvolgano matrici contaminate o che generino emissioni di inquinanti "non convenzionali" (e quindi non contemplati dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i., ma potenzialmente presenti all'emissione), dovranno essere previste nel PMA delle campagne di misura, mirate alla valutazione dei loro livelli, con gradi di attenzione proporzionati agli esiti della valutazione del rischio di rilascio e degli impatti sulla salute e sull'ambiente, effettuate nel SIA. Tale monitoraggio sarà svolto secondo il metodo di riferimento ufficiale, se esistente o, in alternativa, attraverso metodi utilizzati e validati in ambito scientifico nazionale e internazionale.

Inoltre, nel caso non sia tecnicamente possibile la misura diretta di un parametro, si può valutare di effettuare una stima indiretta dei livelli dell'inquinante, attraverso il monitoraggio di uno o più parametri che risultano ad essa correlati (ad esempio utilizzo di un parametro tracciante). Nel PMA si descriverà chiaramente la metodologia di stima indiretta utilizzata, affinché l'autorità competente possa esprimersi sull'accettabilità della proposta.

Il monitoraggio ante operam è fondamentalmente basato sulla caratterizzazione della componente effettuata nel SIA. Al fine di disporre di informazioni aggiornate sullo stato della matrice ambientale nella fase AO, il monitoraggio dovrà tener conto e adeguarsi ad eventuali variazioni significative della qualità dell'aria e, più in generale, degli impatti sulla componente ambientale. Tale eventuale cambiamento può verificarsi, a livello locale, nel lasso di tempo che intercorre tra la stesura del SIA (in cui si caratterizza la componente ambientale) e l'inizio della fase di cantierizzazione. A maggior ragione la programmazione del monitoraggio dovrà tenere conto di eventuali variazioni della zonizzazione e della classificazione del territorio regionale (ai sensi del D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.), intervenute successivamente alla pubblicazione del SIA e/o del provvedimento di autorizzazione. In particolare, a partire dall'entrata in vigore del Decreto di recepimento della Direttiva 2024/2881 si dovrà fare riferimento alle nuove soglie di valutazione e alle relative classificazioni delle zone. Nel PMA si dovranno quindi individuare e descrivere le azioni che il proponente intende attuare al fine di monitorare tali fenomeni.

Nel monitoraggio corso d'opera i parametri di qualità dell'aria da monitorare dipendono dalla tipologia delle attività previste, dai mezzi di cantiere e di trasporto impiegati e dai relativi tempi di utilizzo. Al fine di valutare le cause di eventuali scostamenti dell'entità degli impatti rispetto a quanto previsto nel SIA, nel PMA dovranno essere descritte in modo dettagliato tutte le azioni che il proponente intende attuare per verificare la coerenza della attività effettivamente svolte con le ipotesi formulate nel SIA stesso.

Infine, per quanto riguarda il monitoraggio nella fase post operam, i parametri da prendere in considerazione in funzione della tipologia d'opera sono riportati in Tabella 1 "Inquinanti per tipologia d'opera" alla fine del paragrafo.

In relazione alla durata del monitoraggio, nel caso l'opera preveda che la fase di regime si realizzi in tempi lunghi (infrastruttura viaria o ferroviaria, impianto produttivo, ecc.), il PMA prevederà delle campagne di misura che si protrarranno per l'intera fase del transitorio.

Se nel PMA si prevedono tempi molto lunghi per l'entrata a regime dell'opera, può essere utilizzato, per la fase transitoria, un monitoraggio non continuo (misure indicative) che permetta di ricostruire lo stato della qualità dell'aria e la sua evoluzione nel tempo fino all'entrata a regime stessa.

Una volta a regime, si effettuerà la verifica dello stato della componente, per verificare la correttezza delle stime degli impatti previsti nello SIA.

Poiché generalmente la valutazione dei livelli di inquinamento è fatta per un periodo di tempo pari all'anno civile, il periodo minimo di copertura del monitoraggio dovrà rispettare tale criterio.

Nella seguente tabella 13.1 "Inquinanti per tipologia d'opera" sono state raggruppate le diverse tipologie di opere in quattro macrocategorie, per evidenziare i principali inquinanti o famiglie di composti potenzialmente emessi in fase di esercizio. Nel PMA si considereranno solo quelli ritenuti significativi nel SIA. Dal confronto tra gli inquinanti potenzialmente emessi (terza colonna della tabella) e quelli disciplinati dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. (quarta colonna della tabella), emergono diversi inquinanti per cui non sono previsti obiettivi ambientali ai fini della valutazione della qualità dell'aria. Per tali inquinanti si rimanda alla apposita sezione all'interno del

paragrafo 13.7 “Valori di riferimento” e del paragrafo 1.6.2.4 “Tecniche di misura per inquinanti non contemplati nel D.Lgs.155/2010 e non normati”.

Tab 13.1 – Inquinanti per tipologia di opera

Tipologia opera	Macrotipologia	Principali Inquinanti ¹⁰	Inquinanti con Valore limite/obiettivo del D.Lgs. 155/2010
Opere stradali e ferroviarie	Opere civili lineari	- Precursori ozono: CO, NO_x, NMVOC - Gas serra: CO₂, CH₄, N₂O - Particolato (PM₁₀, PM_{2.5}) - Sostanze acidificanti: NH₃, SO₂ - Metalli pesanti: As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn - POPs¹¹, IPA¹²	CO, NO _x , NO ₂ , SO ₂ , C ₆ H ₆ , PM ₁₀ e PM _{2.5} , Pb, As, Ni, Cd, Benzo(a)pirene, O ₃
Interporti Porti Aeroporti Terminal marittimi	Opere civili areali	- Precursori ozono: CO, NO_x, NMVOC - Gas serra: CO₂, CH₄, N₂O - Particolato (PM₁₀, PM_{2.5}) - Sostanze acidificanti: SO_x - Idrocarburi	
Centrali termoelettriche Raffinerie e gassificazione Impianti chimici integrati Acciaierie Impianti nucleari Prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi in mare	Opere industriali puntuali/areali	- Precursori ozono: CO, NO_x, NMVOC - Gas serra: CO₂, CH₄, N₂O - Particolato (PM₁₀, PM_{2.5}) - Sostanze acidificanti: NH₃, SO₂, H₂S - Metalli pesanti: As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn - Idrocarburi	
Stoccaggio di gas in serbatoi sotterranei naturali. Stoccaggio prodotti chimici, gas naturali, prodotti petroliferi, liquidi e combustibili solidi.	Opere di stoccaggio puntuali/areali	Dipendono dalle sostanze stoccate	

13.5 Frequenza e durata dei monitoraggi

13.5.1 Parametri meteorologici

- La caratterizzazione meteorologica dell'area di studio richiede serie giornaliere sufficientemente lunghe e complete delle diverse grandezze meteorologiche (30 anni) utili al calcolo dei valori normali climatici necessari a definire il clima dell'area in esame. I criteri di calcolo sono forniti nel documento della WMO “*Guidelines on the Calculation of Climate Normals* - WMO-No. 1203” disponibile al link: <https://library.wmo.int/records/item/55797-wmo-guidelines-on-the-calculation-of-climate-normals>.
- Nel caso di misure meteorologiche necessarie ad alimentare modelli numerici per la stima delle concentrazioni in aria degli inquinanti, le campagne meteorologiche dovrebbero prevedere misure almeno giornaliere con una cadenza stagionale, per un periodo adeguatamente rappresentativo della caratterizzazione meteo climatica (almeno un anno solare).
- Nel caso della valutazione delle variazioni microclimatiche associate alla realizzazione dell'opera, sono richieste campagne di misura di almeno temperatura e umidità relativa, durante il periodo maggio-settembre, il periodo dell'anno più critico per gli impatti termici, con rilevamento suborario (ogni 10 o 30 min) e successiva aggregazione statistica a livello orario, giornaliero e mensile, da realizzarsi dopo ulteriori verifiche e controlli dei dati registrati.

13.5.2 Parametri chimico fisici (qualità dell'aria)

Secondo quanto riportato nel dettaglio al paragrafo 13.7 “Valori di riferimento” per i diversi inquinanti sono previsti i relativi limiti di legge, volti a individuare fenomeni di inquinamento di breve termine (base temporale: ora, giorno), di medio termine (anno), o entrambi. Pertanto, una volta individuati gli inquinanti critici, il

¹⁰ <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/emep-eea-guidebook-2023/>

¹¹ POPs: inquinanti organici persistenti

¹² IPA: idrocarburi policiclici aromatici: prevedere almeno il monitoraggio del contenuto totale in massa del benzo(a)pirene nel PM₁₀

monitoraggio dovrà essere pianificato in modo che le attività di raccolta dati garantiscano la numerosità minima da consentire il confronto con i limiti di legge.

A partire dall'entrata in vigore del decreto di recepimento della Direttiva 2024/2881 si farà riferimento ai limiti di legge e alla numerosità minima aggiornati indicati nello stesso Decreto.

Le tabelle 1 e 2 dell'All. I al D.Lgs. 155/2010 indicano che il monitoraggio della qualità dell'aria può essere effettuato attraverso misurazioni:

- in siti fissi: misurazioni dei livelli degli inquinanti effettuate in stazioni ubicate presso siti fissi, con campionamento continuo o discontinuo, eccettuate le misurazioni indicative;
- misurazioni indicative: misurazioni dei livelli degli inquinanti, basate su obiettivi di qualità meno severi di quelli previsti per le misurazioni in siti fissi, effettuate in stazioni ubicate presso siti fissi di campionamento o mediante stazioni di misurazione mobili.

Il D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. prevede inoltre l'utilizzo di modelli numerici e di metodi di stima obiettiva per la valutazione dei livelli, che possono essere utilizzati in via esclusiva soltanto nel caso in cui la zona di interesse sia stata classificata al di sotto della soglia di valutazione inferiore mentre, se i livelli degli inquinanti sono compresi tra le rispettive soglie di valutazione inferiore e superiore, le misurazioni in siti fissi sono obbligatorie e possono essere combinate con misurazioni indicative o tecniche di modellizzazione (D.Lgs. 155/2010, art.5 comma 3,4).

A partire dall'entrata in vigore del decreto di recepimento della Direttiva 2024/2881 si farà riferimento alle soglie di valutazione e ai criteri per l'uso della modellistica aggiornati indicati nello stesso Decreto.

Le tabelle riportate nell'Allegato I al D.Lgs 155/2010 riportano anche i criteri di incertezza, raccolta minima dei dati e periodo minimo di copertura, che devono essere rispettati per le misurazioni in siti fissi e per le misurazioni indicative. Il rispetto di tali criteri consente di poter confrontare i dati raccolti con i limiti di legge.

Nel caso di monitoraggio in continuo tramite strumentazione automatica, la copertura dati è generalmente garantita purché il periodo di monitoraggio sia esteso all'intero anno civile.

Nel caso di monitoraggio discontinuo, l'attendibilità della serie, e la sua validità nel confronto con i limiti, è vincolata alle modalità della raccolta dati.

Le differenti modalità di monitoraggio sono, secondo il decreto, subordinate allo stato della qualità dell'aria, valutato dalla Regione o Provincia autonoma. Le misurazioni in siti fissi sono da effettuarsi quando lo stato di qualità dell'aria risulti tale da essere a rischio superamento per uno o più inquinanti (>Soglia Valutazione Superiore, SVS). Le misurazioni indicative sono il minimo requisito tecnico da utilizzarsi quando i livelli degli inquinanti non sono a rischio superamento (<SVS).

A partire dall'entrata in vigore del decreto di recepimento della Direttiva 2024/2881 si farà riferimento alle soglie di valutazione e agli obblighi conseguenti aggiornati indicati nello stesso Decreto.

Tale tipo di criterio può essere applicato al monitoraggio da effettuare per l'opera/cantiere.

Pertanto, l'opportunità e la necessità di avere il monitoraggio continuo o discontinuo, dovrà essere valutata a seconda dei casi.

