

VARIANTE ALLA S.S. 1 "VIA AURELIA"
Viabilità di accesso all'hub portuale di La Spezia
Lavori di costruzione della variante alla S.S. 1 Via Aurelia - 3°Lotto
2° Stralcio Funzionale B dallo Svincolo di Buon Viaggio allo Svincolo di San Venerio
COMPLETAMENTO

PRECEDENTI LIVELLI DI PROGETTAZIONE DELL'APPALTO INTEGRATO ORIGINALE

PD n°1861 del 09/07/03 aggiornato al 10/12/08 - Delibera CIPE n°60 del 02/04/08

PE n° 103 del 14/07/2011 - D.A. CDG-103321-P del 20/07/11

PVT n°112 del 21/01/16 aggiornata al 28/10/16 - D.A. CDG-92950-P del 21/02/17

Progetto Esecutivo Cantierabile Opere da Completare

PROGETTO ESECUTIVO

COD. GE266

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

PROGETTISTA:

Dott. Ing. Antonio Scalamandrè
Ordine Ing. di Frosinone n. 1063

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Flavio Capozucca
Ordine Geol. del Lazio n. 1599

COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. Emiliano Paiella

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Fabrizio Cardone

PROTOCOLLO

DATA

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

ATMOSFERA

Relazione

CODICE PROGETTO		NOME FILE			REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	TOOM002MOARE01A				
DPGE0266	E 20	CODICE ELAB.	TOOM002MOARE01		A	-
D						
C						
B						
A	Emissione		OTT 2020			
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

PIANO DI MONITORAGGIO
ATMOSFERA
RELAZIONE TECNICA

INDICE

1.	PREMESSA	1
2.	RIFERIMENTI NORMATIVI	2
2.1	NORMATIVA COMUNITARIA	2
2.2	NORMATIVA NAZIONALE	2
3.	DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	5
3.1	CRITERI DI SCELTA E DEFINIZIONE DEI RICETTORI	5
3.2	PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO	6
3.2.1	Inquinanti gassosi	9
3.2.2	Polveri	13
3.2.3	Metalli	14
3.2.4	I.P.A.	14
3.3	STRUMENTAZIONE DI MISURA	15
3.3.1	Laboratorio mobile	15
3.3.2	Campionatori gravimetrici sequenziali	15
4.	METODOLOGIA DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO	16
4.1	PARAMETRI METEOROLOGICI	16
5.	LOCALIZZAZIONE, FREQUENZA E PERIODICITÀ DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	18
5.1	ESTENSIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO	18
5.2	INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	19
6.	ATTIVITA' DI MISURA	20
6.1	ATTIVITÀ IN CAMPO	20
6.1.1	Sopralluogo in campo	20
6.1.2	Acquisizione dei permessi	20
6.1.3	Attività di misura	20
6.2	ATTIVITÀ IN SEDE	21
6.2.1	Attività preventiva all'uscita in campo	21
6.2.2	Attività successiva all'uscita in campo	22
6.3	ANALISI DEI DATI	22
7.	PROGRAMMA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO	24
7.1	ANTE OPERAM	24
7.2	CORSO D'OPERA	24

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

1. PREMESSA

Il presente documento definisce gli obiettivi e i criteri metodologici generali del Piano di Monitoraggio Ambientale della componente atmosfera.

I monitoraggi ambientali sono articolati tenendo in considerazione sia gli impatti diretti che le attività di cantiere e l'esercizio dell'opera hanno sulle componenti ambientali, sia gli impatti indiretti correlati soprattutto alla fase di cantierizzazione (ed associabili prevalentemente al traffico indotto per l'allontanamento e l'approvvigionamento di materiali e agli impatti da esso originati, quali emissioni gassose, emissioni acustiche, ecc.).

Per stimare l'incremento effettivo di tali emissioni e la quota parte degli impatti imputabili alle lavorazioni connesse alla realizzazione dell'opera, si rende necessario individuare i parametri indicativi dello stato di inquinamento atmosferico, effettuare un monitoraggio AO su tali parametri per caratterizzare lo stato precedente all'immissione del disturbo e successivamente procedere ad un confronto tra i valori registrati in AO e quelli ottenuti da monitoraggio in fase di costruzione e di esercizio dell'infrastruttura.

All'interno del presente documento si forniranno, quindi, indicazioni in merito ai parametri monitorati, scelti in base alla tipologia di impatto prevista, alle tipologie e metodologie di indagine e alla frequenza/periodicità delle misurazioni.

Verranno, inoltre, definite puntualmente le postazioni di rilevamento dei parametri di monitoraggio, in base alla disponibilità delle aree, alla loro accessibilità, al raggiungimento di accordi con i proprietari degli edifici e alla possibilità di fornitura di energia elettrica.

Nel seguito saranno descritte le metodologie e le considerazioni che sono alla base del Piano, al fine di fornire le indicazioni necessarie per una corretta esecuzione delle operazioni di misura, restituzione dati e organizzazione degli stessi in una banca dati strutturata. Nel documento vengono, inoltre, fornite delle indicazioni per facilitare la lettura dei dati relativi ai punti in cui si indica la necessità di un monitoraggio.

Il documento sarà completato con elaborati cartografici volti ad indicare il corretto posizionamento dei punti preposti alle campagne di monitoraggio; ogni punto sarà contraddistinto da un codice che ne indicherà alcune caratteristiche principali.

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riporta di seguito l'analisi del complesso contesto normativo vigente in materia di qualità dell'aria, oggetto di continua evoluzione e mutamento sia a livello nazionale che internazionale.

2.1 NORMATIVA COMUNITARIA

Attualmente le direttive di riferimento sono le seguenti:

- Dir 96/62/CE ("Direttiva madre") - In materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente;
- Dir 99/30/CE - Concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido d'azoto, gli ossidi d'azoto, le particelle e il piombo;
- Dir 2000/69/CE - Concernente i valori limite per il benzene e il monossido di carbonio nell'aria ambiente;
- Dir 2002/03/CE - Concernente i valori limite per l'ozono (non ancora recepita dalla normativa nazionale);
- Dir 2004/107/CE - Concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente (non ancora recepita dalla normativa nazionale);
- Dir 2008/50/CE – Concernente la qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;
- Dir 2015/1480/CE che modifica vari allegati delle direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio recanti le disposizioni relative ai metodi di riferimento, alla convalida dei dati e all'ubicazione dei punti di campionamento per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

2.2 NORMATIVA NAZIONALE

I principali riferimenti sono rappresentati da:

- DPCM 28/3/1983 - Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno;
- DPR 203/88 (relativamente agli impianti preesistenti) ed altri decreti attuativi - Attuazione Direttive n. 80/779, 82/884, 84/360, 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali ai sensi dell'art. 15 della Legge 16/4/87 n. 183;
- DM 20/5/1991 - Criteri per l'elaborazione dei piani regionali per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria;
- DM 15/4/1994 - Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane, ai sensi degli artt. 3 e 4 del D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203 e dell'art. 9 del D.M. 20 maggio 1991;
- DM 25/11/1994 - Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al decreto ministeriale 15 aprile 1994;
- DM 16/5/1996 - Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono;
- DL 4/8/99 n. 351 - Attuazione della direttiva 96/62 in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria;
- DM 2/4/2002 n. 60 - Decreto concernente i valori limite di qualità dell'ambiente per alcuni inquinanti; in particolare, in recepimento delle successive Direttive CE, abroga alcuni articoli del DPR 203/88

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

fissando nuovi limiti per il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, le particelle, il piombo, il benzene ed il monossido di carbonio;

- DM 1/10/2002 n. 261 - Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione dei piani e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351;
- D.Lgs. 21/05/2004 n. 183: Attuazione della direttiva 2002/03/CE relativa all'ozono nell'aria
- DLG 3/8/2007 n.152 - Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente.
- DLG 13/8/2010 n.155, Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.
- D. Lgs. 24/12/2012 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. (13G00027) (GU n.23 del 28-1-2013)
- 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. (17A00999) (GU Serie Generale n.33 del 09-02-2017)
- DECRETO 30 marzo 2017 Procedure di garanzia di qualità per verificare il rispetto della qualità delle misure dell'aria ambiente, effettuate nelle stazioni delle reti di misura. (17A02825) (GU Serie Generale n.96 del 26-04-2017)

I diversi limiti attualmente in vigore sono riassunti nella seguente tabella.

