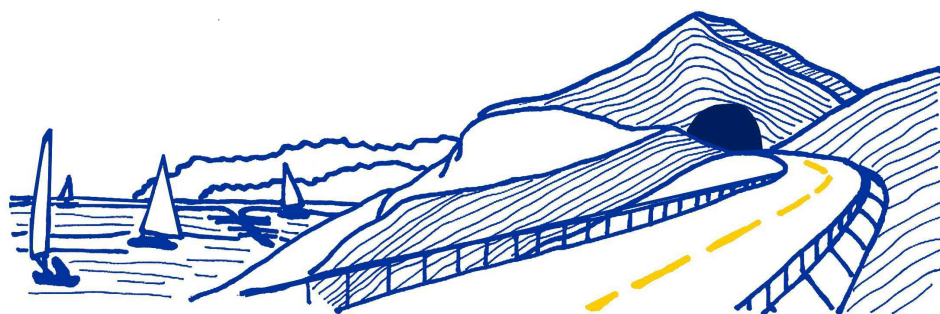


**VARIANTE ALLA S.S.1 AURELIA (AURELIA BIS)
VIABILITA' DI ACCESSO ALL' HUB PORTUALE DI LA SPEZIA
INTERCONNESSIONE TRA I CASELLI DELLA A-12 E IL PORTO DI LA SPEZIA
3° LOTTO TRA FELETTINO E IL RACCORDO AUTOSTRADALE**

PROGETTO ESECUTIVO DI STRALCIO E COMPLETAMENTO C - 3° TRATTO

PROGETTO ESECUTIVO

GE265



VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Fabrizio CARDONE

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Alessandro RODINO

PROGETTISTA SPECIALISTA



Ing. Francesco CARNEVALE

IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Dott. Domenico TRIMBOLI

**PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO AMBIENTALE
ATMOSFERA
Relazione Tecnica**

CODICE PROGETTO	NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO DPGE0265	T00MO02AMBRE01_A	A	-
LIV. PROG. N. PROG. E 20	CODICE ELAB. T00MO02AMBRE01		

C	<i>Il presente documento viene allegato al fine di garantire la completezza del Progetto di Completamento, nella sua versione originale di emissione (Rif.: T00MO02AMBRE01 - C. C. Lotti e Associati Società di Ingegneria S.p.A., 2011), così come fornito dalla Stazione Appaltante.</i>				
B					
A	EMISSIONE	Aprile 2021	-	F. Carnevale	A. Nardi
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



Anas SpA

1536

Compartimento della Viabilita' per la Liguria



COMUNE DELLA SPEZIA

VARIANTE ALLA SS N° 1 AURELIA (AURELIA BIS)
VIABILITA' DI ACCESSO ALL' HUB PORTUALE DI LA SPEZIA
INTERCONNESSIONE TRA I CASELLI DELLA A-12 ED IL PORTO DI LA SPEZIA

LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA VARIANTE ALLA S.S. 1 AURELIA - 3° LOTTO
TRA FELETTINO ED IL RACCORDO AUTOSTRADALE

PROGETTO ESECUTIVO

C	Marzo 2011	Emissione per consegna	Tenerani	Rocchi	Fimiani
B	Marzo 2011	Emissione per consegna	Tenerani	Rocchi	FIMIANI
A	Febbraio 2011	Emissione per consegna	Ambiente	Fimiani	POLICICCHIO
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

TITOLO ELABORATO:

PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO AMBIENTALE

ATMOSFERA
Relazione Tecnica

Visto: Il Responsabile Unico del Procedimento

CODICE PROGETTO			CODICE ELABORATO																										
L	0	9	0	2	A	E	1	0	0	1	T	0	0	-	M	0	0	2	-	A	M	B	-	R	E	0	1	-	C

SCALA:	DATA: Marzo 2011	COMMESSA: C287A	NOME FILE:
--------	------------------	-----------------	------------

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI IMPRESE

MANDATARIA	MANDANTE	MANDANTE

PROGETTISTA INDICATO	IL PROGETTISTA	IL GEOLOGO	COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

**PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO
AMBIENTALE (PMCA)
ATMOSFERA
RELAZIONE TECNICA**

N° PROGETTO: C287.A			ELABORATO: T00MO02AMBRE01C		
0	02/2011	EMISSIONE	Ambiente	Fimiani	Policicchio
1	03/2011	EMISSIONE	Tenerani	Rocchi	Fimiani
2	03/2011	EMISSIONE	Tenerani	Rocchi	Fimiani
3					
4					
<i>revisione</i>	<i>data</i>	<i>descrizione</i>	<i>redatto</i>	<i>controllato</i>	<i>approvato</i>

INDICE

1. PREMESSA	1
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
2.1 NORMATIVA COMUNITARIA.....	4
2.2 NORMATIVA NAZIONALE	4
3. DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	7
3.1 CRITERI DI SCELTA E DEFINIZIONE DEI RICETTORI	7
3.2 PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO	8
3.2.1 <i>Inquinanti gassosi</i>	14
3.2.2 <i>Polveri</i>	18
3.2.3 <i>Metalli</i>	19
3.2.4 <i>I.P.A.</i>	19
3.3 STRUMENTAZIONE DI MISURA	20
3.3.1 <i>Laboratorio mobile</i>	20
3.3.2 <i>Campionatori gravimetrici sequenziali</i>	20
3.3.3 <i>Stazione fissa</i>	22
4. METODOLOGIA DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO	23
4.1 CAMPIONAMENTO DEGLI INQUINANTI GASSOSI	23
4.2 CAMPIONAMENTO DELLE POLVERI	26
4.3 ANALISI DEI METALLI	28
4.4 ANALISI IPA.....	28
4.5 PARAMETRI METEOROLOGICI	28
5. LOCALIZZAZIONE, FREQUENZA E PERIODICITÀ DEI PUNTI DI MONITORAGGIO.....	31
5.1 ESTENSIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO.....	31
5.2 INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	32
6. ATTIVITA' DI MISURA.....	33
6.1 ATTIVITÀ IN CAMPO	33
6.1.1 <i>Sopralluogo in campo</i>	33
6.1.2 <i>Acquisizione dei permessi</i>	34
6.1.3 <i>Attività di misura</i>	34
6.2 ATTIVITÀ IN SEDE.....	35
6.2.1 <i>Attività preventiva all'uscita in campo</i>	35
6.2.2 <i>Attività successiva all'uscita in campo</i>	35
6.3 ANALISI DEI DATI	36
7. PROGRAMMA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO	38
7.1 ANTE OPERAM	38
7.2 CORSO D'OPERA	39
7.3 POST OPERAM.....	39

