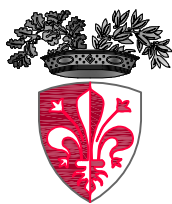


## COMMITTENTE



CITTA' METROPOLITANA  
DI FIRENZE

DIREZIONE GENERALE  
INFRASTRUTTURE  
DIREZIONE VIABILITA'

RESPONSABILE  
DEL PROCEDIMENTO  
Ing. Carlo Ferrante

UFFICIO DIREZIONE LAVORI

DIRETTORE DEI LAVORI  
Ing. Alessio Gensini

DIRETTORE OPERATIVO CON  
FUNZIONE DI ASSISTENZA AL D.L.  
P.I. Franco Biondi

DIRETTORE OPERATIVO PER  
ASPETTI ED OPERE GEOLOGICHE  
E GEOTECNICHE  
Geol. Leonardo Ermini

ATTIVITA' DI SUPPORTO AL RUP  
Ing. Massimo Comandini

PROG. ELAB.

284

PROGETTO ESECUTIVO

## S.R. 222 "CHIANTIGIANA" VARIANTE IN LOCALITA' GRASSINA TRATTO 1 "PONTE A NICCHERI - GHIACCIAIA" E TRATTO 4 "CAPANUCCIA - LE MORTINETE"

### IMPRESE

IMPRESA AGGIUDICATARIA



IMPRESA ESECUTRICE

# SIREM

### ATI PROGETTISTI

CAPOGRUPPO  
MANDATARIA



MANDANTE



RESPONSABILE DI PROGETTO E  
INTEGRAZIONE DELLE DISCIPLINE  
SPECIALISTICHE  
Ing. Marcello Mancone

PROGETTO STRADALE  
Ing. Massimo Losa

IDROLOGIA E IDRAULICA  
Ing. Richard Sansom

PROGETTO STRUTTURE  
Ing. Marcello Mancone  
Ing. Massimo Losa

GEOLOGIA E GEOTECNICA  
Dott. Geol. Daria Marchetti  
Ing. Massimo Losa

IMPIANTI ELETTRICI  
Ing. Francesco Frassinetti

COORDINATORE SICUREZZA IN  
FASE DI PROGETTAZIONE  
Ing. Marcello Mancone

COLLABORATORI DI PROGETTO  
Ing. Lorenzo Barni  
Ing. Tommaso Mannocci  
Geom. Franco Mariotti

IL PROGETTISTA RESPONSABILE DI DISCIPLINA  
Ing. Marcello Mancone



## CARTELLA 7 - INSERIMENTO AMBIENTALE PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE RELAZIONE TECNICA

OPERA

ARGOMENTO

DOC. E PROG.

FASE REVISIONE

PE

PM

RT01

3

0

|           |   |                                  |                    |             |            |            |           |        |   |
|-----------|---|----------------------------------|--------------------|-------------|------------|------------|-----------|--------|---|
| CARTELLA: | 7 | FILE NAME:                       | PE PM RT01_30_4320 | NOTE:       | 1=1 A4     | PROT.      | 4320      | SCALA: | - |
| 5         |   |                                  |                    |             |            |            |           |        |   |
| 4         |   |                                  |                    |             |            |            |           |        |   |
| 3         |   |                                  |                    |             |            |            |           |        |   |
| 2         |   |                                  |                    |             |            |            |           |        |   |
| 1         |   |                                  |                    |             |            |            |           |        |   |
| 0         |   | EMISSIONE PER PROGETTO ESECUTIVO |                    | APRILE 2013 | MAZZARELLI | MANCONE    | MANCONE   |        |   |
| REV.      |   | DESCRIZIONE                      |                    | DATA        | REDATTO    | VERIFICATO | APPROVATO |        |   |

Il presente progetto è il frutto del lavoro dei professionisti associati in Politecnica. A termine di legge tutti i diritti sono riservati.  
E' vietata la riproduzione in qualsiasi forma senza autorizzazione di POLITECNICA Soc. Coop.