Tabella 1: Valori limite ai sensi del D.Lgs. 13 Agosto 2010 n. 155, Allegato XI

<u>PERIODO DI MEDIAZIONE</u>	<u>Valore limite</u>
Biossido di zolfo	
1 ora	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile
1 giorno	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile
Biossido di azoto	
1 ora	200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile
Anno civile	40 µg/m ³
Benzene	
Anno civile	5 µg/m ³
Monossido di carbonio	
Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m ³
Piombo	
Anno civile	0,5 µg/m ³
PM₁₀	
1 giorno	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile

Variante alla S.S.1 " Via Aurelia"
Viabilità di accesso all'hub portuale di La Spezia
Lavori di costruzione della variante alla S.S.1 Via Aurelia – 3° Lotto
2° Stralcio funzionale B dallo Svincolo di Buon Viaggio allo Svincolo di S. Venerio
Completamento

PROGETTO ESECUTIVO

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Anno civile	40 µg/m ³ ,
PM_{2,5}	
Anno civile	25 µg/m ³ ,

Tabella 2: Livelli critici per la protezione della vegetazione ai sensi del D.Lgs. 13 Agosto 2010 n. 155

<u>PERIODO DI MEDIAZIONE</u>	<u>Valore limite</u>
Biossido di zolfo	
Livello critico annuale	20 µg/m ³ ,
Livello critico invernale	20 µg/m ³ ,
Biossido di azoto	
Livello critico annuale	30 µg/m ³ NO _x

Tabella 3: Soglie di informazione e di allarme per l'ozono ai sensi del D.Lgs. 13 Agosto 2010 n. 155

<u>FINALITA'</u>	<u>Periodo di mediazione</u>	<u>Soglia</u>
Informazione	1 ora	180 µg/m ³ ,
Allarme	1 ora	240 µg/m ³

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

3. DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

3.1 CRITERI DI SCELTA E DEFINIZIONE DEI RICETTORI

Il monitoraggio ambientale della componente "atmosfera" ha l'obiettivo di valutare la qualità dell'aria nelle aree interessate dall'opera, verificando gli eventuali incrementi nel livello di concentrazione delle sostanze inquinanti aerodisperse derivanti dalla realizzazione dell'opera stessa.

Gli impatti sulla componente atmosfera legati alla realizzazione della nuova infrastruttura sono riconducibili principalmente alle seguenti tipologie:

- a) diffusione e sollevamento di polveri legate alla movimentazione di inerti o alle lavorazioni previste all'interno del cantiere (scotico, scavo, demolizioni, estrazione smarino, ecc.);
- b) diffusione di inquinanti aeriformi emessi dai motori a combustione interna delle macchine operatrici;
- c) diffusione di inquinanti aeriformi e particellari emessi dai mezzi pesanti in ingresso/uscita a/dai cantieri (soprattutto per l'allontanamento dello smarino).

Le tipologie di impatto di cui alle lettere a) e b) vengono solitamente definite col termine "impatti diretti", in quanto direttamente originate dalle lavorazioni previste dalla cantierizzazione; le tipologie di impatto di cui alla lettera c) vengono, invece, definite col termine "impatti indiretti" in quanto conseguenza indiretta della presenza stessa dei cantieri.

Gli impatti diretti risultano strettamente connessi alle lavorazioni, hanno entità variabile nel corso della "vita" dei cantieri (strettamente correlata al cronoprogramma dei lavori) e sono caratterizzati da un areale di impatto piuttosto prossimo al perimetro dei cantieri (interessando per lo più e in maniera predominante la cosiddetta "prima schiera" dei recettori prospicienti l'area di lavorazione).

Gli impatti indiretti risultano determinati non tanto dalle lavorazioni che si attuano all'interno dei cantieri, quanto dalla loro stessa presenza: essi sono, infatti, correlati al traffico indotto dai cantieri (per approvvigionamento e/o allontanamento dei materiali) e, in ambiti cittadini quale quello in esame, quasi esclusivamente alle interferenze che i cantieri stessi determinano con le "normali" condizioni del deflusso veicolare urbano (interferenze che determinano picchi di "carico ambientale" su alcune specifiche viabilità che, allo stato attuale, spesso risultano sottoposte a minori livelli di pressione antropica).

Il presente PMA porrà fra i suoi obiettivi il monitoraggio e il controllo sia degli impatti diretti, che di quelli indiretti, con metodiche, durate e frequenze necessariamente differenti in virtù della significativa differenza che contraddistingue dette tipologie di impatto.

Le verifiche di campo mirate alla verifica degli effettivi livelli di impatto diretto saranno eseguite, per quanto possibile, nei momenti di maggior criticità delle lavorazioni. Sulla base del cronoprogramma dei lavori, essi potranno essere individuati come periodi di massima sovrapposizione di differenti lavorazioni (seguendo il cosiddetto principio della "sovrapposizione degli effetti") ovvero come periodi di esercizio di talune lavorazioni particolarmente impattanti per la specifica componente ambientale (demolizioni, carico/scarico inerti, ecc.).

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

3.2 PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO

Il monitoraggio si effettua attraverso il controllo dei valori dei parametri caratteristici e di seguito descritti, allo scopo di verificare eventuali superamenti delle soglie ammissibili e di fornire i dati di base per la determinazione delle misure correttive.

I parametri significativi che sono stati determinati per il monitoraggio della componente atmosfera derivano sostanzialmente dai due tipi di inquinamento previsti:

- Inquinamento diretto da attività di cantiere;
- Inquinamento indiretto da traffico indotto dai cantieri ovvero da variazioni al traffico urbano causate dall'apertura dei cantieri.

Le due tipologie di inquinamento previsto influenzano non solo la determinazione dei parametri, ma anche le specifiche di rilievo. In particolare saranno rilevati:

Aree di Cantiere

- Polveri Totali Sospese;
- Particolato fine PM₁₀
- Particolato fine PM_{2,5}

Aree sulla viabilità

- Particolato fine PM₁₀
- Particolato fine PM_{2,5}
- Ossidi di azoto (NO, NO₂, NO_x)
- Ozono (O₃)
- Monossido di carbonio (CO)
- Biossido di zolfo (SO₂)
- Benzene, Toluene, Xileni (BTX)
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA - compreso Benzo(a)pyrene)
- Metalli pesanti (Piombo, Nickel, Cadmio, Rame)

Su tutte le aree

Misure dei parametri meteorologici:

- Velocità del vento
- Direzione del vento
- Umidità relativa
- Temperatura
- Precipitazioni atmosferiche
- Radiazione solare
- Pressione

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Si riporta di seguito la descrizione di dettaglio della tipologia di misurazioni previste per le diverse fasi di monitoraggio:

• IMPATTI DIRETTI GENERATI DALLA CANTIERIZZAZIONE

▶ misure tipo POLC: rilievi della durata di 7 giorni di inquinanti particellari e microinquinanti.

• IMPATTI INDIRETTI GENERATI DALLA CANTIERIZZAZIONE

▶ misure tipo ATMT: rilievi della durata di 14 giorni di macroinquinanti e microinquinanti, gassosi e particellari.