1. PREMESSA

Il presente documento definisce gli obiettivi e i criteri metodologici generali del Piano di Monitoraggio e Controllo 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.

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.

Come espressamente indicato dalle Linee Guida per la redazione del PMA della CSVIA, la definizione di tale contesto rappresenta, infatti, il presupposto di base al quale fare riferimento per la definizione generale dei contenuti stessi di PMA (cfr. Cap.1 "Il Proponente, congiuntamente al Progetto definitivo delle opere, deve presentare un Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA), redatto secondo le presenti linee guida, che illustri i contenuti, i criteri, le metodologie, l'organizzazione e le risorse che saranno impiegate per attuare il piano di Monitoraggio Ambientale (MA) che tenga conto della normativa generale e di settore esistente a livello nazionale e comunitario (per quest'ultimo relativamente a quanto già recepito) e delle indicazioni contenute nelle presenti Linee Guida.") e a questo deve conformarsi il PMA nei singoli aspetti del monitoraggio (metodologie, criteri localizzativi dei punti di indagine, parametri da monitorare, frequenza delle indagini, ecc.).

Lo stesso paragrafo 1.4 "Criteri metodologici di redazione del PMA" delle suddette Linee Guida riporta, inoltre, che "nella redazione del PMA si devono seguire le seguenti fasi progettuali:

- ***Identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici: sia per la definizione delle metodiche di monitoraggio che per la determinazione dei valori di riferimento, rispetto ai quali effettuare le valutazioni ambientali.***

Per quanto riguarda le norme cui far riferimento per l'esecuzione degli accertamenti in campo, nonché per quanto attiene i limiti imposti, il tipo di strumentazione da utilizzare, le grandezze da misurare, ecc., sono elencati nei paragrafi seguenti, distinti in riferimenti comunitari e nazionali.

In particolare, si segnala che nel recente passato l'evoluzione normativa ha dato origine alla direttiva 2008/50/CE – Concernente la Qualità dell'Aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa e al DLG 13/8/2010 n.155 - Attuazione della direttiva 2008/50/CE, che rappresentano il naturale riferimento per l'individuazione dei parametri indicatori della qualità dell'aria e delle relative metodiche e frequenze di campionamento.

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.

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 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.

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
Anno civile	40 µg/m ³ .

PM_{2,5}	
FASE 1	
Anno civile	25 µg/m ³
FASE 2	
Anno civile	Valore limite da stabilire con successivo decreto ai sensi dell'art.22, comma 6, tenuto conto del valore indicativo di 20 µg/m ³ e delle verifiche effettuate dalla Commissione Europea.

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

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 PMCA 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.).

Particolare attenzione verrà posta nel monitoraggio di zone a carattere maggiormente sensibile, nello specifico l’ospedale del Felettino, mediante l’adozione di soluzioni atte all’esecuzione di controlli continui con stazione fissa automatica al fine di mitigare nel minor tempo possibile potenziali criticità che potrebbero essere riscontrate.

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 (polveri e mezzi d’opera);
- 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
- Ossidi di azoto (NO, NO₂, NO_x)
- Monossido di carbonio (CO)
- Biossido di zolfo (SO₂)
- Metalli pesanti (Piombo, Nickel, Cadmio, Rame, Zinco, Alluminio e Manganese)

- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

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)
- 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

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 ATMC: rilievi della durata di 14 giorni di macroinquinanti e microinquinanti, gassosi e particellari;
- ▶ 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.

• IMPATTI DIRETTI E INDIRETTI GENERATI DALLA CANTIERIZZAZIONE IN AREE SENSIBILI

- ▶ misure tipo ATMCF: rilievi in continuo mediante centralina fissa di macroinquinanti e microinquinanti, gassosi e particellari.

Misure tipo ATMC - Rilievo della qualità dell'aria con mezzo mobile strumentato presso le aree di cantiere

Le misure della tipologia ATMC saranno eseguite con laboratori mobili strumentati in grado di rilevare in automatico i parametri richiesti. Le PTS verranno campionate con metodo gravimetrico.

I parametri che verranno monitorati attraverso la strumentazione installata sul laboratorio 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.