## INDICE

|       |                                                                                                           |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | PREMESSA.....                                                                                             | 4  |
| 1.1   | Ottemperanza alle prescrizioni della Provincia di Firenze – Atto Dirigenziale n.3392 del 11/09/2008 ..... | 5  |
| 2     | DESCRIZIONE DELL’INTERVENTO .....                                                                         | 8  |
| 2.1   | Andamento plano-altimetrico .....                                                                         | 8  |
| 2.2   | Caratteristiche generali delle opere .....                                                                | 3  |
| 2.3   | Canterizzazione.....                                                                                      | 4  |
| 2.4   | Percorsi di cantiere e movimentazione delle materie .....                                                 | 5  |
| 3     | CRITERI METODOLOGICI PER LA REDAZIONE DEL PMA .....                                                       | 8  |
| 3.1   | Obiettivi del Monitoraggio Ambientale.....                                                                | 8  |
| 3.2   | Requisiti del Piano di Monitoraggio Ambientale .....                                                      | 8  |
| 3.3   | Approccio metodologico .....                                                                              | 9  |
| 3.4   | Estensione temporale del PMA.....                                                                         | 10 |
| 3.5   | Identificazione delle componenti ambientali oggetto di monitoraggio .....                                 | 11 |
| 4     | ATMOSFERA .....                                                                                           | 13 |
| 4.1   | Riferimenti Normativi .....                                                                               | 14 |
| 4.1.1 | Normativa Comunitaria .....                                                                               | 14 |
| 4.1.2 | Normativa Nazionale .....                                                                                 | 14 |
| 4.2   | Definizione dei punti di monitoraggio .....                                                               | 18 |
| 4.2.1 | Criteri di scelta e tipologie di misura .....                                                             | 18 |
| 4.2.2 | Parametri rilevati.....                                                                                   | 21 |
| 4.3   | Metodologia di rilevamento e campionamento .....                                                          | 29 |
| 4.3.1 | Inquinanti gassosi.....                                                                                   | 29 |
| 4.3.2 | Polveri .....                                                                                             | 32 |
| 4.3.3 | Parametri meteorologici .....                                                                             | 34 |
| 4.4   | Strumentazione di misura .....                                                                            | 37 |
| 4.4.1 | Laboratorio mobile .....                                                                                  | 37 |
| 4.5   | Metodica di monitoraggio.....                                                                             | 52 |
| 4.5.1 | Durata e periodicità delle misure.....                                                                    | 52 |

|       |                                                             |    |
|-------|-------------------------------------------------------------|----|
| 5     | ACQUE SUPERFICIALI.....                                     | 54 |
| 5.1   | Riferimenti Normativi .....                                 | 55 |
| 5.1.1 | Normativa Comunitaria .....                                 | 55 |
| 5.1.2 | Normativa Nazionale .....                                   | 55 |
| 5.2   | Definizione dei punti di monitoraggio .....                 | 56 |
| 5.2.1 | Criteri di scelta e tipologie di misura .....               | 56 |
| 5.2.2 | Parametri rilevati.....                                     | 57 |
| 5.3   | Metodologia di rilevamento e campionamento.....             | 61 |
| 5.3.1 | Verifica di fattibilità in campo .....                      | 61 |
| 5.3.2 | Determinazione dei parametri idrologici ed in situ .....    | 62 |
| 5.3.3 | Determinazione dei parametri chimici e microbiologici ..... | 64 |
| 5.4   | Metodica di monitoraggio.....                               | 65 |
| 5.4.1 | Programma delle attività di monitoraggio .....              | 65 |
| 6     | ACQUE SOTTERRANEE .....                                     | 68 |
| 6.1   | Riferimenti Normativi .....                                 | 69 |
| 6.1.1 | Normativa Comunitaria .....                                 | 69 |
| 6.1.2 | Normativa Nazionale .....                                   | 69 |
| 6.2   | Definizione dei punti di monitoraggio .....                 | 70 |
| 6.2.1 | Criteri di scelta e tipologie di misura .....               | 70 |
| 6.2.2 | Parametri rilevati.....                                     | 71 |
| 6.3   | Metodologia di rilevamento e campionamento.....             | 74 |
| 6.3.1 | Verifica di fattibilità in campo .....                      | 74 |
| 6.3.2 | Determinazione dei parametri idrogeologici ed in situ ..... | 74 |
| 6.3.3 | Determinazione dei parametri chimici e microbiologici.....  | 75 |
| 6.4   | Metodica di monitoraggio.....                               | 77 |
| 7     | RUMORE.....                                                 | 79 |
| 7.1   | Riferimenti Normativi .....                                 | 79 |
| 7.1.1 | Normativa Comunitaria .....                                 | 79 |
| 7.1.2 | Normativa Nazionale .....                                   | 79 |
| 7.2   | Definizione dei punti di monitoraggio .....                 | 88 |
| 7.2.1 | Criteri di scelta e tipologie di misura .....               | 88 |
| 7.2.2 | Parametri rilevati.....                                     | 90 |
| 7.3   | Metodologia di rilevamento e campionamento Ante Operam..... | 93 |
| 7.3.1 | Verifica di fattibilità sul campo.....                      | 93 |