Il monitoraggio in continuo dovrebbe essere effettuato quando:

- l'entità delle emissioni prodotte dalle attività di realizzazione o dall'esercizio dell'opera sia tale da produrre un'alterazione significativa dello stato della qualità dell'aria AO (ad es. che apporti contributi tali da generare un rischio di superamento dei limiti); bisognerà fare riferimento al rischio di superamento dei nuovi limiti sia per la fase di esercizio che per la fase di cantiere, se si prevede che questa sia in corso a partire dal 1° gennaio 2027;
- quando lo stato della qualità dell'aria AO sia già a rischio superamento e l'opera/cantiere apporti contributi emissivi non trascurabili;
- l'irregolarità e la non prevedibilità delle emissioni generi livelli distribuiti in maniera casuale, tali da non consentire la predisposizione di una campagna di monitoraggio discontinua rappresentativa (es. impianti industriali che hanno una produzione legata ad una domanda variabile);

- quando da un preventivo confronto avviato con le autorità competenti in materia ambientale queste abbiano specificatamente prescritto l'utilizzo di una centralina fissa di monitoraggio.

Nel caso di monitoraggio discontinuo, si dovrà programmare la campagna di misura garantendo:

- l'uniformità della distribuzione nel tempo delle misure, in modo che esse siano rappresentative delle varie stagioni e almeno di un anno solare;
- il monitoraggio di periodi dell'anno significativi, se per esempio è noto un fenomeno di stagionalità per l'inquinante (come per il benzo(a)pirene);
- il monitoraggio in concomitanza delle situazioni più critiche, dovute a condizioni meteorologiche avverse per la dispersione degli inquinanti e/o situazioni emissive importanti connesse alle fasi di realizzazione (es. specifiche lavorazioni, movimentazione materiali e mezzi d'opera) o alle fasi di esercizio (es. picchi di traffico, specifiche condizioni di esercizio/gestione di impianti industriali) dell'opera.

In merito al monitoraggio discontinuo, inoltre, si può fare riferimento a quanto riportato in riferimento alle "piccole campagne di monitoraggio".

Le tabelle 1 e 2 dell'allegato 1 del D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. indicano i criteri per il monitoraggio tramite misure indicative. Tali criteri possono essere usati nella programmazione delle campagne di monitoraggio. A partire dall'entrata in vigore del decreto di recepimento della Direttiva 2024/2881 si farà riferimento ai criteri aggiornati indicati nello stesso Decreto.

13.6 Metodologie di riferimento/tecniche di misura

13.6.1 Parametri Meteorologici

I requisiti delle postazioni di rilevamento delle grandezze meteo climatiche, nonché le metodologie di misura, devono fare riferimento agli standard definiti dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (*"Guide to Instruments and Methods of Observation - Volume I – Measurement of Meteorological Variables"*, World Meteorological Organization, WMO-No. 8, disponibile al link: <https://library.wmo.int/records/item/68662-guide-to-instruments-and-methods-of-observation>).

13.6.2 Parametri chimico fisici (emissioni e qualità dell'aria)

Nei successi sottoparagrafi si trattano i metodi di riferimento e i requisiti per le misure di qualità dell'aria.

13.6.2.1 Qualità dell'aria

Nel caso in cui siano previste misure della qualità dell'aria che rispettino gli obiettivi di qualità dei dati richiesti per i siti fissi della rete di monitoraggio, queste dovranno essere effettuate secondo i metodi di riferimento o metodi equivalenti, valutati in termini di incertezza obiettivo, come previsto dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. (vedi Tabella 13.2 "Metodi di riferimento dei principali parametri chimici"). A partire dall'entrata in vigore del decreto di recepimento della Direttiva 2024/2881 si farà riferimento ai metodi eventualmente aggiornati indicati nello stesso Decreto.

Tab 13.2 – Metodi di riferimento dei principali parametri chimici

Parametri descrittivi	Metodi di riferimento
SO ₂	Allegato VI D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. N.B.: sarà sostituito e aggiornato con il recepimento della Direttiva 2024/2881
NO ₂	
NO _x	
Pb	
PM ₁₀	
PM _{2,5}	
C ₆ H ₆	
CO	

O ₃	
As	
Ni	
Cd	
Benzo(a) pyrene	
Hg	

13.6.2.2 Tecniche di misura operanti secondo i metodi di riferimento

Il monitoraggio secondo i metodi di riferimento avviene tipicamente in una centralina di misura dotata di sonde di campionamento e in grado di poter alloggiare al suo interno tutti gli strumenti richiesti, le apparecchiature, i necessari impianti elettrici e un sistema unico di acquisizione dei dati misurati dai vari strumenti. La centralina ha la possibilità di essere controllata da remoto, trasmettere i dati acquisiti verso una centrale di raccolta ed è progettata per avere un certo grado di automazione sui controlli diagnostici e di verifica periodica. È climatizzata per garantire la salvaguardia e l'efficienza delle apparecchiature e per limitare l'influenza sulla misura delle variazioni di temperatura.

Viene di seguito riportata una breve descrizione degli attuali metodi di riferimento (e dei metodi equivalenti per la misura di PM₁₀ e PM_{2,5}) e delle relative tecniche di misura degli inquinanti indicati nel D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.

La descrizione segue la suddivisione a seguire:

- Inquinanti gassosi;
- Particolato aerodisperso PM₁₀ e PM_{2,5};
- Speciazione chimica del particolato.

Inquinanti gassosi

Le misure degli inquinanti gassosi sono effettuate tramite strumenti automatici, in grado di operare per minimo due settimane senza intervento dell'operatore. Sono dotati di un sistema attivo di campionamento dell'aria, tipicamente tramite pompa.

Tali sistemi automatici sono certificati da enti competenti in conformità al rispettivo metodo normalizzato e alle norme EN15267-1 e EN15267-2 assicurando anche l'omogeneità costruttiva e il processo di gestione qualità del produttore.

Tipicamente la centralina è dotata di una sonda di campionamento che preleva dall'esterno l'aria necessaria alla misura di tutti gli inquinanti gassosi i cui analizzatori sono presenti in cabina, generando un flusso d'aria in eccesso dal quale ciascun analizzatore aspira il campione d'aria alla pressione atmosferica, attraverso un elemento di distribuzione comune. La sonda di prelievo per le misure degli inquinanti gasosi può anche essere progettata in modo tale che ogni strumento aspiri direttamente, alla testa della sonda, l'aria campione necessaria alla misura, attraverso più linee singole indipendenti collegate direttamente con l'esterno della cabina. Nel primo caso sono necessari controlli sull'influenza della misura in termini di pressione del sistema di aspirazione comune; nel secondo caso tali controlli non sono necessari. In entrambi i casi l'obiettivo principale è quello di far operare gli analizzatori a pressioni vicine a quella atmosferica e di minimizzare i tempi di residenza dei gas all'interno del sistema di campionamento composto da sonda di prelievo e tubi di campionamento esterno allo strumento al fine di evitare reazioni chimiche tra i vari inquinanti durante la fase di campionamento. Ciascun analizzatore dovrà essere dotato di un filtro di protezione dal particolato, di facile sostituzione.

Misura del Biossido di Zolfo (SO₂)

La misura del Biossido di Zolfo avviene in maniera continua senza interruzioni del campionamento e si basa sul principio della fluorescenza ultravioletta, come descritta dal metodo normalizzato nella UNI EN14212:2012. I tempi di risposta dell'analizzatore sono solitamente di poco superiori al minuto. Elementi fondamentali del principio di misura sono una lampada sorgente di UV, un rilevatore dell'intensità emessa dalla sorgente (fotodiodo), un relativo sistema di controllo e regolazione dell'energia della sorgente che deve risultare stabile e costante nel tempo, ed un rilevatore della reazione di fluorescenza emessa in seguito alla presenza di biossido

di zolfo, di solito costituito da un fotomoltiplicatore; altri elementi sono un sistema di rimozione degli idrocarburi dal campione, in quanto interferenti della misura e una pompa di aspirazione. Le misure orarie di SO₂ sono il risultato di una media tra diverse misure indipendenti effettuate in tale intervallo temporale.

Misura del Biossido di Azoto (NO₂)

La misura del Biossido di Azoto avviene in maniera continua senza interruzioni del campionamento e si basa sul principio della chemiluminescenza, in base al metodo normalizzato riportato nella UNI EN14211:2012. I tempi di risposta dell'analizzatore sono nell'ordine del minuto. Il principio di misura si basa sulla reazione tra il Monossido di Azoto (NO) presente nel campione e l'Ozono in eccesso generato e quindi immesso nella camera di reazione dello strumento. La reazione di chemiluminescenza è rilevata da un fotomoltiplicatore, di solito dotato di apposito sistema di raffreddamento, per stabilizzarne le sensibilità di risposta. La misura del Biossido di Azoto avviene alternando la misura del campione tal quale con la misura del campione in cui tutto il Biossido di Azoto è precedentemente convertito in Monossido di Azoto e dunque in grado di reagire all'Ozono e quindi di poter essere rilevato. Le due misure alternate, rappresentano il solo Monossido di Azoto (NO) presente nel campione e gli Ossidi di Azoto complessivi presenti nel campione (NO_x = NO + NO₂) rispettivamente. Per differenza tra le due misure viene ricavato l'NO₂. Elementi fondamentali del principio di misura sono dunque il convertitore dell'NO₂ in NO, la camera di reazione, il fotomoltiplicatore e relativo sistema di raffreddamento, il sistema di produzione dell'Ozono e relativo sistema di essiccazione dell'aria utilizzato, un sistema di essiccazione dell'aria campione, la pompa di aspirazione che può essere anche esterna allo strumento. Le misure orarie di NO₂, così come quelle di NO ed NO_x, sono il risultato di una media tra diverse misure indipendenti effettuate in tale intervallo temporale.

Misura del Monossido di Carbonio (CO)

La misura del Monossido di Carbonio avviene in maniera continua senza interruzioni del campionamento e si basa sul principio dell'assorbimento non distruttivo della radiazione infrarossa, secondo il metodo normalizzato riportato nella UNI EN14626:2012. I tempi di risposta dell'analizzatore sono nell'ordine del minuto o poco inferiori. Il principio di misura si basa sull'attenuazione della luce infrarossa emessa da una sorgente attraverso un percorso ottico di opportuna lunghezza, da parte delle molecole di CO presenti nel campione, secondo la legge di Lambert-Beer e rilevata da un apposito rilevatore. Gli analizzatori di CO operano utilizzando vari accorgimenti, come filtri ottici, filtri di correlazione gassosi, e rilevatori a doppia camera, per eliminare le interferenze alla misura generate da altri tipi di composti chimici presenti nel campione che assorbono la radiazione infrarossa; oltre a tali dispositivi, gli elementi fondamentali dello strumento sono dunque la sorgente, il rilevatore, la camera ottica e la pompa di aspirazione. Le misure orarie di CO sono dunque il risultato di una media tra diverse misure indipendenti effettuate in tale intervallo temporale.

Misura dell'Ozono (O₃)

La misura dell'Ozono avviene in continuo senza interruzioni del campionamento e si basa sul principio della fotometria ultravioletta, secondo il metodo normalizzato riportato nella UNI EN14625:2012. I tempi di risposta dell'analizzatore sono nell'ordine del minuto. Il principio di misura si basa sull'emissione di una luce monocromatica (di lunghezza d'onda intorno ai 253,7 nm) che attraversa una cella di opportuna lunghezza in cui è fatto fluire il campione d'aria; la radiazione UV viene rilevata da un apposito sensore (fotodiodo o fotomoltiplicatore). L'entità della radiazione assorbita è proporzionale alla concentrazione di Ozono secondo la legge di Lambert-Beer; ai fini dell'applicazione di tale legge fisico-chimica la misura del campione è alternata a misure di riferimento contenenti aria priva di Ozono rappresentative dell'intensità luminosa priva di attenuazione dovuta all'inquinante oggetto di analisi. Alcuni analizzatori sono costruiti con una doppia camera e un doppio rilevatore per effettuare una misura simultanea di aria campione e aria di riferimento. Elementi dei sistemi di misura automatica sono dunque la sorgente costituita da una lampada ai vapori di mercurio con apposito filtro ottico, il rilevatore, la camera ottica di misura, il sistema di commutazione tra le misure campione e di riferimento, il filtro di abbattimento dell'Ozono per l'aria di riferimento e la pompa di aspirazione. Le misure orarie di Ozono sono dunque il risultato di una media tra diverse misure indipendenti effettuate in tale intervallo temporale.