Misure tipo POLC – Rilievo delle Polveri Totali Sospese (PTS) e del particolato fine (PM₁₀ e PM_{2.5})

Tale metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione delle polveri totali sospese e del particolato fine, prodotte dalle attività in atto nelle aree di cantiere.

Le misurazioni del tipo POLC sono delle postazioni di misura mobili che avranno durata unitaria di 7 giorni sia per la fase di ante operam che in corso d'opera.

Le campagne di misura delle polveri totali PTS e del PM₁₀ e del PM_{2.5} vengono definite attraverso delle procedure di misura standardizzate che, in prossimità di sorgenti di emissione, quali le attività di cantiere e/o viabilità di cantiere, permettono di monitorare il particolato disperso nei bassi strati dell'atmosfera.

Si fa presente che nella tabella seguente, in cui è riportata una sintesi dei parametri monitorati per le misure tipo POLC, la voce "campionamento" rappresenta l'intervallo di campionamento e non il periodo di misura. In questo caso infatti la metodologia gravimetrica prevede la sostituzione automatica ogni 24 ore dei supporti di filtrazione per 7 giorni consecutivi mediante l'impiego di pompe di captazione dotate di sistemi automatici di campionamento e sostituzione sequenziale dei supporti.

Tabella 4: Parametri di monitoraggio per le misure di tipo POLC

Parametro	Campionamento	Unità di misura	Elaborazioni statistiche	Campionamento e determinazione
PM ₁₀	24 h	µg/m ³	Media su 24 h	Gravimetrico
PM ₁₀	24 h	µg/m ³	Media su 24 h	Gravimetrico
PTS	24 h	µg/m ³	Media su 24 h	Gravimetrico

Misure tipo ATMT - Rilievo qualità aria con mezzo mobile strumentato lungo la viabilità di cantiere

I parametri che verranno monitorati attraverso la strumentazione installata sul mezzo mobile sono riportati nella seguente tabella, nella quale, per ogni inquinante, viene indicato il tempo di campionamento, l'unità di misura e le eventuali elaborazioni statistiche particolari da effettuare sui dati.

Variante alla S.S.1 " Via Aurelia"
 Viabilità di accesso all'hub portuale di La Spezia
 Lavori di costruzione della variante alla S.S.1 Via Aurelia – 3° Lotto
 2° Stralcio funzionale B dallo Svincolo di Buon Viaggio allo Svincolo di S. Venerio
 Completamento

PROGETTO ESECUTIVO

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Tabella 5: Parametri di monitoraggio per le misure di tipo ATMT

Parametro	Campionamento	Unità di misura	Elaborazioni statistiche	Campionamento e determinazione
CO	1h	mg/m ³	Media su 8 ore / Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)
NOx, NO, NO ₂	1h	µg/m ³	Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)
PM ₁₀	24 h	µg/m ³	Media su 24 h	Gravimetrico
PM _{2,5}	24 h	µg/m ³	Media su 24 h	Gravimetrico
SO ₂	1 h	µg/m ³	Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)
O ₃	1 h	µg/m ³	Media su 8 ore / Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)
BTX	1 h	µg/m ³	Media su 1 h ovvero media settimanale	Automatico (mezzo mobile) ovvero campionatore passivo
Metalli (Pb, Ni, Cd, Cu)	7 gg	µg/m ³	Media su 7 gg	Gravimetrico e analisi su PM ₁₀
IPA	7 gg	µg/m ³	Media su 7 gg	Gravimetrico e analisi su PM ₁₀

Da quanto sopra si evince che i parametri CO, NOx, NO, NO₂, O₃, BTX, SO₂ verranno rilevati in continuo con apposito laboratorio mobile o fisso e restituiti come valore medio orario (o come media su 8 ore laddove richiesto dalla normativa); il parametro PM₁₀ e PM_{2.5} verrà acquisito mediante campionamento gravimetrico su filtro e restituito come valore medio giornaliero; i metalli pesanti verranno determinati a partire dal contenuto di PM₁₀ campionato e restituiti come valore medio settimanale (relativo alla prima settimana di monitoraggio); gli IPA verranno determinati a partire dal contenuto di PM₁₀ campionato e restituiti come valore medio settimanale (relativa alla seconda settimana di monitoraggio).

Nel caso in cui non si riesca ad acquisire la quantità di dati prevista con la campagna di misura (ad esempio in una campagna di 14 giorni per le PTS, dato che il tempo di campionamento è il giorno, dovranno essere acquisiti 14 dati) la stessa verrà prolungata di un periodo che permetta di raggiungere tale quantità. Le elaborazioni statistiche verranno effettuate su tali dati acquisiti anche se non conseguenti temporalmente.

Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria dovranno essere rilevati su base oraria i parametri meteorologici riportati in tabella:

Tabella 6: Parametri meteorologici di monitoraggio

Parametro	Unità di misura
Direzione del vento	gradi sessagesimali
Velocità del vento	m/s

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Temperatura	°C
Pressione atmosferica	mBar
Umidità relativa	%
Radiazione solare globale	W/m2
Precipitazioni	mm

3.2.1 Inquinanti gassosi

GLI OSSIDI DI AZOTO

Con il termine NO_x si intende la somma del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO₂). L'ossido di azoto (NO) è un gas incolore, insapore ed inodore. È prodotto, insieme al biossido di azoto (NO₂) (che costituisce meno del 5% degli NO_x totali emessi), principalmente da processi di combustione ad alta temperatura, come quelle che avvengono nei motori degli autoveicoli; l'elevata temperatura che si origina durante lo scoppio provoca la reazione fra l'azoto dell'aria e l'ossigeno formando monossido di azoto. Una volta in atmosfera viene ossidato dall'ossigeno e dall'ozono producendo biossido di azoto. La tossicità del monossido di azoto è limitata, al contrario di quella del biossido di azoto che risulta invece notevole. Quest'ultimo è un gas di colore giallo-rosso, dall'odore forte e pungente e con grande potere irritante; è un energico ossidante, molto reattivo e quindi altamente corrosivo. Esiste nelle due forme N₂O₄ (forma dimera) e NO₂ che si forma per dissociazione delle molecole dimere. Questo composto è causa del colore giallastro della foschia che ricopre le zone abitate con elevato traffico. Si tratta di un inquinante secondario dato che deriva, per lo più, dall'ossidazione in atmosfera del monossido di azoto. Esso ricopre un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari molto pericolosi come l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso, gli alchilnitriti, i perossiacetilnitriti.

Studi dimostrano che gli ossidi di azoto contribuiscono per il 30% alla formazione delle piogge acide (il restante è imputabile al biossido di zolfo e ad altri inquinanti). Gli NO_x vengono per lo più emessi da sorgenti al suolo e sono solo parzialmente solubili in acqua, questo influenza notevolmente il trasporto e gli effetti a distanza.

La produzione di ossido di azoto è tanto più elevata quanto maggiore è la temperatura di combustione e quanto più veloce è il successivo raffreddamento dei gas prodotti, che impedisce la decomposizione in azoto ed ossigeno.

Le miscele "ricche" (cioè con poca aria) generano emissioni con basso tenore di monossido di azoto (ma elevate emissioni di idrocarburi e monossido di carbonio per effetto di combustioni incomplete) a causa della bassa temperatura raggiunta nella camera di combustione. Miscele "povere" (cioè con elevata quantità di aria) danno ancora luogo a basse concentrazioni di NO nelle emissioni, ma impediscono una buona resa del motore perché l'eccesso di aria raffredda la camera di combustione. Quando i fumi vengono mescolati con aria allo scarico si forma una significativa quantità di biossido di azoto per ossidazione del monossido ad opera dell'ossigeno.