|       |                                                                  |     |
|-------|------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.3.2 | Metodi di misura .....                                           | 93  |
| 7.4   | Strumentazione di misura .....                                   | 94  |
| 7.4.1 | Requisiti tecnici degli strumenti.....                           | 95  |
| 7.4.2 | Taratura e calibrazione .....                                    | 95  |
| 7.5   | Metodica di monitoraggio.....                                    | 96  |
| 7.5.1 | Durata e periodicità delle misure.....                           | 96  |
| 8     | STRUTTURA ORGANIZZATIVA PREPOSTA AL MONITORAGGIO AMBIENTALE..... | 97  |
| 8.1   | Responsabile di Monitoraggio Ambientale .....                    | 97  |
| 8.2   | Responsabili di settore .....                                    | 99  |
| 8.3   | Assistenti di campo.....                                         | 100 |
| 8.4   | Operatori di campo .....                                         | 100 |

## 1 PREMESSA

La presente relazione costituisce il riferimento tecnico per l'esecuzione del Piano di Monitoraggio Ambientale relativo all'opera S.R. 222 “Chiantigiana” – Variante in Località Grassina – Tratto 1 *Ponte a Niccheri – Ghiacciaia* – Tratto 2 *Capannuccia – Le Mortinete*.

Il Piano di Monitoraggio (PMA) è stato proposto ed offerto in fase di gara ad integrazione di quanto già previsto da un punto di vista ambientale in fase di progettazione definitiva, con il duplice scopo di ottemperare alle richieste e prescrizioni degli organi preposti all'approvazione del progetto esecutivo dell'opera ed al successivo controllo in fase di realizzazione dell'infrastruttura, e di fornire all'impresa un utile strumento di costante supervisione sugli effetti ambientali provocati dalle modificazioni indotte dalle lavorazioni.

Pertanto, l'elaborazione e la formulazione del presente Piano si prefigge di recepire in maniera esaustiva e puntuale le prescrizioni e raccomandazioni del *Rapporto Istruttorio Interdisciplinare della Verifica per l'assoggettamento a VIA ai sensi dell'art. 11 della LR 79/98 e dell'art. 32 del D. Lgs. 152/2006*, allegato all'Atto Dirigenziale 3392 del 11/09/2008 con il quale la Provincia di Firenze ha espresso giudizio favorevole, con prescrizioni, sulla compatibilità ambientale del progetto, disponendo di non sottoporlo a procedura di valutazione di impatto ambientale.

Scopo della progettazione è, inoltre, di rendere di fatto il PMA pienamente coerente, oltre che in linea, con l'evoluzione normativa in campo ambientale che nel recente passato ha interessato sia lo scenario comunitario, sia quello nazionale che regionale, e con le indicazioni tecniche contenute nelle Linee Guida per la predisposizione del PMA formulate dalla Commissione Speciale VIA (anno 2007, nel seguito denominate Linee Guida).

In tale modo sarà possibile ottenere un documento che, a meno di mere specificazioni operative, sia immediatamente “cantierabile”, congruente al Progetto dell'opera, conforme all'attuale scenario normativo, rispondente ai requisiti tecnici indicati dalle Linee Guida della CSVIA e validamente confrontabile ad altri PMA attualmente in corso sul territorio nazionale.

Nei paragrafi seguenti, pertanto, per ciascuna componente ambientale verrà riassunto ed illustrato il quadro normativo vigente, i documenti di riferimento utilizzati per la redazione del Piano, i criteri per la localizzazione dei punti di misura, i parametri da rilevare e le modalità di monitoraggio.