Si sottolinea che l'Ozono troposferico è considerato un inquinante secondario cioè non direttamente prodotto dall'attività antropica ma il suo eccessivo accumulo è il risultato di complesse interazioni con altri composti naturali e inquinanti. La misura nell'ambito della valutazione di impatto ambientale può talvolta essere utile per meglio caratterizzare la componente atmosfera oggetto di indagine.

Misura del Benzene (C₆H₆)

La misura del Benzene in aria ambiente avviene mediante il principio della gascromatografia; in particolare vengono usati sistemi che effettuano l'analisi, nonché il campionamento, in automatico secondo il metodo normalizzato riportato nella UNI EN14662-3:2015. In questo caso le misure seguono tipicamente cicli di circa 15 o 30 minuti; in tale intervallo temporale si alterna la fase di campionamento con quella di analisi, con la possibilità di una parziale sovrapposizione tra le due fasi. Il campionamento avviene tramite aspirazione del campione, a volume / portata controllati, che fluisce attraverso un tubo di adsorbimento (trappola) per permettere l'arricchimento dei composti di interesse al suo interno. Al termine del campionamento, avviene un desorbimento termico del campione arricchito e contestuale iniezione dello stesso nella colonna cromatografica tramite un gas inerte puro (azoto o idrogeno). La colonna cromatografica è costituita da un lungo tubo capillare in grado di rallentare selettivamente il passaggio dei vari composti presenti nel campione, separandoli dunque tra loro e differenziandone i tempi di uscita (tempo di ritenzione) e dunque permettendo in questo modo di distinguerli. All'uscita dei vari composti dalla colonna cromatografica, questi vengono misurati dal rilevatore operante secondo tecnica PID o FID. Con tali tecniche di misura è possibile rilevare una serie di composti organici volatili (COV); nelle applicazioni base per la misura di Benzene in aria ambiente, gli stessi strumenti sono in grado di misurare anche il Toluene, l'Etilbenzene e gli Xileni.

La tecnica PID (*Photo Ionization Detector*) consiste nel rilevamento dei composti organici una volta ionizzati attraverso una lampada UV in grado di emettere un'energia di 10,6 eV utile per ionizzare i composti di interesse. Gli analizzatori operanti secondo tale tecnica sono soggetti a necessità di frequenti regolazioni strumentali per il decadimento dell'efficienza della lampada ionizzante nel tempo, inoltre su campi di misura ampi possono avere un comportamento non lineare.

La tecnica FID (*Flame Ionization Detector*) consiste nel rilevamento dei composti organici una volta ionizzati attraverso una fiamma alimentata da idrogeno e aria comburente. Gli analizzatori operanti secondo tale tecnica hanno una risposta molto lineare su un ampio campo di misura e molto stabile nel tempo, necessitano tuttavia oltre che di un sistema di fornitura del gas di trasporto (comune alla gascromatografia PID) anche di sistemi per la fornitura di idrogeno e di aria comburente purificata.

Le misure di Benzene ottenute attraverso tali tecniche sono il risultato di una media tra i risultati dei diversi cicli di misura effettuati nell'intervallo temporale di interesse.

Misura del mercurio gassoso totale (TMG-Hg)

La misura del mercurio gassoso può avvenire attraverso strumenti automatici che operano in continuo senza interruzioni del campionamento, o su brevi cicli di campionamento e misura; si basa sul principio della spettrometria ad assorbimento atomico o spettrometria di fluorescenza atomica, secondo il metodo normalizzato riportato nella UNI EN15852:2010 (D.Lgs.250/2012)

Uno degli aspetti fondamentali della tecnica di misura è quello di ottimizzare la selettività del metodo.

Tra la strumentazione più usata nell'ambito della qualità dell'aria si annovera quella operante tramite la tecnica della spettrometria ad assorbimento atomico (AAS) con correzione basata sull'effetto Zeeman e tramite la tecnica della spettrometria di fluorescenza atomica a vapori freddi (CVAFS).

I sistemi operanti in base alla spettrometria ad assorbimento atomico (AAS) con correzione basata sull'effetto Zeeman effettuano una misura diretta e in continuo; riescono ad ottenere il massimo della sensibilità e selettività con una camera di misura ottimizzata per garantire un'adeguata lunghezza del cammino ottico e con l'applicazione di un campo magnetico che permette di distinguere lo spettro generato in base alla differente polarizzazione, al fine di differenziare il mercurio dai vari interferenti.

I sistemi operanti in base alla tecnica della spettrometria di fluorescenza atomica a vapori freddi (CVAFS) operano per cicli, mediante una trappola di arricchimento in oro attraverso la quale avviene il campionamento di un volume noto di aria e successivo desorbimento termico; dopo il desorbimento il campione viene inviato al rilevatore attraverso un gas di trasporto inerte come ad esempio l'argon puro. Gli accorgimenti per migliorare la selettività sono l'utilizzo di una doppia trappola sequenziale e l'ottimizzazione della regolazione delle rispettive temperature di adsorbimento.

Si sottolinea che per il mercurio gassoso non sono previsti obiettivi ambientali ai fini della valutazione della qualità dell'aria.

Particolato aerodisperso PM₁₀ e PM_{2,5}

Il metodo di riferimento per la misura di PM₁₀ e PM_{2,5} è il metodo gravimetrico EN12341 2023 nella versione del 2023 secondo la nuova direttiva 2881/2024 attualmente in corso di recepimento (il D.M.26/01/2017 di modifica del D.Lgs.155/2010 fa riferimento alla versione UNI EN 12341:2014).

Le misure con tale metodo prevedono un campionamento dell'aria ambiente per 24 ore consecutive attraverso un materiale filtrante (filtro circolare diametro 47 mm su cui si accumula il particolato). Il campionamento avviene a flusso di aspirazione strettamente controllato tramite l'utilizzo di campionatori sequenziali in grado di procedere autonomamente alla sostituzione dei supporti filtranti durante i vari cicli giornalieri di campionamento. I campionatori devono essere in grado di mantenere il flusso costante alla testa di campionamento al variare delle condizioni ambientali e di registrare il volume di aria campionata nelle 24 ore.

I campionatori possono essere alloggiati in una centralina di misura o possono essere installati direttamente all'esterno opportunamente protetti dalla pioggia e dalle variazioni di temperatura.

La sonda di campionamento deve essere dedicata e presenta all'estremità di ingresso una testa dotata di separatore di tipo inerziale in grado di effettuare un taglio granulometrico separando dal flusso di aspirazione le particelle maggiori di 10 µm nel caso di misura del PM₁₀ e maggiori di 2,5 µm nel caso di misura del PM_{2,5}. Esistono apparecchi in grado di effettuare un campionamento in simultanea su due linee di campionamento totalmente indipendenti tra loro (una destinata al PM₁₀ e una destinata al PM_{2,5}).

Una volta effettuato il campionamento, i filtri contenenti il campione di polvere vengono condizionati e pesati in un'apposita stanza climatizzata. Il peso del particolato accumulato si ricava per differenza di peso del filtro prima e dopo il campionamento; in entrambe le fasi di pesata il filtro deve essere condizionato per 48 ore a temperatura e umidità controllate. La concentrazione si ricava dividendo il peso del particolato per il volume campionato nelle 24 ore di campionamento e registrato dal campionatore.

In tal modo è possibile ottenere misure giornaliere di PM₁₀ e PM_{2,5} rapportabili ai limiti giornalieri previsti dal D.Lgs.155/2010.

Metodi equivalenti per la misura del particolato aerodisperso PM₁₀ e PM_{2,5}

Il D.Lgs.155/2010 e s.m.i. prevede la possibilità di utilizzo di metodi equivalenti ai metodi di riferimento in relazione agli obiettivi di qualità dei dati, qualora l'equivalenza sia dimostrata in particolare rispetto all'incertezza del metodo.

L'equivalenza dei sistemi di misura automatici per PM₁₀ e PM_{2,5} va dimostrata e successivamente verificata nel tempo in base a quanto riportato nel capitolo 9 del documento della Commissione europea: *"Guide to the Demonstration of Equivalence of Ambient Air monitoring Methods, version January 2010"*; la certificazione di equivalenza e di conformità costruttiva avviene in base alla EN 16450:2017.

Per le misure di particolato PM₁₀ e PM_{2,5} l'impiego di metodi equivalenti è particolarmente diffuso nelle reti di monitoraggio ufficiali, ovvero nei siti fissi di misura, anche perché a differenza del metodo di riferimento, la misura tramite tecniche equivalenti è del tutto automatizzata e consente tempi di risposta, o meglio di restituzione dei dati, con al massimo qualche ora di ritardo rispetto al termine del campionamento. Nei siti fissi di misura tali strumenti sono installati nelle centraline di misura e sono dotati di linee di campionamento dedicate. Anche per i sistemi di misura automatici di PM₁₀ e PM_{2,5} è possibile reperire strumentazione in grado di funzionare in configurazione "stand alone" ovvero riposta in contenitori stagni e ventilati o climatizzati.

Inoltre, anche se la prova di equivalenza avviene su misure di 24 ore così come sono previste dal metodo di riferimento, e dunque risultano certificate equivalenti solo le misure ricavate su tale intervallo temporale, alcune tecniche equivalenti consentono una risoluzione temporale oraria o addirittura istantanea, consentendo di caratterizzare meglio la qualità dell'aria in occasione di eventi temporanei.

Le principali tecniche di misura equivalenti si basano sui principi della attenuazione della radiazione beta, della microbilancia vibrazionale e su metodi ottici evoluzione del principio della nefelometria ortogonale.

Le misure basate sul principio della attenuazione della radiazione beta, hanno un carattere integrale, ovvero la misura avviene sulla quantità di polvere accumulata durante un periodo di campionamento. Intervalli di tempo su cui avviene il campionamento e dunque la misura possono andare dall'ora alle 24 ore.

Le misure effettuate in base al principio della microbilancia vibrazionale, sono anche esse di tipo integrale ma hanno frequenza di risposta inferiore all'ora e prevedono l'alternanza di cicli di misura e riferimento.

Gli strumenti operanti secondo i metodi ottici effettuano invece una misura praticamente istantanea, alcuni di questi operando in modalità conta particelle, sono in grado di effettuare la misura di più frazioni di particolato, tra cui il PM₁₀ e PM_{2,5} a partire da un'unica linea di campionamento comune.

Speciazione chimica del particolato

Arsenico, cadmio, piombo e nichel:

Il metodo di riferimento per il campionamento dell'arsenico, del cadmio, del piombo e del nichel nell'aria ambiente opera in conformità alla UNI EN 12341:2023 utilizzando campionatori sequenziali dotati di testa di prelievo PM₁₀ e usando filtri in fibra di quarzo o PTFE (es. Ø 47 mm). Il tempo di campionamento a flusso controllato deve essere di 24 ore.