Tabella 4: Parametri di monitoraggio per misure di tipo ATMC

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)
NO _x , NO, NO ₂	1h	µg/m ³	Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)
PTS	24 h	µg/m ³	Media su 24 h	Gravimetrico (skypost o sim.)
PM ₁₀	1 h	µg/m ³	Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)
SO ₂	1 h	µg/m ³	Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)
Metalli (Pb, Ni, Cd, Cu, Zn, Al, Mn)	7 gg	µg/m ³	Media su 7 gg	Gravimetrico (skypost o sim.) e analisi su PTS
IPA	7 gg	µg/m ³	Media su 7 gg	Gravimetrico (skypost o sim.) e analisi su PTS

Da quanto sopra si evince che i parametri CO, PM10, NO_x, NO, NO₂, SO₂ verranno rilevati in continuo con apposito laboratorio e restituiti come valore medio orario (o come media su 8 ore laddove richiesto dalla normativa); il parametro PTS verrà acquisito mediante campionamento gravimetrico su filtro e restituito come valore medio giornaliero; i metalli pesanti verranno determinati a partire dal contenuto di PTS campionato e restituiti come valore medio settimanale (relativo alla prima settimana di monitoraggio); gli IPA verranno determinati a partire dal contenuto di PTS 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 5: Parametri meteorologici di monitoraggio

Parametro	Unità di misura
Direzione del vento	gradi sessagesimali
Velocità del vento	m/s
Temperatura	°C
Pressione atmosferica	mBar
Umidità relativa	%
Radiazione solare globale	W/m ²
Precipitazioni	mm

I parametri dovranno essere rilevati con punto di prelievo a 10 m dal piano campagna per direzione e velocità del vento e a 2 m per gli altri parametri.

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

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 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.

La misurazione delle polveri avverrà mediante campionatore gravimetrico per quanto riguarda il monitoraggio delle PTS e mediante analizzatore in continuo a raggi β per il PM₁₀.

Tabella 6: Parametri di monitoraggio per le misure di tipo POLC

Parametro	Campionamento	Unità di misura	Elaborazioni statistiche	Campionamento e determinazione
PM ₁₀	1 h	μg/m ³	Media su 1 h	Automatico
PTS	24 h	μg/m ³	Media su 24 h	Gravimetrico (skypost o sim.)

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.

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.

Tabella 7: 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)
NO _x , 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 (skypost o sim.)
PM _{2,5}	1 h	µg/m ³	Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)
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 (skypost o sim.) e analisi su PM ₁₀
IPA	7 gg	µg/m ³	Media su 7 gg	Gravimetrico (skypost o sim.) e analisi su PM ₁₀

Da quanto sopra si evince che i parametri CO, PM_{2,5}, NO_x, 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 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 8: Parametri meteorologici di monitoraggio

Parametro	Unità di misura
Direzione del vento	gradi sessagesimali
Velocità del vento	m/s
Temperatura	°C
Pressione atmosferica	mBar
Umidità relativa	%
Radiazione solare globale	W/m ²
Precipitazioni	mm

I parametri dovranno essere rilevati con punto di prelievo a 10 m dal piano campagna per direzione e velocità del vento e a 2 m per gli altri parametri.

Misure tipo ATMCF - Rilievo qualità aria con centralina fissa strumentata

Le misure della tipologia ATMCF saranno eseguite con centralina fissa strumentata in grado di rilevare in automatico i parametri richiesti. Le PTS verranno campionate con metodo gravimetrico.

I parametri che verranno monitorati attraverso la strumentazione installata sul laboratorio fisso 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.

Tabella 9: Parametri di monitoraggio per le misure di tipo ATMCF

Parametro	Campionamento	Unità di misura	Elaborazioni statistiche	Campionamento e determinazione
CO	1h	mg/m ³	Media su 8 ore / Media su 1 h	Automatico (centralina fissa)
NO _x , NO, NO ₂	1h	µg/m ³	Media su 1 h	Automatico (centralina fissa)
PTS	24 h	µg/m ³	Media su 24 h	Gravimetrico (skypost o sim.)
PM ₁₀	24 h	µg/m ³	Media su 24 h	Gravimetrico (skypost o sim.)
PM _{2,5}	1 h	µg/m ³	Media su 1 h	Automatico (centralina fissa)
SO ₂	1 h	µg/m ³	Media su 1 h	Automatico (centralina fissa)
BTX	1 h	µg/m ³	Media su 1 h ovvero media settimanale	Automatico (centralina fissa) ovvero campionatore passivo
O ₃	1 h	µg/m ³	Media su 8 ore / Media su 1 h	Automatico (centralina fissa)
Metalli (Pb, Ni, Cd, Cu, Zn, Al, Mn)	7 gg	µg/m ³	Media su 7 gg	Gravimetrico (skypost o sim.) e analisi su PTS
IPA	7 gg	µg/m ³	Media su 7 gg	Gravimetrico (skypost o sim.) e analisi su PTS

Da quanto sopra si evince che i parametri CO, NO_x, NO, NO₂, SO₂ verranno rilevati in continuo e restituiti come valore medio orario (o come media su 8 ore laddove richiesto dalla normativa); il parametro PTS e PM₁₀ 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 (per una settimana ogni mese di monitoraggio); gli IPA verranno determinati a partire dal contenuto di PM₁₀ campionato e restituiti come valore medio settimanale (per una settimana ogni mese di monitoraggio).

Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria dovranno essere rilevati su base oraria i parametri meteorologici riportati nella Tabella seguente, nella quale per ogni parametro viene indicata l'unità di misura.

Tabella 10: Parametri meteorologici da monitorare

Parametro	Unità di misura
Direzione del vento	gradi sessagesimali
Velocità del vento	m/s
Temperatura	°C
Pressione atmosferica	mBar
Umidità relativa	%
Radiazione solare globale	W/m ²
Precipitazioni	mm

I parametri dovranno essere rilevati con punto di prelievo a 10 m dal piano campagna per direzione e velocità del vento e a 2 m per gli altri parametri.

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. E' 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 alchilnitrati, i perossiacetilnitrati.

Recenti 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.

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.

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.

Secondo le stime dell'ANPA relative agli anni 1994, 1996 e 1997, circa l'80% del contributo proviene dal traffico veicolare, il 13.4% da altre fonti mobili ed il restante 6.2% da altre attività come processi industriali e uso dei solventi.