## 1.1 Ottemperanza alle prescrizioni della Provincia di Firenze – Atto Dirigenziale n.3392 del 11/09/2008

Come accennato nel paragrafo precedente, l'elaborazione e la formulazione del presente Piano si prefigge di recepire in maniera esaustiva e puntuale le prescrizioni e raccomandazioni del *Rapporto Istruttorio Interdisciplinare della Verifica per l'assoggettamento a VIA ai sensi dell'art. 11 della LR 79/98 e dell'art. 32 del D. Lgs. 152/2006*, allegato all'Atto Dirigenziale n. 3392 del 11/09/2008 con il quale la Provincia di Firenze ha espresso giudizio favorevole, con prescrizioni, sulla compatibilità ambientale del progetto, disponendo di non sottoporlo a procedura di valutazione di impatto ambientale.

In particolare di seguito si dà evidenza diretta della rispondenza del Piano di Monitoraggio redatto, a ciascuna delle prescrizioni impartite nel suddetto Atto.

- ***Punto 4: Laddove è previsto un interessamento di spessori dell'acquifero da parte di opere in sottosuolo che possano costituire barriere al deflusso idrico sotterraneo, la progettazione esecutiva, da sottoporre ad approvazione, sia corredata di opportuni approfondimenti vincolanti per l'appalto indicanti le soluzioni progettuali atte a garantire il regolare deflusso e la salvaguardia delle zone di ricarica. Dovranno, inoltre, essere approfondite le valutazioni delle condizioni di vulnerabilità degli acquiferi e delle captazioni in funzione delle lavorazioni e delle realizzazioni in progetto e motivata la scelta dei punti di monitoraggio per la verifica dell'efficacia delle scelte progettuali.***

Nel Piano di Monitoraggio Ambientale è stato inserito il monitoraggio della componente acque sotterranee che comprende e prevede sia il campionamento e l'analisi dei parametri chimico-fisici e batteriologici, sia la determinazione dei parametri fisici dell'acquifero, quali il livello statico della falda.

Ciò permetterà di tenere costantemente sotto controllo non solo eventuali variazioni della qualità delle acque sotterranee imputabili a sversamenti accidentali o percolazione di sostanze che possono raggiungere la falda, ma anche variazioni quantitative del livello idrico dovute alle captazioni e agli emungimenti durante le lavorazioni.

Nella campagna di indagine propedeutica alla progettazione esecutiva dell'infrastruttura sono stati installati 5 piezometri, di cui 2 verranno smantellati durante le lavorazioni in quanto ubicati in corrispondenza delle gallerie che andranno realizzate. Nei restanti piezometri saranno effettuate campagne di misura sia in Ante Operam che in Corso d'opera che in Post Operam in modo da riconoscere l'eventuale presenza di lavorazioni particolarmente impattanti e da garantire la restituzione dell'acquifero al livello di qualità riscontrato prima dell'inizio delle lavorazioni.

- **Punto 7: L'integrazione del piano di monitoraggio delle acque superficiali previsto per le fasi ante operam, in corso d'opera e post operam, con analisi biologiche e di funzionalità ecologica sui corsi d'acqua interferiti.**

I corsi d'acqua interferiti saranno monitorati, in base a quanto definito nel presente Progetto di Monitoraggio, in tutte le fasi di realizzazione dell'infrastruttura (AO, CO e PO). In particolare in fase di corso d'opera verrà indagata sia la sezione a valle dell'interferenza che quella a monte in modo da poter individuare l'effettiva responsabilità delle lavorazioni in atto su eventuali modificazioni sullo stato di qualità dell'idrico superficiale.

Oltre ai parametri chimico fisici, direttamente collegabili allo stato di qualità del corpo fluviale, saranno indagati anche parametri fisici direttamente in situ, quali portata, sezioni e velocità della corrente che possono essere interferiti non solo in fase di realizzazione ma anche in seguito alla messa in esercizio dell'infrastruttura che comporterà la presenza di nuove opere in alveo.

In ottemperanza alla prescrizione in esame, il monitoraggio è stato, inoltre, integrato con l'analisi, sui campioni prelevati, delle caratteristiche biologiche (streptococchi fecali, coliformi totali e fecali ed escherichia coli) e con il rilevamento dell'indice STAR\_ICMi. Tale indice è stato esplicitamente derivato come strumento per lo svolgimento dell'esercizio di intercalibrazione dei fiumi europei in relazione alla componente macrobentonica. Al momento, lo STAR\_ICMi è usato dall'Italia, e da altri Paesi, come:

- a) un metodo per la valutazione della qualità ecologica dei corsi d'acqua;
- b) il metodo ufficiale per definire i limiti di classe per tutti i metodi che verranno successivamente sviluppati o applicati al fine di poter svolgere l'esercizio di intercalibrazione.