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

In generale i motori diesel emettono più ossidi di azoto e particolati (fumo) rispetto ai motori a benzina, i quali però emettono più ossido di carbonio e idrocarburi. Si stima che in Italia vengano emesse in atmosfera circa 2 milioni di tonnellate all'anno di ossidi di azoto, di cui circa la metà è dovuta al traffico degli autoveicoli.

Altre importanti fonti di ossidi di azoto sono gli impianti termici e le centrali termoelettriche; le quantità emesse sono comunque relativamente minori dato che nel corso della combustione vengono raggiunte temperature di fiamma più basse. Sorgenti antropogeniche di ossidi di azoto sono inoltre la produzione dei fertilizzanti azotati, la produzione di acido nitrico per ossidazione dell'ammoniaca e la fabbricazione degli esplosivi, tutti i processi chimici che impiegano acido nitrico (come ad esempio la dissoluzione di metalli).

In condizioni di emissioni continuative (in genere dagli autoveicoli) si assiste ad un ciclo giornaliero di formazione di inquinanti secondari: il monossido di azoto viene ossidato tramite reazioni fotochimiche (catalizzate dalla luce) a biossido di azoto; si forma così una miscela NO-NO₂, che raggiunge il picco di concentrazione nelle zone e nelle ore di traffico più intenso. Attraverso una serie di reazioni, ancora catalizzate dalla luce solare, si giunge alla formazione di ozono e di composti organici ossidanti (vedi smog fotochimico). Durante la notte queste sostanze decadono formando composti organici nitrati, perossidi ed aerosol acidi.

La concentrazione ambientale del biossido di azoto oscilla tra 1 e 9 µg/m³; nei Paesi Occidentali la media annuale è compresa fra 20 e 90 µg/m³, mentre nelle città in genere non supera i 40 µg/m³.

L'azione sull'uomo dell'ossido di azoto è relativamente blanda mentre il biossido di azoto è un gas irritante per le mucose e può contribuire all'insorgere di varie alterazioni delle funzioni polmonari, bronchiti croniche, asma ed enfisema polmonare. Lunghe esposizioni anche a basse concentrazioni provocano una drastica diminuzione delle difese polmonari con conseguente aumento di rischio di affezioni alle vie respiratorie.

Gli effetti del biossido di azoto si manifestano generalmente parecchie ore dopo l'esposizione. Brevi esposizioni a 50-150 mg/m³ provocano risentimenti polmonari; 100 mg/m³, inalati per 1 minuto, provocano notevoli danni al tratto respiratorio; concentrazioni di 300-400 mg/m³ portano alla morte per fibrosi polmonare.

Per quanto riguarda l'impatto sulla vegetazione in alcuni casi, brevi periodi di esposizione a basse concentrazioni possono incrementare i livelli di clorofilla; lunghi periodi causano invece la senescenza e la caduta delle foglie più giovani.

Il meccanismo principale di aggressione, comunque, è costituito dall'acidificazione del suolo (piogge acide); gli inquinanti acidi causano un impoverimento del terreno per la perdita di ioni calcio, magnesio, sodio e potassio e conducono alla liberazione di ioni metallici tossici per le piante. Inoltre, l'abbassamento del pH compromette anche molti processi microbici del terreno, fra cui l'azotofissazione.

Gli ossidi di azoto e i loro derivati danneggiano anche edifici e monumenti, provocando un invecchiamento accelerato in molti casi irreversibile.

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

IL BENZENE

Fra i composti organici non metanici (NMVOC) assume particolare importanza il benzene; è un composto naturale del petrolio e dei suoi derivati, e si forma anche, come sottoprodotto, durante il ciclo di produzione delle benzine, ad opera di precursori a base aromatica e naftenica che sono naturalmente presenti nel greggio. A causa della sua naturale opposizione all'ossidazione, il benzene è rilasciato in seguito al processo di combustione, nonché a seguito dei processi evaporativi. La sorgente naturale di maggior rilievo è la combustione incontrollata di piante e di residui di agricoltura.

Il benzene è una sostanza cancerogena che può produrre, a lungo termine, una varietà di tumori che comprendono linfomi e leucemia.

I composti organici volatili presenti nelle aree urbane sono legati alle emissioni di prodotti incombusti provenienti dal traffico e dal riscaldamento domestico, e all'evaporazione dei carburanti durante le operazioni di rifornimento nelle stazioni di servizio o dai carburatori degli autoveicoli stessi.

Fonti secondarie, ma non trascurabili, sono le emissioni dirette di solventi usati in attività di lavaggi a secco, di sgrassatura e di tinteggiatura.

Tra gli idrocarburi aromatici volatili senza dubbio il più pericoloso è il benzene, elemento cancerogeno per l'uomo. Il benzene danneggia gli organi legati alla formazione del sangue anche a concentrazioni che non causano irritazioni alle mucose. Questo comportamento si manifesta nell'insorgenza di anemia, leucopenia, trombocitopenia e a volte nell'ingrossamento pronunciato della milza.

Il benzene è uno di quegli inquinanti per i quali le politiche adottate nel corso dei decenni passati hanno avuto successo nell'abbattere fortemente le emissioni ed anche i livelli nell'aria ambiente: le azioni fondamentali realizzate in particolare per la riduzione del benzene sono state l'introduzione della catalizzazione del parco auto e la riduzione del contenuto di benzene nei carburanti.

In generale, i COV contribuiscono anche alla formazione di ozono, e quindi favoriscono i disturbi alle vie respiratorie ad esso collegati.

L'OZONO

È un gas fortemente ossidante che si forma nella bassa atmosfera per reazioni fotochimiche attivate dalla luce solare, che danno origine allo smog fotochimico. Incolore o azzurrognolo, è caratterizzato da un odore pungente.

La formazione di elevate concentrazioni di ozono è un fenomeno prettamente estivo, legato alla potenzialità della radiazione solare, ad elevati valori di temperatura e pressione, a condizioni di bassa ventilazione (ristagno e accumulo di inquinanti) nonché alla presenza di sostanze chimiche (idrocarburi e biossido di azoto) dette "precursori", che attivano e alimentano le reazioni fotochimiche producendo ozono, radicali liberi, perossidi e altre sostanze organiche. L'ozono è quindi un tipico inquinante secondario, in quanto non è emesso praticamente da nessuna sorgente diretta, ad eccezione delle stampanti laser, delle fotocopiatrici e delle scariche elettriche che si possono verificare durante i temporali. L'elevata energia necessaria per la reazione

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

chimica che origina l'ozono da più molecole di ossigeno, determina una modesta concentrazione di fondo di questo composto negli strati bassi dell'atmosfera, mentre è più elevata nella stratosfera, in cui l'ozono svolge un ruolo fondamentale nell'assorbimento delle radiazioni ultraviolette dannose per la salute perché causa di melanomi.

L'ozono è un gas irritante per le mucose (occhi, apparato respiratorio, ecc.). L'elevato potere ossidante gli consente di recare danno a qualsiasi sostanza biologica; esso, ad esempio, viene assorbito dalle piante a livello fogliare ed esplica un'azione dannosa sul metabolismo della fotosintesi clorofilliana. Può cagionare danno ai lipidi delle membrane cellulari. La gomma e le fibre tessili sono materiali che possono essere alterati chimicamente se esposti a contatto più o meno prolungato con l'ozono. L'O₃ può causare irritazioni agli occhi e al tratto respiratorio e, per esposizioni prolungate, può provocare reazioni asmatiche e danni polmonari. Si possono inoltre avere effetti sul sistema nervoso centrale con mal di testa, perdita di concentrazione e di attenzione.

IL MONOSSIDO DI CARBONIO

Il monossido di carbonio (CO), noto anche ossido di carbonio è uno degli inquinanti atmosferici più diffusi. È un gas tossico, incolore, inodore e insapore che viene prodotto ogni volta che una sostanza contenente carbonio brucia in maniera incompleta. È più leggero dell'aria e diffonde rapidamente negli ambienti.