Il metodo di riferimento per la loro misurazione nell'aria ambiente è quello descritto nella norma EN 14902:2005. Questo metodo prevede la preparazione del campione attraverso mineralizzazione utilizzando esclusivamente una miscela di HNO₃ e H₂O₂ in rapporto 8:2 (v/v) in sistema chiuso a microonde per garantire la completa digestione della frazione metallica. Il recupero dei metalli deve essere determinato mediante tecnica analitica ICP-MS (metodo preferenziale per linearità e limiti di rilevabilità) o, in alternativa, mediante tecnica analitica GFAAS (Assorbimento Atomico con fornello di grafite). È necessario verificare il recupero mediante l'uso di materiali di riferimento certificati (CRM) e bianchi di campo per ogni lotto di analisi, mantenendo i criteri di incertezza previsti dalle norme europee.

Benzo(a)pirene:

Il metodo di riferimento per il campionamento del benzo(a)pirene nell'aria ambiente opera in conformità alla UNI EN 12341:2023 utilizzando campionatori sequenziali dotati di testa di prelievo PM₁₀ e usando filtri in fibra di vetro o PTFE (es. Ø 47 mm). Il tempo di campionamento a flusso controllato deve essere di 24 ore.

Il metodo di riferimento per la loro misurazione nell'aria ambiente è quello descritto nella norma EN 15549:2008. Per la fase di estrazione è possibile procedere mediante Soxhlet (reflusso continuo), ASE (solvente pressurizzato), ultrasuoni o microonde (MAE), previa addizione dello standard interno marcato sul filtro. L'estrazione deve garantire il recupero quantitativo dell'analita minimizzando la degradazione termica e fotochimica. Gli estratti ottenuti vanno concentrati sotto flusso di azoto o rotavapor e analizzati mediante GC-MS o HPLC-FLD. La validazione del metodo deve confermare l'efficienza di estrazione per la tecnica scelta rispetto ai limiti di rilevabilità normativi. È fondamentale mantenere rigorosamente l'oscuramento dei campioni durante ogni fase del workflow analitico per prevenire perdite per fotolisi.

13.6.2.3 Misure indicative per inquinanti gassosi, PM₁₀ e PM_{2,5}

Nel caso in cui, in base a quanto riportato nel paragrafo 13.3 del presente capitolo, siano ammesse misure con sistemi la cui incertezza può rientrare nell'incertezza obiettivo prevista per le misure indicative (D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.), potranno essere ammesse misure in continuo con strumenti, sistemi e sensori la cui classe di incertezza deve essere certificata da un ente competente ai sensi della UNI /CEN TS 17660-1:2022 o della UNI/CEN TS17660-2:2025.

13.6.2.4 Tecniche di misura per inquinanti non contemplati nel D.Lgs.155/2010 e non normati.

Come emerge dal confronto tra gli inquinanti potenzialmente emessi e gli inquinanti normati (terza e quarta colonna della tabella 13.1) vi sono una serie di inquinanti e composti chimici non contemplati nel D.Lgs.155/2010 ma di rilevanza per la realizzazione e l'esercizio di opere civili e industriali soggette a valutazione di impatto ambientale.

Si riporta una breve cenno delle tecniche di misura in aria ambiente dei principali composti chimici emessi, non riportati nei precedenti punti:

Misura del Biossido di Carbonio (CO₂)

La misura in aria ambiente può essere effettuata con strumenti che operano in continuo con una tecnica del tutto simile a quella usata per la CO, ovvero mediante il principio di misura dell'assorbimento non distruttivo della radiazione infrarossa.

Un'altra tecnica usata è quella della spettroscopia laser in cavità ottica: *Cavity Ring-Down Spectroscopy* (CRDS)

Misura dell'Ammoniaca (NH₃)

La misura in aria ambiente di NH₃ può essere effettuata secondo il principio della chemiluminescenza in analogia a quanto visto per la misura di NO, NO_x, NO₂ : in questo caso anche l'NH₃ deve essere convertito termicamente in NO; pertanto, strumenti operanti con questa tecnica effettuano misure cicliche di NO, NO_x (inteso come somma di NO ed NO₂) e composti azotati totali Nt (come somma di NO, NO₂ ed NH₃) alternando tre differenti cicli di misura; la misura di NH₃ avviene per differenza tra le misure di NO_x e Nt.

Anche per l'ammoniaca esistono strumenti in grado di effettuare una misura diretta attraverso la tecnica della spettroscopia laser in cavità ottica: *Cavity Ring-Down Spectroscopy* (CRDS).

Qualora sia utile una misura integrale a lungo termine di ammoniaca ai fini della caratterizzazione dell'area in esame è possibile utilizzare la tecnica dell'assorbimento su campionatori passivi; tale tecnica è normata dalla UNI EN ISO 17346:2020.

Misura dell'idrogeno solforato (H₂S)

L'idrogeno solforato in aria ambiente può essere misurato tramite il principio della fluorescenza ultravioletta una volta trasformato, attraverso un convertitore catalitico, in SO₂.

La misura di H₂S può avvenire in continuo utilizzando un filtro selettivo per la rimozione dell'SO₂ dal campione prima dell'ingresso nel convertitore, oppure alternando cicli di misura di SO₂ diretta a cicli in cui il campione subisce la trasformazione dell'H₂S in SO₂; in tal caso la misura dell'H₂S avverrà per differenza tra le concentrazioni rilevate nei due cicli.

Misura di Metano e Idrocarburi

La misura di una vasta gamma di idrocarburi può essere effettuata nella sua totalità attraverso la tecnica del rilevatore FID (*Flame Ionization Detector*) già descritto per la misura del benzene. Alcune tipologie di strumenti sono in grado di separare le misure del metano (CH₄) e degli idrocarburi non metanici (NMHC). La strumentazione operante tramite questa tecnica necessita di un'aria di servizio purificata e idrogeno per la combustione della fiamma e in alcuni casi di un ulteriore gas di trasporto quale l'azoto.

13.6.2.5 Requisiti per le misure di qualità dell'aria

Qualora, in base a valutazioni derivanti da quanto riportato nel paragrafo 13.3 "Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio" del presente capitolo, si renda necessario eseguire campagne di misura mediante sistemi che utilizzano metodi di riferimento o metodi equivalenti (valutati in termini di incertezza obiettivo, come previsto dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.), analogamente a quanto previsto per sistemi operanti nei siti fissi della rete di monitoraggio, dovranno essere pianificate specifiche attività volte a garantire l'assicurazione della qualità delle misure effettuate.

In particolare, è essenziale che i sistemi di misura impiegati mantengano nel tempo un'incertezza conforme ai limiti stabiliti dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. (e futuri decreti attuativi della nuova direttiva UE 2024/2881), assicurando al contempo l'accuratezza delle misurazioni e la loro comparabilità con i dati della rete ufficiale.

A tal fine, saranno previste attività preliminari all'avvio della campagna e controlli periodici durante il suo svolgimento, con frequenza adeguata.

Sistemi di misura di CO, SO₂, NO, NO_x, NO₂, O₃

Saranno previste almeno le seguenti attività preliminari e periodiche in base a quanto specificato dal paragrafo 3.1.2 del D.M. 30 marzo 2017 per:

- taratura;
- controlli periodici sulla deriva strumentale;
- verifica di mancato adattamento alla linearità (*lack of fit*);
- verifica dell'efficienza del convertitore per la misura dell'NO₂.

Andranno rispettati i criteri di azione, le azioni correttive e le frequenze riportate al paragrafo 3.1.2.11 del D.M. 30 marzo 2017.

In alternativa tali attività di controllo qualità andranno svolte nelle modalità previste dagli standard europei sui metodi di riferimento di CO, SO₂, NO₂, O₃ (riferimento par.13.6.2.2) così come citati nella normativa qualità dell'aria in vigore al momento delle prescrizioni.

Per le tarature si raccomanda l'uso di miscele di gas riferibili ai Sistemi Internazionali di misura.

Sistemi di misura automatici di Benzene

Saranno previsti almeno le seguenti attività:

Attività preliminari:

- verifica di mancato adattamento alla linearità (*lack of fit*), nelle modalità previste al paragrafo 3.2.2.3 del D.M. 30 marzo 2017;
- taratura nelle modalità previste al paragrafo 3.2.2.3 del D.M. 30 marzo 2017 e contestuale determinazione dello scarto tipo di ripetibilità ad un valore di concentrazione almeno pari al valore limite del benzene.

Attività periodiche:

- taratura con cadenza almeno annuale nelle modalità previste al paragrafo 3.2.2.3 del D.M. 30 marzo 2017 e contestuale determinazione dello scarto tipo di ripetibilità ad un valore di concentrazione almeno pari al valore limite del benzene;
- controlli periodici sulla deriva strumentale ad un livello di concentrazione almeno pari al limite di legge, nella modalità prevista al paragrafo 3.2.2.2 del D.M. 30 marzo 2017 e con la frequenza prevista al paragrafo 3.2.2.9 del D.M. 30 marzo 2017;
- andranno rispettati i criteri di azione e le azioni correttive riportate al paragrafo 3.2.2.9 del D.M. 30 marzo 2017.

In alternativa, le attività iniziali e periodiche di cui sopra potranno essere svolte nelle modalità previste dal capitolo 9 della norma EN14662-3:2015.

Per le tarature si raccomanda l'uso di miscele di gas riferibili ai Sistemi Internazionali di misura.

Misura della concentrazione di PM₁₀ e PM_{2,5} attraverso il metodo di riferimento gravimetrico

- andranno effettuate attività preliminari e controlli periodici in base quanto previsto al paragrafo 3.3 del D.M. 30 marzo 2017 ed in particolare con la frequenza e i criteri di azione previsti al paragrafo 3.3.3.12.

In alternativa, le suddette attività preliminari e controlli periodici andranno effettuate come indicato nella versione della norma EN12341 citata nella normativa di qualità dell'aria in corso di validità.

Misura della concentrazione di PM₁₀ e PM_{2,5} attraverso gli strumenti di misura automatici

- andranno previsti controlli periodici in base quanto indicato al paragrafo 3.4.2 del D.M. 30 marzo 2017, con la frequenza e i criteri di azione previsti al sottoparagrafo 3.4.2.15.

In alternativa andranno previsti controlli come riportato al capitolo 8.4 della norma EN16450:2017.

Dimostrazioni di equivalenza:

Nel caso si utilizzino sistemi di misura operanti con metodi equivalenti ai metodi di riferimento in termini di incertezza obiettivo, si richiede per il sistema di misura un certificato di equivalenza almeno conforme alla "Guide to the demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods, version January 2010" rilasciato da un ente competente.

Registrazione dei dati

Per la registrazione dei dati misurati in continuo si applica quanto indicato nei paragrafi 3.1.2.7, 3.2.2.5, 3.4.2.11 del D.M. 30 marzo 2017.

Inoltre, si raccomanda l'utilizzo di sistemi di trasmissione e acquisizione dei dati che garantiscano la tracciabilità e l'integrità dei dati misurati.

13.7 Valori di riferimento

Il D.Lgs 155/2010 e s.m.i.¹³ stabilisce:

- i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM₁₀ (All. XI);
- i livelli critici per la protezione della vegetazione per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e ossidi di azoto (All. XI);
- i livelli di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto (All. XII);
- il valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM_{2,5} (All. XIV);
- i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene (All. XIII).

Si ricorda che lo scopo del D.Lgs 155/2010 e s.m.i. è la gestione della qualità dell'aria ambiente a opera delle regioni e province autonome. Pertanto, i criteri delle modalità di monitoraggio e l'applicazione dei limiti di legge, risponde alle esigenze di una gestione con orizzonti temporali e ambiti territoriali a volte diversi (generalmente più ampi) da quelli che si devono considerare per la realizzazione di un'opera soggetta a VIA. Tuttavia, le indicazioni fornite dal decreto, costituiscono una guida su cui basare le attività di monitoraggio e di successiva valutazione dello stato della qualità dell'aria.

Gli inquinanti per i quali risultano definiti valori soglia (valore limite, valore obiettivo, livelli di allarme, livelli critici) sono, in prima battuta, gli inquinanti di riferimento, per i quali dovrà essere effettuata la valutazione dei livelli di concentrazione degli inquinanti, emessi in fase di cantiere durante la realizzazione dell'opera e dall'opera in fase di esercizio.