Insieme ad altri idrocarburi che evaporano velocemente benzene e toluene sono entrambi presenti nella benzina (verde e super); infatti, le percentuali di questi inquinanti nelle nostre città derivano quasi esclusivamente dal traffico veicolare.

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. Negli ultimi anni l'uso sempre più frequente di benzine con basso tenore di piombo ha aumentato la frazione aromatica dal 30% al 45 % in peso. Le emissioni di benzene e toluene sono inferiori nelle macchine con marmitte catalitiche: l'impiego di motori dotati di questo sistema riduce di circa sette volte le emissioni. 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.

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 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 nelle 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. E' un gas tossico, incolore, inodore e insapore che viene prodotto ogni volta che una sostanza contenente carbonio brucia in maniera incompleta. E' 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. E' infine presente in concentrazioni significative nel fumo di sigaretta ed è un pericoloso inquinante prodotto nel corso di incendi.

E' 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 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.

Dimensioni ed emissioni di particolato.

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

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; l'Organizzazione Mondiale della Sanità stima che, a fronte di una esposizione ad una concentrazione di nichel nell'aria di 1 g/m³ per l'intera vita, quattro persone su diecimila siano a rischio di contrarre il cancro. 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 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. Stazione fissa.

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.



Figura 1: Laboratorio mobile

3.3.2 Campionatori gravimetrici sequenziali

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

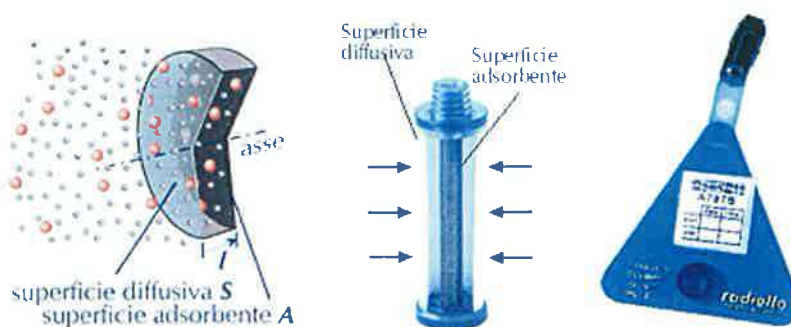
Il principio del metodo consiste nell'aspirare l'aria ad un flusso costante attraverso un sistema di ingresso di geometria particolare, in cui il materiale particellare sospeso viene separato inerzialmente in frazioni dimensionali definite e raccolto su filtri, condizionati e pesati precedentemente.

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.



Campionatori passivi a diffusione (Tipo "Radiello")

Si potrebbe prevedere di integrare la postazione mobile con l'utilizzo di n.1 postazione attrezzata con campionatore passivo a diffusione (tipo Radiello) per il campionamento dei BTEX (i BTEX potrebbero essere rilevati anche in automatico). La suddetta postazione coinciderà con quella individuata per il posizionamento del mezzo mobile e la strumentazione verrà installata direttamente sopra al mezzo mobile, in maniera tale da garantire l'omogeneità spaziale e la confrontabilità dei dati rilevati. Il campionatore a diffusione è rappresentato da una scatola chiusa cilindrica nella quale una delle piane è "trasparente" alle molecole gassose (superficie diffusiva) e quella opposta le adsorbe (superficie adsorbente). Sotto un determinato gradiente di concentrazione, le molecole gassose attraversano la superficie diffusiva diffondendo verso quella adsorbente lungo un percorso parallelo all'asse della scatola. Le sostanze adsorbibili vengono trattenute da quest'ultima superficie in accordo alla legge di Fick.



Nel caso specifico si farà uso di cartucce da 5,8 mm di diametro in rete di acciaio inossidabile e maglia di 100 mesh, riempite con 530 ± 30 mg di carbone attivo 35-50 mesh. I composti organici volatili saranno captati per adsorbimento, recuperati con solfuro di carbonio e analizzati in gascromatografia capillare con rivelatore FID.

Il limite di rilevabilità in seguito ad esposizione di 7 giorni è, in generale, compreso fra 0,05 e 1 $\mu\text{g}/\text{mc}$, secondo il composto. In ambienti esterni, l'elevato valore della portata equivalente di radiello permette limiti di rilevabilità molto bassi anche per esposizioni relativamente brevi. Ad esempio è possibile dosare il benzene a concentrazione di 2 $\mu\text{g}/\text{mc}$ con un errore non superiore al 4% in seguito ad esposizione di 8 ore. Il limite si abbassa a 0,1 $\mu\text{g}/\text{mc}$ per esposizione di 7 giorni, considerata la durata di esposizione ottimale: per tale motivo nel presente piano di monitoraggio si opta per una durata settimanale.

3.3.3 Stazione fissa

La stazione di rilevamento posta in prossimità dell'ospedale del Felettino sarà organizzata, come per il laboratorio mobile, 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 equipaggiate le stazioni di rilevamento saranno in grado di funzionare 24 ore su 24 e saranno conformi a quanto previsto dalla normativa di riferimento in materia.



Figura 2: Centralina fissa di monitoraggio

4. METODOLOGIA DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO

4.1 CAMPIONAMENTO DEGLI INQUINANTI GASSOSI

In conformità alle indicazioni di cui alle Linee Guida per il PMA della CSVIA (crf. Cap.1 dell'Appendice "Criteri specifici del PMA per singole componenti e/o fattori ambientali", "gli analizzatori delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria devono essere conformi alle specifiche tecniche stabilite della normativa in vigore (in particolare, per il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, il particolato, il piombo, il monossido di carbonio e il benzene i metodi di riferimento sono indicati nel DM 60/02).