Come l'anidride carbonica (CO₂) deriva dall'ossidazione del carbonio in presenza di ossigeno. La sua presenza è quindi legata ai processi di combustione che utilizzano combustibili organici. In ambito urbano la sorgente principale è rappresentata dal traffico veicolare per cui le concentrazioni più elevate si riscontrano nelle ore di punta del traffico. Il principale apporto di questo gas (fino al 90% della produzione complessiva) è determinato dagli scarichi dei veicoli a benzina in condizioni tipiche di traffico urbano rallentato (motore al minimo, fasi di decelerazione, ecc.): per questi motivi viene riconosciuto come tracciante di inquinamento veicolare.

Tra i motori degli autoveicoli, quelli a ciclo Diesel ne emettono quantità minime, in quanto la combustione del gasolio avviene in eccesso di aria.

Minore è il contributo delle emissioni delle centrali termoelettriche, degli impianti di riscaldamento domestico e degli inceneritori di rifiuti, dove la combustione avviene in condizioni migliori con formazione di anidride carbonica. Altre sorgenti significative di CO sono le raffinerie di petrolio, gli impianti siderurgici e, più in generale, tutte le operazioni di saldatura. È infine presente in concentrazioni significative nel fumo di sigaretta ed è un pericoloso inquinante prodotto nel corso di incendi.

È definito un inquinante primario a causa della sua lunga permanenza in atmosfera che può raggiungere i quattro - sei mesi e proprio per questo motivo può essere utilizzato come tracciante dell'andamento temporale degli inquinanti primari al livello del suolo.

Mentre gli effetti sull'ambiente sono da ritenersi sostanzialmente scarsi o trascurabili, relativamente agli aspetti igienico-sanitari è da rimarcare l'elevata affinità (circa 240 volte superiore a quella per l'ossigeno) che questo gas dimostra nei confronti dell'emoglobina con formazione di un complesso estremamente stabile (carbossi-emoglobina). Considerando che l'emoglobina è la molecola organica deputata nell'uomo al trasporto

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

dell'ossigeno ai vari organi e tessuti, è evidente come in presenza di elevate concentrazioni di CO, alcune fasce di popolazioni quali neonati, cardiopatici, asmatici e più in generale le persone anziane possano incorrere in alterazioni delle funzioni polmonari, cardiache e nervose, effetti questi conseguenti ad una verosimile azione tossica del composto sugli enzimi cellulari che inibiscono, per questa via, la respirazione.

Cefalea e vertigini sono generalmente riconosciuti come i primi sintomi di avvelenamento da tale composto chimico: ulteriori e successivi effetti fisiopatologici sono le alterazioni psicomotorie con diminuzione della vigilanza, dell'acuità visiva, della capacità di apprendimento e dell'esecuzione di test manuali.

Recenti studi epidemiologici hanno infine dimostrato l'associazione causale tra aumento delle concentrazioni di CO ed incremento della mortalità giornaliera totale, di quella specifica per malattie cardiovascolari e respiratorie a breve termine.

3.2.2 Polveri

L'insieme complessivo delle particelle presenti in atmosfera prende il nome di PTS (Particolato Totale Sospeso). Con la terminologia aerosol atmosferici si intende l'insieme delle particelle la cui dimensione può variare da qualche decimo a qualche centinaio di micron (μm). Particelle di diametro inferiore a $2.5\mu\text{m}$ (generalmente indicate con la sigla PM2.5) sono dette particolato fine (fine particles), quelle di dimensione superiore genericamente polveri (coarse particles). Si definisce inoltre la classe PM10 che rappresenta la porzione di particolato con diametro inferiore ai $10\mu\text{m}$ e sulla quale è attualmente concentrata l'attenzione in termini sia scientifici sia legislativi.

I particolati presenti in atmosfera provengono anche da processi naturali, quali le eruzioni vulcaniche e l'azione del vento sulla polvere e sul terreno, processi che solo raramente provocano vero e proprio inquinamento (tranne localmente, a fronte di eventi particolarmente intensi). La sorgente principale è infatti da ricercarsi nelle attività dell'uomo, tipicamente l'industria (costruzioni e fonderie) e i processi di combustione incompleta (fumi). Per quanto riguarda gli impianti di combustione fissi, il maggior contributo è fornito dalle centrali termoelettriche. Il traffico contribuisce all'inquinamento dell'aria da particolato sia a causa del processo di combustione, sia attraverso la lenta polverizzazione della gomma dei pneumatici, dei freni e dell'asfalto; nondimeno, anche il risollevarsi della polvere depositata al suolo dovuto al moto dei veicoli (risospensione) produce un contributo emissivo rilevante. Il diametro delle particelle in sospensione è indicativamente correlato alla fonte di provenienza, come indicato nella seguente tabella.

Tabella 7 Dimensioni ed emissioni di particolato

Diametro	Provenienza
>10 μm	processi meccanici (es. erosione del vento, macinazione e diffusione), polverizzazione di materiali da parte di veicoli;
tra 1 μm e 10 μm	provenienza da particolari tipi di terreno, da polveri e prodotti di combustione di determinate industrie e da sali marini in determinate località;
tra 0.1 μm e 1 μm	combustione ed aerosol fotochimici;
<0.1 μm	particelle non sempre identificabili chimicamente, originate apparentemente quasi del tutto da processi di combustione.

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Le particelle che possono produrre degli effetti indesiderati sull'uomo sono sostanzialmente quelle di dimensioni più ridotte, infatti nel processo della respirazione le particelle maggiori di 15 micron vengono generalmente rimosse dal naso. Il particolato che si deposita nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (cavità nasali, faringe e laringe) può generare vari effetti irritativi come l'infiammazione e la secchezza del naso e della gola; tutti questi fenomeni sono molto più gravi se le particelle hanno assorbito sostanze acide (come il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto).

3.2.3 Metalli

Fra i metalli con azione tossica si annoverano i cosiddetti metalli pesanti (piombo, cadmio, arsenico, mercurio, cromo, manganese), ma in generale, con effetto tossico naturalmente commisurato alle quantità, effetti variamente nocivi possono essere indotti dall'assorbimento in varie forme di moltissimi altri (compresi alluminio, arsenico, rame, oro, zinco, etc.).

I metalli presenti nel particolato atmosferico provengono da una molteplice varietà di fonti: il cadmio e lo zinco sono originati prevalentemente da fonti industriali, il rame e il nichel dai processi di combustione, il piombo dalle emissioni autoveicolari.

Tra i metalli che sono stati storicamente oggetto di monitoraggio, quelli di maggiore rilevanza sotto il profilo tossicologico sono il nichel, il cadmio, e il piombo. I composti del nichel, del cadmio sono classificati dalla Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro come cancerogeni per l'uomo. Per il piombo è stato evidenziato un ampio spettro di effetti tossici, in quanto tale sostanza interferisce con numerosi sistemi enzimatici.

3.2.4 I.P.A.

Con il termine di Idrocarburi Policiclici Aromatici viene definito un complesso di composti chimici di cui il benzo(a)pirene è uno dei più conosciuti: queste sostanze si trovano in atmosfera come prodotto di processi pirolitici e di combustioni incomplete, con formazione di particelle carboniose che li adsorbono e li veicolano, da impianti industriali, di riscaldamento e dalle emissioni di autoveicoli.

Gli I.P.A. sono generalmente composti persistenti, caratterizzati da un basso grado di idrosolubilità e da una elevata capacità di aderire al materiale organico.