Tale confronto è limitato ovviamente all'insieme degli inquinanti che nello SIA sono stati valutati come critici e per i quali il PMA conseguentemente avrà previsto la necessità di un monitoraggio.

I limiti normativi hanno generalmente come orizzonte temporale l'anno civile, sia che vengano utilizzati per il monitoraggio di fenomeni di inquinamento di breve termine (SO₂, CO), di medio termine (PM_{2,5}, benzene, arsenico, cadmio, nichel, piombo, benzo(a)pirene) che entrambi (PM₁₀, NO₂). Si fa presente che nella nuova direttiva è previsto un valore limite giornaliero anche per il PM_{2,5} oltre a soglie di informazione e di allarme per PM₁₀ e NO₂.

Questo porta a dover definire diverse modalità di monitoraggio (durata del monitoraggio, frequenza di campionamento) in funzione dell'inquinante di cui valutare i livelli.

In particolare, a fini esplicativi si riportano alcune considerazioni per il PM₁₀, NO₂ e metalli pesanti circa il confronto tra i risultati ottenuti dalle campagne di monitoraggio con i valori limite/obiettivo. Occorre tenere conto anche del fatto che per As, Cd, Ni e B(a)P non saranno più in vigore valori obiettivo, ma valori limite.

PM₁₀

Nel caso sia atteso che l'opera apporti un significativo aumento dei livelli di PM₁₀, il monitoraggio dovrà essere predisposto per garantire la verifica del valore limite annuale e del valore limite giornaliero. Questo deve permettere la raccolta dei dati almeno al dettaglio del valore medio giornaliero. Ipotizzando un monitoraggio in continuo per l'intero anno civile, il confronto dei dati con il valore limite è di immediata risoluzione, effettuando il conteggio dei dati giornalieri sopra soglia e il calcolo del valore medio annuale. Nel caso in cui siano previste campagne di monitoraggio discontinue si richiama quanto previsto dalla nota 1 Tab. 1 All. 1 D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.¹⁴

¹³ Decreto legislativo 13 agosto 2010 n.155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".

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".

¹⁴ Per il benzene, il piombo e il particolato è possibile applicare misurazioni discontinue invece delle misurazioni in continuo. A tal fine, le misurazioni discontinue devono essere equamente distribuite nel corso dell'anno per evitare di falsare i risultati e si

È da sottolineare che il monitoraggio potrebbe essere svolto più convenientemente raccogliendo i dati almeno al dettaglio di valore medio orario. In questo modo è possibile calcolare i valori medi giornalieri e il valore medio annuale per effettuare il confronto con i valori limite, mentre il dettaglio orario consente di analizzare i livelli di PM₁₀ insieme all'evoluzione giornaliera delle emissioni e delle condizioni meteorologiche/micrometeorologiche.

Nel caso si effettuino dei monitoraggi discontinui, il conteggio dei superamenti è sostituito dal calcolo del percentile corrispondente al numero di superamenti ammesso più uno. In questo caso si tratta di confrontare il 90,4° percentile con il valore di 50 µg/m³: il valore limite è rispettato se il 90,4° percentile è minore o uguale a 50 µg/m³ e superato se maggiore.

Il valore medio annuale potrà invece essere calcolato come media dei dati raccolti, qualora le misurazioni discontinue siano equamente distribuite nel corso dell'anno.

NO₂

Un approccio analogo a quello applicato al PM₁₀ può essere applicato anche per all'NO₂. In questo caso, il monitoraggio deve essere eseguito raccogliendo i dati almeno al dettaglio orario. Ipotizzando un monitoraggio in continuo per l'intero anno civile, il confronto con i valori limite si ha con il conteggio dei dati orari sopra soglia e il calcolo del valore medio annuale.

Metalli pesanti

Nel caso sia previsto che l'opera apporti un significativo aumento dei livelli di As, Cd, Ni e Pb il monitoraggio dovrà essere predisposto per garantire la verifica del valore obiettivo annuale per As, Cd e Ni e il valore limite annuale per il Pb.

Il monitoraggio in continuo permette un immediato confronto dei dati con i valori limite/obiettivo.

Per il Pb, la raccolta minima dei dati dovrà essere pari al 90% per le misurazioni in continuo in siti fissi o comunque rispettare quanto previsto dalla citata nota 1 tab. 1 all.1 D.Lgs 155/2010.

Per As, Ni, Cd dovranno essere rispettati gli obiettivi di qualità previsti per le misurazioni in siti fissi o per quelle indicative riportate in tab. 2 del medesimo allegato 1.

A partire dall'entrata in vigore del decreto di recepimento della Direttiva 2024/2881 si farà riferimento ai nuovi valori limite e relativi percentili da utilizzare per la verifica del rispetto dei valori limite a breve termine in caso di misure discontinue.

Valutazione dei livelli medi annuali.

Qualora dalle analisi e dalle valutazioni condotte nel SIA risultasse necessario valutare per alcuni inquinanti, come ad es. l'NO₂, i soli livelli medi annuali in assenza di fenomeni di inquinamento acuti, il monitoraggio potrà mirare alla raccolta di dati sufficienti alla valutazione del livello medio annuale, escludendo i dati di dettaglio maggiore, ovvero nell'esempio dell'NO₂, i dati orari.

Se è atteso che i livelli medi annuali non risultino a rischio superamento del relativo obiettivo ambientale (es. con valori al di sotto della SVS) e se è garantita la rappresentatività della misura per la valutazione del fenomeno analizzato, si può prevedere di effettuare il monitoraggio tramite campionatori passivi. Affinché tale strumentazione possa essere utilizzata, la campagna di misura dovrà rispondere ai requisiti di incertezza riportati nelle tabelle indicate nell'Allegato 1, oltre che ai requisiti sulla copertura temporale. Tale situazione si potrebbe avere, ad esempio, nelle valutazioni AO, CO e PO lungo un tracciato stradale per inquinanti quali: NO₂, C₆H₆.

Valutazione dei livelli tramite piccole campagne di monitoraggio (limitate nel tempo e nello spazio)

In alcuni casi e dietro specifiche ipotesi (principalmente connesse alla sussistenza di impatti poco significativi e qualora la qualità dell'aria ambiente non presenti già condizioni critiche), è possibile utilizzare una campagna

deve dimostrare che l'incertezza risponde all'obiettivo di qualità del 25% e che il periodo di copertura rimane superiore al periodo minimo di copertura previsto per le misurazioni indicative. L'incertezza dovuta alle misurazioni discontinue può essere determinata secondo le procedure stabilite nella norma ISO 11222:2002 «Qualità dell'aria - Determinazione dell'incertezza della media temporanea delle misure di qualità dell'aria». Se le misurazioni discontinue sono utilizzate per valutare il rispetto del valore limite del PM₁₀, occorre valutare il 90,4 percentile (che deve essere inferiore o uguale a 50 µg/m³) anziché il numero di superamenti, il quale è fortemente influenzato dalla copertura dei dati.

di monitoraggio limitata nel tempo e nello spazio che permetta di trarre conclusioni generali da estendere all'area interessata dall'opera. Tale procedura può essere utilizzata in tutte e tre le fasi, sebbene il suo impiego più conveniente risulti nelle fasi del PO. Ciò non toglie che tale modalità possa essere utilizzata anche nell'AO, e, quando la natura del cantiere lo consenta, in CO.

Tale tipologia di analisi può essere utilizzata per la valutazione dei livelli misurati nel confronto con valori limite (o soglia in generale) basati su valori medi annui.

Non è invece adatta per il confronto con valori limite basati su superamenti di soglie orarie o giornaliere.

Requisito essenziale per il buon esito del monitoraggio è la conoscenza accurata della meteorologia e, se necessario, della micrometeorologia dell'area.

Altrettanto essenziale è l'assenza di fenomeni apprezzabili di inquinamento connesso a pressioni ambientali diverse dall'opera. Ciò consente di ottenere una buona leggibilità dei dati di simulazione e di misura permettendo di valutare i risultati e di evidenziare eventuali scostamenti dei risultati ottenuti dal monitoraggio da quanto atteso dal modello teorico generalmente utilizzato nello SIA. Nel caso di cambiamenti significativi del contesto non si effettueranno queste tipologie di campagne. L'assenza di "disturbi" è alla base dell'applicazione di questa tecnica.

Inoltre, l'entità attesa dell'inquinamento deve essere modesta, ma quantificabile rispetto ai livelli di base dell'area, in modo da non determinare un cambiamento significativo nei livelli di inquinamento (ad es. non dovrebbe far mutare lo stato di valutazione dell'area ai sensi del D.Lgs. 155/2010).

La disponibilità di simulazioni modellistiche consolidate sull'area è un altro elemento fondamentale per la programmazione della campagna e per la sua buona riuscita.

Infine, la presenza di stazioni di monitoraggio rappresentative dell'area afferenti alle reti di monitoraggio già esistenti, o di riferimento per essa, è un ulteriore elemento utile alla corretta programmazione ed attuazione del monitoraggio.

Considerata quindi l'opera e l'area interessata, se il quadro meteorologico e modellistico permettono di conoscere le aree di impatto delle emissioni, sarà possibile individuare delle zone adeguate, ad es. tra quelle di massima ricaduta, in cui poter effettuare il monitoraggio.

Inoltre, sarà possibile individuare quale è o quali sono i periodi dell'anno per cui le condizioni emissive e le condizioni meteorologiche generano la situazione più critica per i livelli degli inquinanti al suolo.

Individuate quindi le modalità di monitoraggio (dove e quando), la misurazione dei livelli al suolo fornirà le stime dei livelli degli inquinanti da confrontare con i valori attesi. Nel caso in cui i dati siano in accordo con le previsioni modellistiche riportate nello SIA o risultino inferiori ad esse, si possono escludere criticità per l'opera in esame, estendendo l'esito del monitoraggio a tutta l'area e al periodo di interesse (in questo caso l'anno, ma dietro specifiche ipotesi anche per l'intera durata della vita dell'opera).

Tale approccio può essere utilizzato per la valutazione su più anni, ripetendo nei periodi analoghi dell'anno la campagna di monitoraggio. Questo può risultare utile quando è previsto che l'opera entri a regime progressivamente e in un orizzonte temporale di più anni. In tal modo si potrà monitorare l'evoluzione dello stato della qualità dell'aria in riferimento al progressivo incremento delle emissioni, con strumenti relativamente semplici e con un impegno limitato di risorse.

Tale tecnica di monitoraggio può essere efficacemente utilizzata inoltre per i monitoraggi a sentinella dei recettori sensibili.

Inquinanti privi di obiettivo ambientale ai sensi della normativa vigente

Come già accennato nel precedente paragrafo 13.6.2.4 "Tecniche di misura per inquinanti non contemplati nel D.Lgs.155/2010 e non normati." nel PMA è necessario tenere conto delle criticità che possono emergere dalla presenza di emissioni di inquinanti riferibili all'opera, sia in fase di realizzazione sia in fase di esercizio, i cui limiti non sono disciplinati dal D.Lgs 155/2010, né saranno disciplinati dal decreto di recepimento della Direttiva 2024/2881.

Come lista di riferimento si possono considerare gli inquinanti elencati nell'allegato I parte V del D.Lgs 152/2006 e s.m.i.:

Tab. A1 - Sostanze ritenute cancerogene e/o tossiche per la riproduzione e/o mutagene;

Tab. A2 - Sostanze di tossicità e cumulabilità particolarmente elevate;

Tab. B - Sostanze inorganiche che si presentano prevalentemente sotto forma di polvere;

Tab. C - Sostanze inorganiche che si presentano prevalentemente sotto forma di gas o vapore;

Tab. D - Composti organici sotto forma di gas, vapori o polveri.