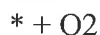
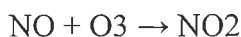
In riferimento al DLGS 13/8/2010 n.155 Allegato VI, nel presente PMA i metodi di riferimento per il campionamento degli inquinanti gassosi, da effettuarsi mediante laboratori mobili dotati di analizzatori automatici, sono i seguenti.

Ossidi di azoto (NO_x, NO, NO₂)

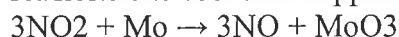
Il riferimento normativo è il DLG 13/8/2010 n.155. Nell' Allegato VI "Metodi di riferimento" si riporta al paragrafo A.2 il Metodo di riferimento per la misurazione del biossido di azoto e degli ossidi di azoto, che rimanda alla norma UNI EN 14211:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione del diossido di azoto e monossido di azoto mediante chemiluminescenza".

Eventuali metodi alternativi di misura devono rispondere ai requisiti di equivalenza descritti al paragrafo B dello stesso Allegato del Decreto.

Per la misurazione del biossido di azoto viene sfruttata la reazione, in fase gassosa, tra monossido di azoto (NO) e ozono (O₃), che da luogo alla formazione di una molecola di biossido di azoto allo stato eccitato, la quale, riportandosi allo stato fondamentale, emette una radiazione luminosa caratteristica (fenomeno della chemiluminescenza). Le reazioni che si verificano durante il processo sono le seguenti:



La radiazione emessa dal biossido di azoto eccitato ricade nella regione spettrale del vicino infrarosso (circa 1200 nm). Lavorando con un eccesso di ozono, l'intensità della radiazione luminosa è direttamente proporzionale alla concentrazione dell'ossido di azoto. La radiazione emessa, attraverso l'impiego di particolari filtri ottici, viene filtrata e successivamente convertita in segnale elettrico da un tubo fotomoltiplicatore. Poiché il metodo è applicabile solo al monossido, per la determinazione del biossido è necessario dapprima ridurlo, ad esempio alcuni analizzatori fanno uso del molibdeno per cui la reazione che così si sviluppa è la seguente:



Per la determinazione del monossido di azoto, il campione d'aria viene inviato direttamente in una camera di reazione, costituita da acciaio inox placcato oro 24 carati e termostata a circa 55°C, dove viene miscelato con ozono in eccesso.

Per la misura degli ossidi di azoto totali (NO_x), il gas campione viene fatto passare attraverso il convertitore posto prima della camera di reazione; in questo modo il biossido si trasforma in monossido di azoto. La misura del biossido di azoto viene ottenuta come differenza tra la misura degli ossidi di azoto totali (NO_x), cioè l'ossido di azoto contenuto nel campione di aria più quello proveniente dalla riduzione del biossido di azoto, e quella del solo ossido di azoto.

Ozono - O₃

Il riferimento normativo è il DLG 13/8/2010 n.155. Nell' Allegato VI "Metodi di riferimento" si riporta al paragrafo A.8 il Metodo di riferimento dell'ozono, che rimanda alla norma UNI EN 14625:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di ozono mediante fotometria ultravioletta".

Per quanto riguarda l'uso dei sistemi di misura automatizzati valgono i seguenti criteri e accorgimenti:

1. la conformità delle caratteristiche di funzionamento dello strumento con quelle indicate dal costruttore – in particolare il rumore di fondo, il tempo di risposta, la linearità - deve essere verificata inizialmente sia in laboratorio che in campo. Di regola, lo strumento deve essere calibrato con un fotometro UV di riferimento, come da raccomandazione ISO;
2. sul campo, lo strumento deve essere calibrato a intervalli regolari. Inoltre la validità della taratura deve essere verificata regolarmente attraverso il funzionamento in parallelo di uno strumento calibrato come al punto 1. Se il filtro di entrata dello strumento è stato cambiato prima della taratura, questa deve avvenire dopo un periodo appropriato di esposizione del filtro (da 30 min a più ore) alle concentrazioni di ozono nell'aria;
3. l'apertura della testa di campionamento deve essere protetta da pioggia o insetti, ma senza l'uso di prefiltri. La testa del tubo di campionamento deve essere situata ad una distanza da corpi verticali tale che il flusso intorno ai condotti di aspirazione non sia alterato o schermato;
4. il condotto di campionamento deve essere di materiale inerte (per es. vetro, PTFE, acciaio inossidabile) e deve essere stagno. La portata del condotto di campionamento deve essere regolarmente verificata. La distanza tra la testa di

prelievo e lo strumento di analisi deve essere quanto più breve possibile e il tempo impiegato dal campione di gas per percorrere il condotto deve essere il più breve possibile (dell'ordine di pochi secondi, in presenza di NO o di altri gas reattivi). Il condotto deve essere pulito regolarmente, a seconda delle condizioni del sito; la condensazione deve essere evitata;

5. il campionamento non deve essere influenzato da perdite di gas dallo strumento o dal sistema di taratura. Devono essere prese tutte le precauzioni necessarie per prevenire variazioni di temperatura che provochino errori di misurazione.

Benzene (C₆H₆), Toluene, Xilene

In base al DLG 13/8/2010 n.155, Allegato VI "Metodi di riferimento" paragrafo A.2 par. A.6 il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione è descritto nella norma UNI EN 14662:2005, parti 1, 2, 3, "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione del benzene".

Tale metodo permette di monitorare la concentrazione del benzene in continuo in modo da fornire, a seconda di quanto richiesto da normativa, dati relativi alle medie orarie o giornaliere anche in tempo reale.

La determinazione delle concentrazioni di benzene in aria ambiente è basata sulla tecnica gascromatografica. Il campione (volume variabile da 18.5 a 185 ml pre-concentrazione dei composti aromatici), viene aspirato attraverso la trappola di arricchimento a temperatura ambiente. I composti di interesse analitico vengono adsorbiti sulla trappola.