Alcune di queste sostanze (benzo(a)pirene, benzo(a)antracene, dibenzo(a,h)antracene, benzo(b,j,k)fluorantene) vengono classificate, analogamente al benzene, come cancerogene di categoria 1, R45 dalla C.E., nel Gruppo 1 (sostanze per le quali esiste una accertata evidenza in relazione all'induzione di tumori nell'uomo) dalla International Agency for Research on Cancer.

In particolare un'esposizione diretta e prolungata agli Idrocarburi Policiclici Aromatici può indurre la formazione di neoplasie a livello polmonare, della cute, laringe, esofago e stomaco.

Il benzo(a)pirene, oltre ad essere uno di quelli dotati di maggiore potenza cancerogena, risulta anche presente in concentrazioni significative nel particolato emesso dagli scarichi autoveicolari, secondo un rapporto piuttosto costante rispetto alla somma degli altri I.P.A.. Per questo motivo la sua concentrazione in atmosfera

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

viene considerata un indicatore attendibile del rischio cancerogeno complessivo associato alla presenza in atmosfera di I.P.A. in aree ad elevata intensità di traffico autoveicolare.

3.3 STRUMENTAZIONE DI MISURA

I rilievi della qualità dell'aria verranno eseguiti mediante utilizzo di:

1. Laboratorio mobile
2. Campionatori gravimetrici sequenziali.

3.3.1 Laboratorio mobile

La stazione di rilevamento sarà organizzata in tre blocchi principali:

- a) analizzatori automatici per la valutazione degli inquinanti;
- b) centralina per la valutazione dei parametri meteorologici;
- c) unità di acquisizione ed elaborazione dati.

Tutti gli analizzatori con i quali saranno equipaggiati i mezzi mobili di rilevamento saranno in grado di funzionare 24 ore su 24 e saranno conformi a quanto previsto dalla normativa di riferimento in materia.

3.3.2 Campionatori gravimetrici sequenziali

Per l'esecuzione dei campionamenti gravimetrici di polveri si utilizzeranno campionatori sequenziali semiautomatici gravimetrici, con taglio sul diametro dinamico del particolato sospeso (PTS, PM10, PM2.5), attraverso l'utilizzo di teste di campionamento US EPA, che consentono la raccolta delle particelle delle dimensioni desiderate, indipendentemente dalla velocità del vento.

Il principio del metodo consiste nell'aspirare l'aria ad un flusso costante attraverso un sistema di ingresso di geometria particolare, in cui il materiale particellare sospeso viene separato inerzialmente in frazioni dimensionali definite e raccolto su filtri, condizionati e pesati precedentemente.

Generalmente tali postazioni sono dotate di campionatore sequenziale contenente al suo interno un certo numero di filtri (già condizionati e pesati) e programmabile in modo tale da sostituire, con la cadenza programmata (24 ore a partire dalle ore 24.00), i filtri e coprire l'intero periodo di monitoraggio.

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

4. METODOLOGIA DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO

Per le metodologie di campionamento ed analisi in situ e in laboratorio si dovranno mutuare le metodiche di riferimento riconducibili a consolidati criteri di indagine proposti da autorevoli enti di uniformazione e standardizzazione nazionali ed internazionali (Europei UNI-EN ed extraeuropei ISO) e/o istituti di ricerca (Environmental protection Agency of United States of America), ISS (Istituto Superiore di Sanità), UNICHIM (ente di normazione tecnica operante nel settore chimico federato all'UNI - ente nazionale di UNificazione), ASTM (American Standard Test Method), DIN (Deutsches Institut für Normung) etc. Le metodiche di riferimento sono inoltre indicate all'allegato VI del D.Lgs 155/2010, e riportati nella Tabella 20.

In tutte le stazioni devono essere effettuate le misure delle grandezze meteorologiche.

4.1 PARAMETRI METEOROLOGICI

Ciascuna postazione di monitoraggio sarà dotata di stazione meteorologica, in modo tale da consentire un'immediata correlazione fra le concentrazioni di inquinanti rilevate e le condizioni al contorno. Va inoltre curata con molta attenzione la taratura degli strumenti.

Di seguito alcuni accorgimenti che sarebbe preferibile adottare:

- Pluviometro:
 - a. eventuali ostacoli (alberi, edifici o altro) non dovrebbero circondare la bocca del pluviometro ad una distanza almeno di 2-4 volte la loro altezza sopra la bocca del pluviometro stesso. La vicinanza di alberi oltre a costituire ostacolo può causare, con la caduta accidentale di foglie e rametti, l'ostruzione parziale della bocca tarata dando errori nella registrazione della pioggia. A ciò si può ovviare eventualmente ponendo al di sopra della bocca tarata del pluviometro una rete metallica a maglia fine (tipo quelle che si usano per il fornello da campeggio) che dovrà essere ben ancorata allo strumento;
 - b. aree in pendenza o su falde di tetti dovrebbero essere evitate. Gli effetti dell'inclinazione di un versante sul rilievo pluviometrico sono grossi;
 - c. è consigliata un'altezza da terra di 30 cm.
- Anemometro: a causa degli effetti dell'attrito, la velocità del vento può variare considerevolmente fra i primi 10 metri sopra il terreno e le quote superiori. L'altezza standard per l'esposizione degli anemometri sulla terraferma con terreno libero è di circa 10 metri dal suolo (OMM, 1983). Per terreno libero si intende un'area dove la distanza tra l'anemometro e qualsiasi ostacolo sia come minimo 8 - 10 volte l'altezza dell'ostacolo stesso.
- Direzione del vento: per quanto riguarda la determinazione della direzione del vento si raccomanda di trovare con esattezza, mediante bussola, i punti cardinali del luogo dove si trova l'anemoscopio o la banderuola.
- Pressione atmosferica: l'OMM consiglia l'uso di barometri a mercurio ad alta precisione.
- Igrometro: l'OMM consiglia l'uso degli psicrometri a ventilazione forzata (OMM, 1983) ; è consigliata un'altezza compresa tra 1.25 m e 2 m.

PROGETTO ESECUTIVO

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

- Termometro: l'OMM consiglia l'uso di termometri esposti all'aria libera (a resistenza o termocoppia) dotati di elementi sensibili con reazione all'irraggiamento molto ridotta (OMM,1983); è consigliata un'altezza compresa tra 1.25 m e 2 m da terra.

I dati saranno restituiti nelle seguenti unità di misura e con cadenza temporale pari a 5 minuti. La tabella riporta anche le indicazioni fornite dal WMO relativamente al range di operatività degli strumenti, alla risolutezza e all'accuratezza.

Tabella 8: Specifiche sulla restituzione dei parametri meteorologici

Parametro	Unità di misura	Range	Risoluzione	Accuratezza
Direzione del vento	Gradi sessagesimali	0 - 360	10°	±5%
Intensità del vento	m/s	0 - 75 m/s	0.5 m/s	±0.5 m/s per v<5 m/s ±10 m/s per v>5 m/s
Temperatura	°C	-60 - +60	0.1 k	±0.1 k
Pressione atmosferica	hPa	920 – 1080 hPa	0.1 hPa	±0.1 hPa
Umidità relativa	%	5 – 100 %	1 %	±3%
Precipitazioni	mm	0 - >400 mm	0.1 mm	±0.1 mm per <5mm ±2 mm per v>5mm

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

5. LOCALIZZAZIONE, FREQUENZA E PERIODICITÀ DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

5.1 ESTENSIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

Le fasi oggetto di monitoraggio sono:

Ante Operam, in modo da fornire il quadro sulla qualità dell'aria e sul meteoclima nell'area geografica che risulti di impatto rilevante per la protezione della salute e degli ecosistemi.

Corso d'Opera, con lo scopo di consentire il controllo dell'evoluzione degli indicatori di qualità dell'aria e degli indicatori meteorologici influenzati dalle attività di cantiere e dalla movimentazione dei materiali.