In tale elenco sono riportati anche la maggior parte degli inquinanti disciplinati dal D.lgs 155/2010. Il rimando alle citate tabelle ha lo scopo di fornire un utile di riferimento per la scelta degli inquinanti pertinenti per l'opera per cui non sono previsti limiti di legge per la qualità dell'aria.

Vale la pena osservare che nella nuova direttiva Europea, viene richiesto agli Stati membri di istituire un certo numero di "supersiti" ovvero dei punti di misura dove, accanto agli inquinanti monitorati di routine, si eseguano determinazioni della composizione chimica del particolato, della distribuzione dimensionale e della concentrazione in numero delle particelle ultrafini, del *black carbon*, del potenziale ossidativo del materiale particolato, della concentrazione di ammoniaca, di numerosi idrocarburi policiclici aromatici e metalli sia in aria che nelle deposizioni, del mercurio gassoso totale, e del mercurio divalente gassoso e nel particolato. L'introduzione della misura strutturata di nuovi parametri, implica che saranno definite le metriche e i metodi di misura armonizzati da utilizzare. Il proponente, consultandosi con gli enti/autorità competenti dovrà valutare, in funzione dell'opera, se predisporre campagne di monitoraggio per tali inquinanti e parametri, al fine di indirizzare le azioni di mitigazione, e ridurre al minimo i potenziali impatti sanitari delle diverse sostanze presenti in atmosfera.

Ulteriore condizione in cui si può verificare la valutazione di inquinanti privi di obiettivo ambientale, si può avere nel caso di particolari lavorazioni che coinvolgano matrici contaminate (radon, gas pericolosi, sostanze radioattive, amianto).

In tali casi si ritiene utile un preventivo confronto con gli enti/autorità competenti.

13.8 Dal monitoraggio alla verifica delle misure di mitigazione ed alla procedura operativa e gestionale

La finalità del presente paragrafo è quella di indirizzare la corretta stesura del PMA, sulla base delle indicazioni riportate nei paragrafi precedenti.

Riassumendo la verifica delle previsioni degli impatti ambientali contenute nello SIA e delle variazioni dello scenario di base, effettuata mediante la rilevazione dei parametri presi a riferimento per le diverse componenti ambientali soggette ad un impatto significativo derivante dell'attuazione dell'opera nelle sue diverse fasi (monitoraggio degli effetti ambientali in corso d'opera e post operam) consentirà di:

- a. verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste nello SIA per ridurre la significatività degli impatti ambientali individuati in fase di cantiere e di esercizio;
- b. individuare eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni contenute nello SIA e programmare le opportune misure correttive per la loro gestione/risoluzione;
- c. comunicare gli esiti delle attività di cui ai punti precedenti alle autorità preposte ad eventuali controlli e al pubblico.

Sulla base dei dati di monitoraggio il PMA dovrà contenere specifiche misure di mitigazioni operative, interventi ed ogni altra procedura operativa e gestionale utile per minimizzare gli impatti da lavorazioni con produzione di polveri e l'elenco delle azioni correttive da adottare nei casi di superamento.

Inoltre, il PMA dovrà specificare come il monitoraggio della qualità dell'aria, attraverso l'utilizzo di una centralina di rilevamento dotata di strumentazione per la misurazione di parametri chimici e meteorologici, dovrà essere di riferimento per le misure, gli interventi e le azioni contenute nel Piano ambientale di cantierizzazione (PAC) che verranno eseguite durante i lavori di costruzione, con la finalità di minimizzare gli impatti da lavorazioni che prevedano la produzione di polveri.

Riguardo agli impatti e, conseguentemente, alle mitigazioni da mettere in atto in fase di esercizio, va precisato che ai fini della protezione della salute umana non basta limitarsi a verificare che i limiti vigenti non vengano superati, anche perché, in fase di esercizio, potrebbero verificarsi eventuali imprevisti scostamenti da quanto evidenziato dalle simulazioni modellistiche condotte in fase progettuale, che possono essere evidenziati solo con il monitoraggio, permettendo di correggere/integrare le azioni di mitigazione già previste.

Inoltre, per le opere la cui realizzazione è prevista sul lungo termine, risulta necessario tenere conto dell'evoluzione urbanistica/produttiva dell'area interessata che potrebbe non essere stata prevista in fase progettuale. Tale situazione potrebbe comportare il trovarsi di fronte alla realizzazione di nuove opere/infrastrutture, e di conseguenza dare origine a possibili impatti non calcolati nei confronti della popolazione residente nell'area. Tali impatti potrebbero pertanto andare a cumularsi con quelli già previsti in fase di predisposizione dello SIA, eventualmente provocando superamenti che in fase progettuale non era stato possibile calcolare/prevedere. In questi casi sarà necessario provvedere ad un aggiornamento del PMA per le fasi di CO e PO.

Quindi, la corretta predisposizione del PMA permetterà di far fronte ad eventuali nuovi impatti e a correggere e dimensionare adeguatamente le misure di mitigazione previste nel SIA.

Inoltre, per specifiche tipologie d'opera risulta necessario prevedere monitoraggi mirati. Di seguito si riportano informazioni generali su focus specifici di monitoraggio da effettuare quando le tipologie di opere ne rendono necessario l'applicazione.

Monitoraggio delle deposizioni atmosferiche secche e umide

La deposizione atmosferica rappresenta il trasferimento di sostanze inquinanti dall'atmosfera al suolo, alla vegetazione, alle acque superficiali e ad altre superfici per processi di sedimentazione gravitazionale (deposizione secca) o tramite fenomeni meteorici (deposizione umida) come pioggia, neve o nebbia.

Questo processo è un importante veicolo di dispersione degli inquinanti ed è strettamente connesso alla qualità di suolo, acqua, ecosistemi e salute umana.

La determinazione dei tassi di deposizione è pertanto uno strumento essenziale per valutare lo stato della contaminazione ambientale e la conseguente esposizione della popolazione agli inquinanti organici persistenti (POP) tramite l'assunzione di alimenti contaminati.

Il monitoraggio dei tassi di deposizione è finalizzato principalmente alla caratterizzazione di sostanze rilevanti per il bioaccumulo e gli effetti a lungo termine:

- idrocarburi policiclici aromatici (IPA);
- diossine, furani (PCDD/PCDF) e diossine like policlorobifenili PCB;
- metalli e metalloidi ad alta rilevanza tossicologica come, ad esempio, Arsenico (As), Cadmio (Cd), Nichel (Ni), Piombo (Pb), Mercurio (Hg), Zinco (Zn), Tallio (Tl);
- acidità delle precipitazioni umide e caratterizzazione ionica (determinazione di anioni e cationi nelle precipitazioni).

Il monitoraggio delle deposizioni è un importante complemento alle attività di valutazione di impatto ambientale per quelle attività industriali caratterizzate da potenziali emissioni diffuse e convogliate di PoPs quali a titolo di esempio non esaustivo:

- industria dell'acciaio: emissioni di metalli pesanti e IPA dalla lavorazione e trattamento termico;
- cementifici: emissioni di polveri e ossidi di zolfo/azoto, associati a deposizione nei terreni circostanti;
- raffinerie di petrolio e derivati: complessi profili di emissioni organiche e inorganiche con potenziale deposizione locale;
- impianti energetici (termici, a combustibili fossili): emissioni di SO_x, NO_x, particolato e composti organici potenzialmente soggetti a deposizione.

In questi contesti, il monitoraggio delle deposizioni completa le misurazioni delle concentrazioni atmosferiche e delle emissioni, consentendo una caratterizzazione più completa dell'impatto ambientale.

Il D.Lgs 155/2010 definisce la deposizione totale come la “massa totale di sostanze inquinanti che, in una data area e in un dato periodo, è trasferita dall'atmosfera al suolo, alla vegetazione, all'acqua, agli edifici e a qualsiasi altro tipo di superficie”;

Lo stesso decreto prevede il monitoraggio dei tassi di deposizione di arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni), mercurio (Hg) e idrocarburi policiclici aromatici (IPA) nelle c.d. “stazioni speciali” scelte, “in modo da individuare le variazioni geografiche e l'andamento a lungo termine delle concentrazioni nell'aria ambiente” (art. 6) con l'obiettivo di “fornire dati sui tassi di deposizione totale di arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici, utili a valutare l'esposizione indiretta della popolazione agli inquinanti attraverso la catena alimentare”.

Sono stabiliti inoltre obiettivi di qualità per la misura con riferimento all'incertezza massima ammissibile; è inoltre stabilito che “13. per la misurazione dei tassi di deposizione il campionamento deve avere una durata di una settimana o di un mese. I campionamenti devono essere ripartiti in modo uniforme nel corso dell'anno. I tassi di deposizione devono essere espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^2$ giornalieri. 14. Per la misurazione dei tassi di deposizione si può effettuare il campionamento della sola deposizione umida se si dimostra che la differenza con il campionamento della deposizione totale non supera il 10%”. (DLgs 155/2010 e s.m.i., Allegato I, tabella 2, punti 13 e 14).

Metodi di campionamento e analisi

La raccolta delle deposizioni atmosferiche è normalmente effettuata tramite sistemi passivi (deposimetri) o raccolta “bulk” che integrano deposizione secca e umida su un periodo temporale definito.

Esistono alcune norme tecniche specifiche per il monitoraggio delle deposizioni atmosferiche:

- UNI-EN 15980:2011 – Qualità dell'aria - Determinazione della deposizione di benzo [a] antracene, benzo [b] fluorantene, benzo [j] fluorantene, benzo [k] fluorantene, benzo [a] pirene, dibenz [a, h] antracene e indeno pirene [1,2,3-cd].
- UNI-EN 15841:2010 - “Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la determinazione di arsenico, cadmio, piombo e nichel in deposizioni atmosferiche”.
- UNI-EN 15853:2010 “Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la determinazione di deposizione di mercurio”.
- UNI-EN 1948-1,2,3,4: vari anni Emissioni da sorgente fissa - Determinazione della concentrazione in massa di PCDD/PCDF e PCB diossina simili.

Oltre a questo, in ambito europeo i documenti di riferimento (es. Allegato V Direttiva 2004/107/CE su arsenico, cadmio, nichel e composti organici) contemplano l'uso di metodi nazionali standard o metodi ISO standard per misurare deposizione di specifici inquinanti, nel caso non esista uno standard CEN specifico.

Attualmente non esistono valori limite armonizzati a livello UE per i flussi di deposizioni atmosferiche secche/umide e/o totale. Alcuni Stati europei (es. Germania, Austria, Belgio, Croazia, Gran Bretagna, Svizzera e Slovenia) hanno definito valori guida e valori limite per la media annuale delle deposizioni atmosferiche totali riferite al materiale particolato totale PM ($\text{mg m}^{-2} \text{day}^{-1}$), PCDD/Fs+DL-PCBs ($\text{pg WHO-TE m}^{-2} \text{day}^{-1}$), benzo[a]pyrene ($\mu\text{g m}^{-2} \text{day}^{-1}$), e metalli ($\mu\text{g m}^{-2} \text{day}^{-1}$). Queste esperienze nazionali forniscono riferimenti utili per valutazioni ambientali ma non costituiscono obblighi giuridici in Italia.

Riferimenti bibliografici

- Settimo, G., & Viviano, G., 2021. Atmospheric depositions of persistent pollutants: methodological aspects and values from case studies. Annali dell'Istituto Superiore di Sanità — analisi metodologica di deposizione atmosferica POPs/metalli.
- Ianiri, G., Settimo, G. & Avino, P., 2025. Atmospheric bulk depositions: state-of-the-art and European legislative framework with focus on Italy. Environ Sci Pollut Res 32, 10406–10424. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-34338-y>

Emissioni odorigene

Con il termine “odore” ci si riferisce alla sensazione generata dall'interazione di alcuni composti chimici, presenti in una miscela gassosa e caratterizzati da sufficiente volatilità, con i recettori del sistema olfattivo.