Segue l'analisi gascromatografica, in cui l'introduzione del campione viene effettuata con due colonne in serie. Quando il benzene entra nella colonna analitica, la pre-colonna viene esclusa e lavata in contro corrente per eluire allo scarico i componenti più pesanti. Dalla colonna analitica, gli aromatici BTX vengono eluiti nel rilevatore PID collegato all'uscita della colonna analitica. Il gas di trasporto (azoto) fluisce attraverso la camera di ionizzazione da una lampada UV che emette fotoni ad una definita energia.

La presenza di un componente separato dalla colonna cromatografica, avente potenziale di ionizzazione inferiore o uguale all'energia dei fotoni emessi dalla lampada, dà luogo al processo di ionizzazione che genera una corrente ionica proporzionale alla concentrazione del componente ricercato. Il sistema per essere pronto al ciclo successivo, esegue dopo la fase di adsorbimento, un riscaldamento fino a 180°C della trappola di arricchimento per consentirne la purificazione, poi viene raffreddata a temperatura ambiente.

Monossido di carbonio - CO

Il DLG 13/8/2010 n.155 stabilisce che il metodo di riferimento per la misurazione del monossido di carbonio è descritto nella norma UNI EN 14626:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di monossido di carbonio mediante spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva".

Tale metodo prevede che per la misura del monossido di carbonio presente nell'aria ambiente venga impiegato come metodo di riferimento un sistema automatico di misura (spettrofotometro IR non dispersivo) fondato sull'assorbimento da parte del monossido di carbonio di radiazioni IR intorno a 4.600 nm. La variazione di intensità della radiazione è proporzionale alla concentrazione del monossido di carbonio.

Le principali interferenze sono dovute al biossido di carbonio all'umidità atmosferica particellare sospeso e agli idrocarburi. L'interferenza del biossido di carbonio può essere eliminata facendo passare il campione di aria attraverso calce sodata; l'interferenza

dell'umidità si elimina facendo passare il campione di aria attraverso un disidratante (per es. pentossido di fosforo, perclorato di magnesio, gel di silice, ecc.) o sottoponendolo a refrigerazione. Il materiale particellare sospeso si elimina per filtrazione dell'aria.

Gli idrocarburi interferiscono a concentrazioni superiori a 50 ppm come carbonio; sali sostanze, con l'eccezione del metano, possono essere eliminate per mezzo di una trappola raffreddata con biossido di carbonio solido.

Alcuni tipi di spettrofotometri IR non dispersivi per la misura del monossido di carbonio sono dotati di dispositivi atti a eliminare le interferenze dell'umidità e del biossido di carbonio.

L'analizzatore è, quindi, uno spettrofotometro IR non dispersivo costituito nelle sue parti essenziali da una sorgente di radiazioni IR, da una cella di misura, da una cella di riferimento, da un rilevatore specifico per le radiazioni assorbite dal monossido di carbonio, da un amplificatore di segnale, da un sistema pneumatico comprendente una pompa, un misuratore e regolatore di portata, i dispositivi per la eliminazione delle interferenze e da un sistema di registrazione.

Il rilevatore misura differenze quantitative nella radiazione emergente dalla cella di misura rispetto a quella emergente dalla cella di riferimento contenente un gas che non assorbe radiazioni IR.

Per il controllo e la regolazione dello zero è necessario inviare nell'analizzatore aria pura e agire sull'apposito regolatore fino ad ottenere il segnale di zero. Per il controllo e la regolazione della taratura si invia nell'analizzatore un'atmosfera campione contenente una concentrazione di monossido di carbonio tale da dare un segnale compreso tra il 50 e il 90% del fondo scala.

4.2 CAMPIONAMENTO DELLE POLVERI

Il campionamento del materiale particellare (PM10 e PM2,5) dovrà essere effettuato, in conformità con le indicazioni tecniche di cui al DLG 13/08/2010 e alla direttiva 2008/50/CE con metodo gravimetrico (come descritto dalle norme UNI EN 12341:1999 e UNI EN 14907:2005, ovvero con altro metodo certificato ai sensi dello stesso Decreto, come equivalente).

Il metodo di riferimento per il campionamento del PM10, inizialmente menzionato nel DM 25 novembre 1994, Allegato V, è quello gravimetrico, dove per metodo di riferimento si intende quella metodica già collaudata e che da sufficienti garanzie di precisione e accuratezza ai fini degli obiettivi indicati nel decreto. Il metodo misura la concentrazione in massa del materiale particolato con diametro aerodinamico inferiore o uguale a 10 μm nell'aria atmosferica, su un periodo di 24 ore, senza distruggere il materiale campionato.

Nella direttiva CE 99/30 Allegato IX, la quale rimanda alla norma EN 12341 – “Qualità dell'aria – Procedura di prova in campo per dimostrare l'equivalenza di riferimento dei metodi di campionamento per la frazione di PM10 delle particelle”, si specifica che gli Stati membri possono usare qualsiasi altro metodo, purchè siano in grado di dimostrare che esso ha un nesso coerente con il metodo di riferimento. Solo con il DM 60/02 (Allegato XI, parte IV) sono state individuate nel dettaglio le caratteristiche dello strumento di riferimento: EN 12341 “Air quality - Determination of the PM10 fraction of suspended particulate matter Reference method and field test procedure to demonstrate reference equivalence of measurement methods”.

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.

Le teste indicate nella norma EN 12341 sono teste di riferimento e quindi non richiedono certificazione da parte dei Laboratori Primari di Riferimento. Tale metodica dovrà essere utilizzata per il campionamento del PM10 poiché il PMA prevede la possibilità di esecuzione di specifiche analisi di laboratorio sul materiale particellare raccolto giornalmente su filtro. Le postazioni di rilevamento del PM10 dovranno essere 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. Il valore delle polveri è dato dalla determinazione della massa gravimetrica, ricavata dalla differenza tra il peso iniziale del filtro bianco e quello dopo il campionamento, divisa per il volume normalizzato.