È esclusa la fase Post Operam, poiché, per questo progetto, tale piano di monitoraggio ha individuato la fase di cantiere come quella maggiormente incidente sulla qualità dell'aria, essendo l'opera da realizzarsi prettamente in galleria (naturale e artificiale).

Il piano di monitoraggio deve assicurare il controllo degli indicatori per i tempi di media previsti dalla normativa per i diversi inquinanti.

La rete di monitoraggio per la qualità dell'aria nella Provincia della Spezia è così composta:

- rete fissa (centraline della qualità dell'aria), costituita da:
 - a. n. 13 stazioni fisse;
 - b. n. 1 stazione meteo;
- n. 1 laboratorio mobile, utilizzato per effettuare campagne di breve durata, monitorare realtà puntuali e verificare eventuali criticità contingenti;
- n. 1 rete di monitoraggio del Benzene che interessa l'intero Comune della Spezia, costituita da:
 - a. 38 punti di misura distribuiti sull'area urbana;
 - b. 8 ulteriori punti ubicati nell'area più critica della città della Spezia.

La durata temporale della fase di monitoraggio AO sarà di 6 mesi durante i quali è prevista l'esecuzione di n. 1 campagne di monitoraggio semestrale in corrispondenza del punto individuato ATM01, da effettuarsi per la tipologia di misura ATMT (della durata di 14 giorni). Per quanto concerne il monitoraggio dei punti individuati per la tipologia di misura POLC, si prevede lo svolgimento di n.2 campagne di monitoraggio trimestrali della durata di 7 giorni (POLC02 e POLC04).

La durata temporale della fase di monitoraggio CO sarà di 32 mesi durante i quali è prevista l'esecuzione di n. 5 campagne di monitoraggio semestrali in corrispondenza del punto individuato di tipo ATMT (durata di 14 giorni). Per quanto concerne il monitoraggio dei punti individuati per la tipologia di misura POLC, si prevede lo svolgimento di n.10 campagne di monitoraggio trimestrali della durata di 7 giorni.

Nella tabella seguente sono indicate le tipologie di monitoraggio, il numero e la durata delle campagne di monitoraggio da effettuare per ogni fase.

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Tabella 9: Tipologie di punti di monitoraggio previsti

Tipo	Parametri da monitorare	Numero di campagne		Periodo campagna
		AO	CO	
POLC	PTS, PM ₁₀ , PM _{2.5} Meteo	2 (trimestrale)	10 (trimestrale)	7gg
ATMT	PM ₁₀ , PM _{2.5} , Benzene, Toluene, Xilene, NO, NO _x , NO ₂ , CO, O ₃ , SO ₂ Meteo IPA Analisi metalli	1 (semestrale)	5 (semestrale)	14gg

5.2 INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

In base alle Linee guida per il PMA, per l'individuazione dei punti da monitorare all'interno delle aree sensibili si sono messe in relazione le aree sensibili con la mappatura degli impatti previsti per i vari parametri, si sono definite le aree a maggiore rischio di impatto e si sono individuati i relativi ricettori. Ogni singolo parametro si intende definito dalla grandezza chimica o fisica, dal tempo di media della misura e dal periodo di riferimento.

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

6. ATTIVITA' DI MISURA

Le attività di misura si distinguono in due sezioni; le attività in campo e le attività in sede. Le figure coinvolte in tali attività sono l'Oc (operatore di campo), come figura che esegue il rilievo, ed il GMA (gruppo di monitoraggio ambientale), come struttura decisionale e organizzativa delle attività di misura. Di seguito si illustrano le due fasi del monitoraggio evidenziando i ruoli da attribuire alle due figure coinvolte.

6.1 ATTIVITÀ IN CAMPO

L'attività in campo, gestita dal GMA, viene realizzata interamente in situ da tecnici appositamente selezionati, che devono provvedere alle attività necessarie per la compilazione delle schede di misura, per la restituzione dei dati e per un corretto campionamento. Di seguito si descrivono i processi decisionali delle attività di misura.

6.1.1 Sopralluogo in campo

Sarà necessario effettuare un preliminare sopralluogo in campo finalizzato all'accertamento dello stato dei luoghi e a definire in dettaglio (a livello attuativo) i punti di monitoraggio; tale sopralluogo interesserà sia l'Oc sia un rappresentante del GMA per concordare il punto di prelievo. Durante tale sopralluogo sarà possibile compilare la sezione della scheda di monitoraggio dedicata alla "Localizzazione geografica", in particolare il campo "Accesso al punto di misura"; in tal modo il personale addetto al rilievo disporrà di tutte le informazioni per accedere al punto di monitoraggio prescelto. Saranno anche effettuate fotografie e sarà riportato, nella scheda, uno stralcio cartografico con indicata l'ubicazione del punto di monitoraggio. Il sopralluogo sarà effettuato una sola volta prima di qualsiasi attività di misura.

In allegato al presente studio sono già disponibili le schede relative a tale sopralluogo.

6.1.2 Acquisizione dei permessi

Durante il sopralluogo, qualora per accedere alla sezione di campionamento si renda necessario attraversare proprietà private, si potrà procedere, eventualmente, all'acquisizione di un permesso scritto in cui saranno indicati:

- le modalità di accesso alla sezione di misura;
- l'attività che sarà svolta dal personale tecnico;
- il codice del punto di monitoraggio.

Il permesso sarà acquisito sia in presenza dell'Oc sia di un rappresentante del GMA.

6.1.3 Attività di misura

L'attività di misura e di campionamento dovrà essere effettuata da Oc. Per la componente atmosfera l'attività di misura in campo consiste preliminarmente nella verifica delle corrette condizioni per il rilievo rispetto le lavorazioni in corso; tale attività risulta fondamentale in quanto l'operatore, oltre la verifica delle buone condizioni tecniche per l'esecuzione del rilievo, dovrà verificare che le attività di costruzione in corso siano esattamente quelle per le quali il GMA ha previsto il controllo a seguito dell'analisi del programma di cantiere.

Si possono presentare due casi:

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

1. il rilievo non può avere luogo: qualora ciò accada l'Oc dovrà informare tempestivamente il Ra e valutare con lo stesso come procedere. Potranno verificarsi almeno due casi:
 - si sono verificate alterazioni significative delle condizioni iniziali in prossimità del punto di monitoraggio. Il Ra potrà valutare l'opportunità di effettuare un sopralluogo congiunto con l'Oc e procedere alla rilocalizzazione del punto di monitoraggio. La rilocalizzazione comporterà la definizione di un nuovo punto di monitoraggio e la soppressione del precedente; pertanto il Ra dovrà procedere ad un aggiornamento dell'elenco dei punti di misura e all'effettuazione del sopralluogo.
 - non sono in corso le attività di costruzione per le quali il Ra aveva stabilito il monitoraggio: il Ra potrà comunque decidere di effettuare il campionamento o concordare una nuova data in relazione agli obiettivi di monitoraggio fissati.
2. il rilievo può avere luogo: qualora sia svolta l'attività di misura saranno compilate le sezioni della scheda di misura dedicate alla descrizione:
 - della posizione rispetto la potenziale interferenza, sia essa di fronte avanzamento lavori sia di cantiere;
 - della strumentazione utilizzata;
 - della data di inizio del rilievo;
 - i codici dei filtri/campionatori messi in campo per ogni tipologia di indagine (polveri, gas, campionatori passivi).

Al termine della misura l'Oc provvederà a recuperare la strumentazione e a rilocalizzarla ove indicato dal Gruppo di Monitoraggio Ambientale. L'Oc scaricherà dagli strumenti, quelli per i quali è possibile, i dati nel formato originale.