La disciplina delle emissioni odorigene nasce dall'applicazione della Direttiva UE 2015/2193, attuata nell'ordinamento italiano tramite il D.Lgs. n. 183 del 15 novembre 2017 che ha razionalizzato il quadro normativo delle emissioni da impianti di combustione con la modificazione della Parte Quinta del D.Lgs. n.152/2006 e l'introduzione dell'art. 272-bis (emissioni odorigene)

Nello specifico, l'art. 272-bis (Emissioni odorigene) prevede:

"1. La normativa regionale o le autorizzazioni possono prevedere misure per la prevenzione e la limitazione delle emissioni odorigene degli stabilimenti di cui al presente titolo. Tali misure possono anche includere, ove opportuno, alla luce delle caratteristiche degli impianti e delle attività presenti nello stabilimento e delle caratteristiche della zona interessata, e fermo restando, in caso di disciplina regionale, il potere delle autorizzazioni di stabilire valori limite più severi con le modalità previste all'articolo 271:

- a) valori limite di emissione espressi in concentrazione (mg/Nm^3) per le sostanze odorigene;
- b) prescrizioni impiantistiche e gestionali e criteri localizzativi per impianti e per attività aventi un potenziale impatto odorigeno, incluso l'obbligo di attuazione di piani di contenimento;
- c) procedure volte a definire, nell'ambito del procedimento autorizzativo, criteri localizzativi in funzione della presenza di ricettori sensibili nell'intorno dello stabilimento;
- d) criteri e procedure volti a definire, nell'ambito del procedimento autorizzativo, portate massime o concentrazioni massime di emissione odorigena espresse in unità odorimetriche (ouE/m^3 o ouE/s) per le fonti di emissioni odorigene dello stabilimento;
- e) specifiche portate massime o concentrazioni massime di emissione odorigena espresse in unità odorimetriche (ouE/m^3 o ouE/s) per le fonti di emissioni odorigene dello stabilimento;

2. Il Coordinamento previsto dall'articolo 20 del decreto legislativo 13 agosto 2010, n.155, può elaborare indirizzi in relazione alle misure previste dal presente articolo.

Attraverso l'integrazione dell'allegato I alla Parte Quinta, con le modalità previste dall'articolo 281, comma 6, possono essere previsti, anche sulla base dei lavori del Coordinamento, valori limite e prescrizioni per la prevenzione e la limitazione delle emissioni odorigene degli stabilimenti di cui al presente titolo, inclusa la definizione di metodi di monitoraggio e di determinazione degli impatti".

Con successivo Decreto Legislativo n. 102 del 30 luglio 2020 sono state introdotte disposizioni integrative e correttive al D.Lgs.183/2017 soprattutto in relazione ai medi impianti di combustione e aggiunte nuove definizioni e disposizioni volte al riordino del quadro normativo. In particolare, all'articolo 268 del D.Lgs.152/2006 viene inserita la definizione di "emissioni odorigene" indicate come "emissioni convogliate o diffuse aventi effetti di natura odorigena" (art. 268, co. 1, lett. f-bis).

I criteri e le modalità di applicazione dell'articolo 272-bis del D.Lgs. 152/2006 sono stati precisati nella pubblicazione del Decreto Direttoriale n. 309 del 28/06/2023 del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, recante l'approvazione del documento "Indirizzi per l'applicazione dell'articolo 272-bis in materia di emissioni odorigene di impianti e attività" (MASE, 2023).

La linea guida del SNPA "Emissioni odorigene: elementi di riferimento e approcci metodologici per il monitoraggio" cui si rimanda, fornisce, in modo organico, agli Enti di Controllo informazioni utili per la scelta degli approcci adeguati ad effettuare un'azione di prevenzione, controllo e valutazione delle emissioni odorigene. Le innovazioni metodologiche e tecnologiche relative al monitoraggio e al controllo degli odori nonché gli aggiornamenti in merito alla normazione tecnica di settore e alla legislazione nazionale e regionale, occorsi negli ultimi anni, hanno introdotto numerosi elementi di novità nel settore. Tali elementi sono stati integrati nelle diverse sezioni del documento con particolare riferimento agli aspetti tecnici e normativi.

Riferimenti bibliografici

- Unione Europea. Direttiva (UE) 2015/2193 del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 25 novembre 2015, relativa ai limiti nazionali delle emissioni di determinati inquinanti atmosferici.
- Italia. Decreto Legislativo 15 novembre 2017, n. 183 – Disposizioni per l'adempimento degli obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia all'Unione Europea e Attuazione della Direttiva (UE) 2015/2193.

- Italia. Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 – Norme in materia ambientale (Testo Unico Ambientale), come modificato.
- Italia. Decreto Legislativo 30 luglio 2020, n. 102 – Disposizioni integrative e correttive al D.Lgs. 15 novembre 2017, n.183.
- Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. Decreto Direttoriale 28 giugno 2023, n. 309 – Indirizzi per l'applicazione dell'articolo 272-bis in materia di emissioni odorigene di impianti e attività.
- SNPA (Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente). SNPA, Emissioni odorigene: elementi di riferimento e approcci metodologici per il monitoraggio, Pubblicazioni tecniche SNPA, 2025 ISBN 978-88-448-1248-5 <https://www.snpambiente.it/notizie/snpa/emissioni-odorigene-elementi-di-riferimento-e-approcci-metodologici-per-il-monitoraggio/>

13.9 Bibliografia

Valutazione Ambientale

Guidelines on the information to be contained in environmental impact statements EPA maggio 2022.

Guidance on EIA EIS, Review June 2000.

Meteorologia e clima

"Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation", World Meteorological Organization 2012.

"La micrometeorologia e la dispersione degli inquinanti in aria", R. Sozzi, APAT, 2003.

"Monitoraggio impatto microclimatico da FVT e A-FVT Linea Guida ARPAV" versione 2.6 Anno 2023 - prima edizione.

"Guidelines on the Calculation of Climate Normals" - WMO-No. 1203.

Emissioni

AP 42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources (<http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/>).

<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/inventaria>, ISPRA.

Serie storiche delle emissioni nazionali di inquinanti atmosferici - NFR (1990-2023) (<https://emissioni.sina.isprambiente.it/serie-storiche-emissioni-nazionali-inquinanti-atmosferici/>).

EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook — 2023 (<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/emep-eea-guidebook-2023>).

Mobile Source Emission Inventory (<https://ww2.arb.ca.gov/capp/cst/emission-inventories>).

Off-road Mobile Source Emission Factors (<https://www.aqmd.gov/home/rules-compliance/ceqa/air-quality-analysis-handbook/off-road-mobile-source-emission-factors>).

"Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti", DGP 213-09 ARPAT Toscana.

Qualità dell'aria

Decreto legislativo 13 agosto 2010 n.155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".

Decreto legislativo 24 dicembre 2012 n. 250 "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 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".

Direttiva 2008/50/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

Direttiva 2004/107/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 15 dicembre 2004 concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente.

Direttiva (UE) 2024/2881 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 23 ottobre 2024 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

D.M. 26/01/2017, Attuazione della direttiva (UE) 2015/1480 del 28 agosto 2015, che modifica taluni allegati delle direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE nelle parti relative ai metodi di riferimento, alla convalida dei dati e all'ubicazione dei punti di campionamento per la valutazione della qualità dell'aria ambiente. Pubblicato in GU n.33 del 9/02/2017.

D.M. 30/3/2017 Procedure di garanzia di qualità per verificare il rispetto della qualità delle misure dell'aria ambiente, effettuate nelle stazioni delle reti di misura. Pubblicato in G.U.n.96 del 26/4/2017.

UNI EN 15267-1:2023 "Qualità dell'aria - Valutazione delle apparecchiature di monitoraggio della qualità dell'aria - Parte 1: Principi generali di certificazione".

UNI EN 15267-2:2023 "Qualità dell'aria - Valutazione delle apparecchiature di monitoraggio della qualità dell'aria - Parte 2: Valutazione iniziale del sistema di gestione per la qualità del fabbricante di AMS e sorveglianza post certificazione del processo di fabbricazione".

UNI EN 14212:2012 "Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di zolfo mediante fluorescenza ultravioletta".

UNI EN 14211:2012 "Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di azoto e monossido di azoto mediante chemiluminescenza".

UNI EN 14626:2012 "Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di monossido di carbonio mediante spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva".

UNI EN 14625:2012 "Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di ozono mediante fotometria ultravioletta".

UNI EN 14662-3:2015 "Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la misurazione delle concentrazioni di benzene - Parte 3: Campionamento automatico con aspirazione e gas cromatografia in situ".

UNI EN 12341:2023 "Qualità dell'aria ambiente - Metodo gravimetrico di riferimento per la determinazione della concentrazione in massa di particolato sospeso PM10 o PM2,5".

EN 14902:2005 "Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la misurazione di Pb, Cd, As e Ni nella frazione PM10 del particolato in sospensione".

UNI EN 15549:2008 "Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di benzo[a]pirene in aria ambiente".

UNI EN 15852:2010 "Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la determinazione di mercurio gassoso totale".

European Commission - Guide to the Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods, version January 2010. <https://circabc.europa.eu/ui/group/cd69a4b9-1a68-4d6c-9c48-77c0399f225d/library/17ef508b-3aab-450e-b511-72f8a9892d48/details>

EN 16450:2017 "Ambient air – Automated measuring systems for the measurement of the concentration of particulate matter (PM10; PM2,5)".

UNI CEN/TS 17660-2:2025 "Qualità dell'aria - Valutazione delle prestazioni dei sistemi di sensori di qualità dell'aria - Parte 2: Particolato nell'aria ambiente".

UNI CEN/TS 17660-1:2022 "Qualità dell'aria - Valutazione della prestazione dei sistemi di sensori per la qualità dell'aria - Parte 1: Inquinanti gassosi in aria ambiente".

UNI EN ISO 17346:2020 "Aria ambiente - Metodo di riferimento per la determinazione della concentrazione di ammoniaca mediante campionatori diffusivi".

"Air quality Guidelines for Europe", second edition, World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen, 2000.

Guidance on Assessment under the EU Air Quality Directives, Final draft, (<http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/guidanceunderairquality.pdf>).

“Dati e informazioni per la caratterizzazione della componente “Atmosfera” e prassi corrente di utilizzo dei modelli di qualità dell’aria nell’ambito della procedura di V.I.A.”, Maria Belvisi, Mario C. Cirillo, Marina Colaiezzi, Caterina D’Anna, Giuseppe Marfoli, marzo 2007.

WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide, World Health Organization, 2021, ISBN 978-92-4-003422-8.