Per il rilevamento del PM2,5 potrà essere utilizzato anche il metodo di riferimento indicato dalle norme USEPA 201A, il cui principio di funzionamento è quello dell'attenuazione ai raggi beta. Il campione viene aspirato mediante una pompa ad alto volume e le polveri in essa contenute vengono fatte depositare su un nastro di carta. Lo strumento effettua una misurazione di radiazione β che attraversa il nastro, prima dell'aspirazione ed un'altra misura dopo l'aspirazione. La polvere depositata sul nastro determina un'attenuazione della quantità di radiazione che riesce ad attraversare il nastro; l'attenuazione è proporzionale alla quantità di polvere depositata. Lo strumento è costituito da una sorgente di raggi beta e da un ricevitore di radiazioni radioattive, posto ad una distanza fissa al di sotto del filtro del nastro su cui si deposita il particolato. Le radiazioni beta sono assorbite dal filtro, dal deposito di materiale particellare e dallo strato d'aria compreso tra sorgente e rilevatore in accordo con una legge di tipo esponenziale. L'assorbimento è una funzione della massa di materiale attraversata dalle radiazioni. La misura consiste nel calcolo della variazione tra l'assorbimento dovuto al filtro intatto e quello dovuto al filtro con deposito di particolato.

A questo può affiancarsi un misuratore ottico in grado di eseguire un conteggio in tempo reale del particolato che attraversa la sonda di campionamento, fornendo una misura della concentrazione delle polveri. Tale sistema solitamente è composto da una sorgente luminosa che genera un fascio laser che attraversa orizzontalmente la parte interna del tubo di prelievo campione. Il particolato che attraversa il fascio luminoso crea una radiodiffusione della luce ed il fotodiodo raccoglie un impulso. Dall'intensità del segnale generato dipende la dimensione granulometrica della polvere ed è possibile effettuare una speciazione della stessa.

Il metodo consente quindi la lettura in continuo delle polveri durante il campionamento e permette, quindi, di ottenere sia la misura giornaliera come da EN12341 (dopo un campionamento di 24h), sia la misura continua che informa di eventuali anomalie di concentrazione che, abbinate alle informazioni meteorologiche, permettono di identificare possibili sorgenti di inquinamento. In particolare, le misurazioni di polveri previste in corrispondenza delle aree di deposito andranno eseguite attraverso misurazioni in continuo in grado da consentire la ricostruzione temporale dell'andamento delle concentrazioni e la correlazione alle attività di cantiere.

4.3 ANALISI DEI METALLI

L'analisi è condotta in ottemperanza al citato DLG n.155 del 13/08/2010.

Nell'Allegato VI paragrafo A.3 si stabilisce che, per il piombo, il metodo di riferimento per il campionamento è lo stesso previsto per il PM10 (UNI EN 12341:1999), mentre il metodo di riferimento per la misurazione è descritto nella norma UNI EN 14902:2005.

Per Cadmio, Arsenico e Nichel, lo stesso decreto stabilisce al paragrafo A.9 del suddetto allegato, che il metodo di riferimento per campionamento e misurazione di questi metalli nell'aria ambiente è riportato nella UNI 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".

Per il mercurio è lo stesso DLG del 13/8/2010 n.155 che descrive nell'Appendice X il metodo di riferimento per il campionamento e la misura dell'inquinante nell'aria ambiente, mediante rimozione dell'inquinante dal campione d'aria con processo di amalgamazione con l'oro.

4.4 ANALISI IPA

Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del Benzo(a)pirene nell'aria ambiente è descritto nell'Allegato VI, paragrafo A.10 del DLG n.155 del 13/8/2010, che rimanda alla norma UNI EN 15549:2008 riguardante "Qualità dell'aria. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di benzo(a)pirene in aria ambiente.

1. Ai fini della individuazione delle sorgenti emissive e della valutazione della esposizione, la misura del contenuto degli IPA in atmosfera è data dal valore della concentrazione misurata sulla base di 24 ore.
2. Ai fini della valutazione del valore medio annuale delle concentrazioni di IPA le misure devono essere effettuate, in modo discontinuo, per almeno 15 giorni ogni mese.
3. Il metodo di riferimento per la misura degli IPA è il metodo sulla gascromatografia con colonna capillare e rivelatore a ionizzazione di fiamma da normativa.
4. I metodi di campionamento e misura utilizzati nelle reti di monitoraggio, sia automatici che manuali, devono essere dotati di certificazione di equivalenza.
5. In fase di prima applicazione e comunque non oltre il 30 settembre 1995, possono essere utilizzati metodi di campionamento e misura dotati di una certificazione o di una verifica delle caratteristiche da parte di un ente qualificato, anche straniero.
6. In fase di prima applicazione, le misurazioni sistematiche degli IPA devono essere effettuate almeno in una stazione per ciascun gruppo di tipo A, B e C.

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

4.5 PARAMETRI METEOROLOGICI

Ai sensi delle Linee Guida per il PMA elaborate dalla CSVIA, "la struttura della rete di monitoraggio deve consentire di acquisire informazioni relative alle emissioni in atmosfera, al meteo-clima e alla qualità dell'aria".

Ciascuna postazione di monitoraggio sarà, quindi, dotato 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; sotto si riporta una tabella con indicati i tempi di controllo della taratura degli strumenti (OMM, 1983).