6.2 ATTIVITÀ IN SEDE

L'attività di misura in campo prevede un'organizzazione preliminare che passa attraverso l'analisi del programma di cantiere richiesto dal GMA alle imprese di costruzione e la preparazione di tutto il materiale necessario per il campionamento (filtri, campionatori passivi, sistemi automatici, ...). L'attività successiva a quella di campo richiede che tutti i dati siano organizzati, che le analisi siano effettuate nel minor tempo possibile e che l'Oc inserisca tutti i dati del SIT per permettere al GMA l'analisi e la validazione degli stessi dati.

Le figure coinvolte in tale attività sono l'Oc, il GMA e il capo cantiere per eventuale richiesta di chiarimenti in relazione alle attività di costruzione.

6.2.1 Attività preventiva all'uscita in campo

Di seguito viene illustrato il flusso decisionale delle attività di misura.

1. il GMA richiede alle imprese di costruzioni l'aggiornamento della programmazione di cantiere;
2. il GMA decide il programma delle attività di monitoraggio;
3. il GMA comunica il piano di monitoraggio all'Oc;
4. l'Oc conferma la fattibilità dei rilievi richiesti;
5. il GMA avvisa gli enti di controllo del possibile programma di rilievi;

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

6. il GMA richiede conferma dell'esecuzione del rilievo il giorno precedente alla data di misura programmata;
7. il GMA conferma la data del rilievo all'ente di controllo il giorno precedente.

6.2.2 Attività successiva all'uscita in campo

Una volta rientrato in sede l'Oc:

- a) porterà al laboratorio, quanto prima, nel caso di buon esito dell'attività di campionamento, i campioni acquisiti;
- b) comunicherà l'esito del monitoraggio al GMA; tale attività sarà svolta in ogni caso anche qualora siano avvenuti colloqui telefonici durante l'attività in campo; la comunicazione dell'avvenuto o non avvenuto rilievo sarà realizzata tramite il SIT compilando i campi relativi al nome operatore, data, foto, note;
- c) trasferirà sulla scheda di misura informatizzata quanto registrato in campo;
- d) invierà i dati di campo al GMA tramite il SIT;
- e) laboratorio non appena queste saranno disponibili.

La scheda si compone di una sezione generale dedicata all'inquadrimento della postazione di misura per ogni tipologia di rilievo. Si compileranno i campi in funzione del tipo di rilievo:

- dati di polveri: saranno riportati i dati giornalieri con l'indicazione del codice del campione, i valori massimi, medi e minimi registrati; saranno inoltre elaborati grafici che illustrano il trend temporale del parametro;
- dati inquinanti gassosi: saranno riportati i valori medi giornalieri ed il valore medio, minimo e massimo dell'intera campagna di misura; saranno inoltre elaborati grafici che illustrano il trend temporale del parametro;
- dati campionatori passivi: sarà indicato il valore registrato ed il codice del campione;
- dati meteorologici: saranno riportati i valori medi orari e giornalieri ed il valore medio, minimo e massimo dell'intera campagna di misura; saranno inoltre elaborati grafici che illustrano il trend temporale della pioggia, della velocità del vento, della temperatura, la rosa dei venti, l'umidità, la radiazione netta e globale;
- invierà tutti i dati acquisiti e non ancora trasmessi (le analisi di laboratorio) al GMA tramite il SIT corredati da una propria valutazione; contestualmente sarà caricata nel SIT la scheda di misura completa in ogni sua parte. Non appena i dati saranno disponibili sul SIT, il GMA procederà alla valutazione ed analisi degli stessi.

6.3 ANALISI DEI DATI

I valori riportati rappresentano i limiti attualmente vigenti che costituiscono il principale riferimento per il PMA.

Tabella 10 - Limiti alle concentrazioni di inquinanti dell'aria indicati dal DLG n.155 del 13/8/2010 recepimento della dir 2008/50/CE

Inquinante	Tipo di limite	Limite	Tempo di mediazione dati
------------	----------------	--------	--------------------------

Variante alla S.S.1 " Via Aurelia"
 Viabilità di accesso all'hub portuale di La Spezia
 Lavori di costruzione della variante alla S.S.1 Via Aurelia – 3° Lotto
 2° Stralcio funzionale B dallo Svincolo di Buon Viaggio allo Svincolo di S. Venerio
 Completamento

PROGETTO ESECUTIVO

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

<i>Monossido di carbonio</i>	valore limite per la protezione della salute umana	10 mg/m ³	media massima giornaliera su 8 ore
<i>Benzene</i>	valore limite per la protezione della salute umana	5 µg/m ³	media annuale
<i>Biossido di azoto</i>	valore limite per la protezione della salute umana (da non superare più di 18 volte l'anno)	200 µg/m ³	media oraria
	valore limite per la protezione della salute umana	40 µg/m ³	media annuale
<i>Biossido di zolfo</i>	valore limite per la protezione della salute umana (da non superare più di 24 volte l'anno)	350 µg/m ³	media oraria
	valore limite per la protezione della salute umana (da non superare più di 3 volte l'anno)	125 µg/m ³	media nelle 24 ore
<i>Ossidi di azoto</i>	valore limite per la protezione degli ecosistemi	30 µg/m ³	media annuale
<i>PM₁₀</i>	valore limite per la protezione della salute umana (da non superare più di 35 volte l'anno)	50 µg/m ³	media nelle 24 ore
	valore limite per la protezione della salute umana	40 µg/m ³	media anno
<i>PM_{2,5}</i>	valore limite per la protezione della salute umana	25 µg/m ³	media annuale

Tuttavia va tenuto presente che l'individuazione di superamenti rispetto ai valori tabellati comporta preliminarmente una verifica della corretta esecuzione del campionamento e dell'analisi.

Il percorso di analisi del dato sarà effettuato dal GMA che, nella funzione del Ra, potrà, qualora lo ritenga necessario, richiedere chiarimenti:

- agli Oc: per verificare che non vi sia stata commistione fra i campioni, che la conservazione degli stessi sia stata effettuata correttamente e per sapere la data di consegna al laboratorio;
- all'analista di laboratorio: per verificare la corretta preparazione del campione alla misura e poi all'analisi, la taratura della strumentazione di laboratorio, il certificato di analisi rispetto ai dati numerici caricati sul SIT, la data di analisi;
- agli Ac: per verificare le attività connesse al progetto svolte nell'area indagata, le eventuali evidenze emerse durante i campionamenti, le condizioni delle aree limitrofe al sito di indagine;

A seguito delle informazioni acquisite il Ra potrà:

- programmare altri campionamenti, anche su un'area più ampia di quella strettamente connessa con il punto di monitoraggio;
- integrare le analisi da effettuare;
- proporre modifiche alle modalità di costruzione;
- proporre la sospensione delle attività di costruzione.

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

7. PROGRAMMA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO

La tabella riporta in sintesi le attività previste e suddivise per le fasi di M.A.

7.1 ANTE OPERAM

Codice punto	Localizzazione	Frequenza	DURATA	PERIODO	N° misure totali
POLC-002	Svincolo San Venerio	TRIMESTRALE	7 giorni	6 MESI	2
POLC-004	Galleria artificiale Felettino I	TRIMESTRALE	7 giorni	6 MESI	2
ATMT-001	Viabilità di cantiere (Lungo SP1 via Sarzana incrocio via Rossi)	SEMESTRALE	14 giorni	6 MESI	1

7.2 CORSO D'OPERA

Codice punto	Localizzazione	Frequenza	DURATA	PERIODO	N° misure totali
POLC-002	Svincolo San Venerio	TRIMESTRALE	7 giorni	32 MESI	10
POLC-004	Galleria artificiale Felettino I	TRIMESTRALE	7 giorni	32 MESI	10
ATMT-001	Viabilità di cantiere (Lungo SP1 via Sarzana incrocio via Rossi)	SEMESTRALE	14 giorni	32 MESI	5