BOLZA

13.10 Scheda tecnica

Obiettivi specifici del MA	Localizzazione	Parametro descrittore	Frequenza/Durata	Metodologia di riferimento	Valore di riferimento
VARIABILI METEOROLOGICHE	1. In prossimità dell'opera. 2. Nelle aree in cui risiedono i recettori sensibili (microclima). 3. Nelle aree che consentono di valutare lo scenario PO (microclima).	- Temperatura dell'aria (°C) - Precipitazioni (mm) - Umidità relativa (%) - Velocità del vento (m/s) - Direzione di provenienza del vento (gradi da Nord) - Radiazione solare	Ante operam <u>Caratterizzazione meteorologica</u>: Medie di lungo periodo delle variabili meteorologiche sulla base di serie storiche sufficientemente lunghe e complete (possibilmente 30 anni); <u>Qualità dell'aria</u>: Serie orarie di misure meteorologiche nell'area di studio, secondo necessità rilevate nel SIA) <u>Microclima</u>: Campagne di misura dei parametri meteorologici nel periodo maggio- settembre con rilevamento sub-orario o orario Corso Opera <u>Qualità dell'aria</u>: Serie orarie di misure meteorologiche nell'area di studio (secondo necessità rilevate nel SIA) Post operam <u>Qualità dell'aria</u>: Serie orarie di misure meteorologiche nell'area di studio (secondo necessità rilevate nel SIA) <u>Microclima</u>: Campagne di misura dei parametri meteorologici nel periodo maggio- settembre con rilevamento sub-orario o orario	Il documento "Guide to Instruments and Methods of Observation - Volume I - Measurement of Meteorological Variables", World Meteorological Organization, WMO-No. 8, Edizione 2021." contiene le indicazioni sui metodi di misura e sul posizionamento delle stazioni per ciascuna grandezza meteorologica	
QUALITÀ DELL'ARIA	Le aree principalmente interessate dalle emissioni dell'opera. Le aree in cui risiedono i recettori sensibili. Le aree che consentono di valutare lo scenario PO per la verifica della compatibilità dell'opera con i trend di riduzione dei livelli degli inquinanti nella zona di interesse	Inquinanti individuati dal D.lgs 155/10 e s.m.i e pertinenti l'opera e ritenuti significativi nel SIA. Nella nuova Direttiva gli inquinanti target, per i quali sono previsti obiettivi ambientali da rispettare, sono quelli già previsti dal D.lgs 155/10 e s.m.i In funzione della tipologia dell'opera e delle criticità ambientali rilevate nel SIA, specifico anche per alcuni inquinanti non contemplati dal Dlgs 155/2010, ma potenzialmente presenti all'emissione (vedi Tabella 13.1).	Le misurazioni in siti fissi e le misurazioni indicative rispettano gli obiettivi di qualità dell'All. I al D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. Ante operam Durata Secondo necessità rilevate dal SIA e comunque entro l'inizio della fase di cantiere Frequenza Secondo necessità rilevate dal SIA e comunque con una periodicità compatibile con gli standard di qualità dell'aria Corso d'opera Durata Secondo necessità rilevate dal SIA e, in generale, fino alla dismissione dei cantieri Frequenza	Allegato VI D.Lgs. 155/2010 e s.m.i n.b: sarà sostituito e aggiornato con il recepimento della Direttiva 2024/2881	Allegati VII, XI, XII e XIII D.Lgs. 155/2010 e s.m.i n.b: sarà sostituito e aggiornato con il recepimento della Direttiva 2024/2881

Obiettivi specifici del MA	Localizzazione	Parametro descrittore	Frequenza/Durata	Metodologia di riferimento	Valore di riferimento
			Secondo necessità rilevate dal SIA e comunque con una periodicità compatibile con gli standard di qualità dell'aria Post operam Durata Secondo necessità rilevate dal SIA e, in generale, dall'entrata in esercizio e per almeno un anno dopo l'entrata a regime dell'opera. Frequenza Secondo necessità rilevate dal SIA e comunque con una periodicità compatibile con gli standard di qualità dell'aria		

13.11 Approfondimento: Direttiva 2024/2881/CE

La nuova Direttiva ha importanti riflessi sulle attività di valutazione e gestione della qualità dell'aria. Di conseguenza le attività di seguito riportate dovranno essere implementate dalle ARPA/APPA che operano ai sensi della normativa vigente su delega delle Regioni/PPAA in particolare sulle attività di valutazione, sebbene molte agenzie e ISPRA forniscano anche supporto alle Regioni e al MASE nelle attività di gestione, per quanto riguarda la redazione dei contenuti tecnici dei piani di risanamento.

Sarà innanzitutto necessario adeguare alle nuove previsioni l'attuale zonizzazione e relativa classificazione delle zone, rivedere alla luce di questo i programmi di valutazione, prevedere l'aggiornamento strumentale delle reti di monitoraggio e implementare nuove stazioni, laddove necessario, per rispettare i criteri minimi di numerosità ed ubicazione su macroscala e microscala definiti dalla Direttiva.

L'attività di previsione e valutazione della qualità dell'aria che viene già svolta dalle ARPA/APPA, a livello regionale mediante l'uso di modelli gestiti dalle singole Agenzie ambientali e al livello nazionale dall'SNPA mediante il modello kAIROS, assumerà un ruolo ancora più importante: è previsto l'obbligo di accompagnare sempre con stime modellistiche la valutazione, nei casi di superamento dei valori limite; l'attività di previsione diventerà cruciale per gestire i più che probabili e frequenti superamenti delle nuove soglie di informazione e di allarme per il PM. Le attività aggiuntive sopra indicate consentiranno una caratterizzazione più accurata della componente ambientale, funzionale sia alla progettazione che alla corretta attuazione del monitoraggio ante operam. Importanti novità sono previste anche per le attività di gestione della qualità dell'aria.

L'obiettivo è quello di introdurre al più presto le misure necessarie per ridurre l'inquinamento atmosferico al di sotto dei limiti proposti, o almeno a ridurre al minimo il periodo di superamento, con la prospettiva di raggiungere il loro rispetto su tutto il territorio entro il 1° gennaio 2030. I piani dovranno inoltre essere monitorati costantemente per verificarne l'effettiva implementazione ed aggiornati regolarmente qualora per tre anni consecutivi persista il superamento dei limiti.

La Direttiva prevede la possibilità di posticipare il termine per il raggiungimento dei limiti nel caso in cui, in una determinata zona o agglomerato, le caratteristiche di dispersione sito-specifiche, le condizioni orografiche al contorno, le condizioni climatiche sfavorevoli o i contributi transfrontalieri, rendano oggettivamente più difficile, a parità di riduzione delle emissioni, il rispetto dei nuovi limiti. Ogni Stato membro potrà posticipare tali termini una volta per un massimo di 5 cinque anni per quella particolare zona o agglomerato, a condizione che vengano dimostrate le oggettive condizioni che determinano tale situazione e siano comunque stati implementati i piani di risanamento. Al proposito si ritiene utile sottolineare come i valori proposti pongono sfide importanti per la gran parte delle aree nazionali, particolarmente ambiziose per alcuni territori, quali quelli del bacino padano. Si rileva, ad esempio, che secondo uno studio condotto nell'ambito del progetto Life Prepair *"Report Life Prepair: Evaluation of emission reduction scenarios in Po Valley"*, riducendo nel bacino padano le emissioni di PM₁₀, PM_{2,5}, ossidi di azoto, ossidi di zolfo, ammoniaca, composti organici volatili dell'80% rispetto ai valori del 2017, comunque in circa il 70% delle stazioni la concentrazione media annua di PM_{2,5} non rispetterebbe il limite previsto per il 2030 di 10 µg/m³.

Pertanto, attualmente siamo molto lontani dal rispetto dei nuovi limiti di legge. Ad esempio, nel 2023 il valore limite annuale da rispettare nel 2030 del PM_{2,5} (10 µg/m³) era superato nel 74.8% stazioni; nel 27.4% delle stazioni si registrava una media annuale superiore a 15 µg/m³. Nel 72% delle zone si registravano superamenti in almeno una stazione per 3 anni su 5 (2019 – 2023) e complessivamente l'81.6% della popolazione risultava esposto a valori superiori al futuro valore limite annuale (RIF. Annuario dei dati ambientali, ISPRA). Questo implica che sarà necessario predisporre piani di risanamento a supporto delle richieste di proroga per quasi tutte le regioni d'Italia.

I piani per la qualità dell'aria dovranno anche analizzare il rischio di superamento delle soglie di allerta e prevedere una maggiore integrazione dei piani d'azione a breve termine – necessari per far fronte al superamento delle soglie di allerta – con i piani d'azione a più lungo termine.

Nel seguito si forniscono le tabelle riportanti i Valori Limite introdotti dalla Direttiva 2024/2881/CE.

Tab 13.3 – Valori limite

Inquinante	Periodo di mediazione	da raggiungere 11/12/2026	da raggiungere 1/1/2030	SV	OMS
PM ₁₀	1 giorno	50 µg/m ³ - 35 superamenti	45 µg/m ³ - 18 superamenti	15 µg/m ³	45 µg/m ³ - 3 superamenti
	Anno civile	40 µg/m ³	20 µg/m ³		15 µg/m ³
PM _{2.5}	1 giorno	-	25 µg/m ³ - 18 superamenti	5 µg/m ³	25 µg/m ³ - 3 superamenti
	Anno civile	25 µg/m ³	10 µg/m ³		5 µg/m ³
NO ₂	1 ora	200 µg/m ³ - 18 superamenti	200 µg/m ³ - 3 superamenti	10 µg/m ³	200 µg/m ³ - 3 superamenti
	1 giorno	-	50 µg/m ³ - 18 superamenti		50 µg/m ³ - 3 superamenti
	Anno civile	40 µg/m ³	20 µg/m ³		10 µg/m ³
SO ₂	1 ora	350 µg/m ³ - 24 superamenti	350 µg/m ³ - 3 superamenti	40 µg/m ³ media 24 h	40 µg/m ³ media 24 h - 99° perc
	1 giorno	-	50 µg/m ³ - 18 superamenti		
	Anno civile	40 µg/m ³	20 µg/m ³		
C ₆ H ₆	Anno civile	5 µg/m ³	3,4 µg/m ³	1,7 µg/m ³	0,17 µg/m ³ (1:106 ELR)
CO	media massima 8h	10 mg/m ³	10 mg/m ³	4 mg/m ³ media 24 h	4 mg/m ³ media 24 h - 99° perc
	1 giorno	-	4 mg/m ³ - 18 superamenti		

Tab 13.4 – Valori limite per arsenico, cadmio nichel e Benzo(a)pirene come contenuto totale nel PM₁₀

Inquinante	Periodo di mediazione	da raggiungere 11/12/2026 valore obiettivo	da raggiungere 1/1/2030 valore limite	SV	OMS 2000
As	Anno civile	6,0 ng/m ³	6,0 ng/m ³	3,0 ng/m ³	0,66 ng/m ³ (1:106 ELR)
Cd	Anno civile	5,0 ng/m ³	5,0 ng/m ³	2,5 ng/m ³	5,0 ng/m ³
Ni	Anno civile	20 ng/m ³	20 ng/m ³	10 ng/m ³	2,5 ng/m ³ (1:106 ELR)
BaP	Anno civile	1,0 ng/m ³	1,0 ng/m ³	0,3 ng/m ³	0,012 ng/m ³ (1:106 ELR)

Tab 13.5 – Valore limite per il piombo come contenuto totale nel PM₁₀

Inquinante	Periodo di mediazione	da raggiungere 11/12/2026 valore limite	SV	OMS 2000
Pb	Anno civile	0,5 µg/m ³	0,25 µg/m ³	0,5 µg/m ³

Tab 13.6 – Ozono, valore obiettivo per la salute e per la vegetazione

Finalità	Periodo di mediazione	da raggiungere 11/12/2026	da raggiungere 1/1/2030	SV
Salute	media massima giornaliera su 8h	120 µg/m ³ 25 superamenti media 3 anni	120 µg/m ³ 18 superamenti media 3 anni	100 µg/m ³ 99°perc
Vegetazione	Maggio – luglio AOT40	18.000 µg/m ³ h media 5 anni		-

Tab 13.7 – Ozono, obiettivo a lungo termine per la salute e per la vegetazione

Finalità	Periodo di mediazione	da raggiungere 1/1/2050
Salute	media massima giornaliera su 8h	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 99° percentile
Vegetazione	Maggio – Luglio AOT40	6.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$ media 5 anni

Tab 13.8 – Soglie di informazione e di allarme

Inquinante	Periodo di mediazione	soglia informazione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	soglia allarme ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	soglia allarme precedente ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
SO ₂	1 ora	275	350 (3 h consecutive)	500 (3 h consecutive)
NO ₂	1 ora	150	200 (3 h consecutive)	400 (3 h consecutive)
PM _{2.5}	1 giorno	50	50 (3 gg consecutivi)	-
PM ₁₀	1 giorno	90	90 (3 gg consecutivi)	-
O ₃	1 ora	180	240 (3 h consecutive)	Confermate

Tab 13.9 – Livelli critici per la vegetazione

Inquinante	Periodo di mediazione	livello critico	SV
SO ₂	Anno civile Stagione invernale	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO _x	Anno civile	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	19,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$