Tabella 11: Taratura degli strumenti per la misurazione dei parametri meteorologici

Strumento	Tempo
Termometri	6 mesi
Igrometri	1 mese
Barometri	1 mese
Pluviometri	6 mesi
Anemometri	1 anno

Dovranno essere adottati alcuni accorgimenti:

- 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.
- 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 risoluzione e all'accuratezza.

Tabella 12: 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

5. LOCALIZZAZIONE, FREQUENZA E PERIODICITÀ DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

5.1 ESTENSIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

Le fasi oggetto di monitoraggio, previste dalle Linee guida per il PMA, 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 meteoclimatici influenzati dalle attività di cantiere e dalla movimentazione dei materiali.

Post Operam, con riferimento agli standard di qualità e ai valori limite previsti dalla normativa in vigore, per assicurare il controllo dei livelli di concentrazione nelle aree maggiormente sensibili (ATMCF). 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 dei punti individuati, da effettuarsi per la tipologia di misura ATMC e ATMT (entrambe 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.

La postazione fissa posta nelle vicinanze della struttura ospedaliera del Felettino eseguirà controlli sui parametri precedentemente indicati lungo tutto l'arco di tempo previsto per l'Ante Operam (6 mesi).

La durata temporale della fase di monitoraggio CO sarà di 42 mesi durante i quali è prevista l'esecuzione di n. 14 campagne di monitoraggio trimestrali in corrispondenza dei punti individuati, da effettuarsi per la tipologia di misura ATMC e n. 7 campagne di monitoraggio semestrali in corrispondenza dei punti individuati di tipo ATMT (entrambe 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.14 campagne di monitoraggio trimestrali della durata di 7 giorni.

La postazione fissa posta nelle vicinanze della struttura ospedaliera del Felettino eseguirà controlli sui parametri precedentemente indicati lungo tutto l'arco di tempo previsto per l'Ante Operam (42 mesi).

Per la fase PO è previsto soltanto il monitoraggio in continuo della centralina fissa posta nelle vicinanze dell'ospedale Felettino.

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

Tabella 13: Tipologie di punti di monitoraggio previsti

Tipo	Parametri da monitorare	Numero di campagne		Periodo campagna
		AO	CO	
ATMC	PTS, PM ₁₀ , NO, NO _x , NO ₂ , CO, SO ₂ , O ₃ Meteo IPA Analisi metalli	1 (semestrale)	14 (trimestrale)	14gg
POLC	PTS, PM ₁₀ , Meteo	2 (trimestrale)	14 (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)	7 (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.

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 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;
- le modalità di rimborso di eventuali danni arrecati alla proprietà.

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:

1. il rilievo non può avere luogo: qualora ciò accada 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 scaricheranno 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;
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'inquadramento della postazione di misura per ogni tipologia di rilievo. Si compileranno i campi in funzione del tipo di rilievo:

- dati di polveri: laddove previsto l'utilizzo di campionatori gravimetrici 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; laddove previsto l'utilizzo di analizzatori in continuo operanti con metodica certificata come equivalente ai sensi del DLG n.155 del 13/8/2010, saranno riportati anche i valori medi orari e il grafico dell'andamento orario.

- 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 14 - 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
<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

Inquinante	Tipo di limite	Limite (µg/m ³)	Tempo di mediazione dati
<i>Biossido di azoto</i>	valore limite per la protezione della salute umana (da non superare più di 18 volte l'anno)	200	media oraria
	valore limite per la protezione della salute umana	40	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	media oraria
	valore limite per la protezione della salute umana (da non superare più di 3 volte l'anno)	125	media nelle 24 ore

<i>Ossidi di azoto</i>	valore limite per la protezione degli ecosistemi	30	media annuale
<i>PM₁₀</i>	valore limite per la protezione della salute umana (da non superare più di 35 volte l'anno)	50	media nelle 24 ore
	valore limite per la protezione della salute umana	40	media anno
<i>PM_{2,5} (FASE 1)</i>	valore limite per la protezione della salute umana	25	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.

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	Frequenza	DURATA	PERIODO	STRUMENTAZIONE
ATMC-001	SEMESTRALE	14 giorni	6 MESI	MEZZO MOBILE; SKYPOST CAMP. PASSIVI
POLC-001	TRIMESTRALE	7 giorni	6 MESI	MEZZO MOBILE; SKYPOST
POLC-002	TRIMESTRALE	7 giorni	6 MESI	MEZZO MOBILE; SKYPOST
POLC-003	TRIMESTRALE	7 giorni	6 MESI	MEZZO MOBILE; SKYPOST
ATMT-001	SEMESTRALE	14 giorni	6 MESI	MEZZO MOBILE; SKYPOST CAMP. PASSIVI
ATMCF-001	IN CONTINUO	6 mesi	6 MESI	CENTRALINA FISSA

7.2 CORSO D'OPERA

Codice punto	Frequenza	DURATA	PERIODO	STRUMENTAZIONE
ATMC-001	TRIMESTRALE	14 giorni	42 MESI	MEZZO MOBILE; SKYPOST CAMP. PASSIVI
POLC-001	TRIMESTRALE	7 giorni	42 MESI	MEZZO MOBILE; SKYPOST
POLC-002	TRIMESTRALE	7 giorni	42 MESI	MEZZO MOBILE; SKYPOST
POLC-003	TRIMESTRALE	7 giorni	42 MESI	MEZZO MOBILE; SKYPOST
ATMT-001	SEMESTRALE	14 giorni	42 MESI	MEZZO MOBILE; SKYPOST CAMP. PASSIVI
ATMCF-001	IN CONTINUO	42 mesi	42 MESI	CENTRALINA FISSA

7.3 POST OPERAM

Codice punto	Frequenza	DURATA	PERIODO	STRUMENTAZIONE
ATMCF-001	IN CONTINUO	6 mesi	6 MESI	CENTRALINA FISSA