- **Punto 9: La progettazione esecutiva dovrà essere corredata di un progetto di piano di monitoraggio delle emissioni adeguatamente articolato, che preveda il controllo durante le fasi ante operam, in corso d'opera e post operam di tutte le matrici interessate dall'intervento (aria, acque superficiali e sotterranee, clima acustico).**

Di seguito la descrizione del Piano di Monitoraggio proposto con indicazione per ciascuna delle componenti indicate nella prescrizione della normativa attualmente vigente in materia, dei criteri di scelta dei punti di monitoraggio, della metodica di monitoraggio, delle frequenze e delle fasi di monitoraggio.

- ***Inoltre nelle conclusioni del Rapporto Interdisciplinare si invita il proponente, nella redazione esecutiva dell'opera, a tenere in considerazione la proposta di progetto di piano di monitoraggio delle emissioni sonore contenute nel parere ARPAT .***

Nel monitoraggio della componente rumore la proposta ARPAT è stata completamente recepita, prevedendo misure di collaudo sui cantieri e misure di controllo periodico mensili durante l'intera durata delle lavorazioni.



## 2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

### 2.1 Andamento plano-altimetrico

Il primo tratto della variante oggetto del presente appalto, denominato "tratto 1- Ponte a Niccheri- ghiacciaia" si sviluppa a partire dall'attuale intersezione di Ponte a Niccheri, per la quale in progetto è prevista una diversa configurazione plano-altimetrica con la realizzazione in sequenza di 3 rotatorie aventi funzione di smistamento dei flussi di traffico sulle direttrici attuali ( sr 222, viabilità verso Antella/ ospedale di S.Maria Nuova, abitato di ponte a Ema) e sulla nuova variante. Questa si diparte dalla rotatoria denominata C, con un andamento inizialmente parallelo alla vecchia S.R. 222, nella fascia limitata dagli impianti sportivi, scavalcando prima il Torrente Antella con un nuovo ponte a due campate ( nuovo ponte sul T.Antella ) e poi dopo un breve tratto in rilevato in terra rinforzata, scavalca l'attuale parcheggio del campo sportivo con un viadotto in con implacato in acciaio-corten di particolare valenza architettonica ( nuovo viadotto campo sportivo) per poi curvare e salire rapidamente al di sotto del complesso denominato "Villa il Sasso" fino a sovrapporsi con l'attuale Via di Belmonte.

Il tratto successivo, ad elevata pendenza longitudinale, lungo il quale si adeguerà la Via di Belmonte alle caratteristiche planoaltimetriche della categoria C2, permette di raggiungere lo spartiacque fra il bacino del Fosso delle Argille e quello del Torrente Antella, nei pressi della località Spazzavento.

La sovrapposizione alla storica via di Belmonte è stata preferita in questo tratto alla realizzazione di una nuova viabilità parallela, con lo scopo di limitare l'impatto visivo della variante su un versante di notevole pregio ambientale. Particolare cura verrà posta in questo tratto alle opere di mitigazione visiva, quali il rivestimento dei muri di sostegno e barriere stradali, che riutilizzerà i materiali lapidei attualmente presenti sui muri a secco della Via di Belmonte, la piantumazione di essenze arboree caratteristiche della zona, con una disposizione rada e casuale che accentuerà l'effetto di preesistenza, il posizionamento leggermente in trincea della piattaforma stradale, che ridurrà l'effetto visivo di rottura del versante.

Per garantire la continuità della viabilità secondaria, in fase di offerta tecnica è stato previsto dalla scrivente l'inserimento di una rotatoria a raso (rotatoria Belmonte) in luogo del sottopasso e dell'innesto a T previsti in PD; tale rotatoria inserita su un tratto rettilineo posto immediatamente dopo il crinale, nella valle delle Argille, oltre ad assicurare il raccordo della Variante alla viabilità secondaria (via di Belmonte e via S. Michele a Tegolaia) consente di ridurre l'impatto visivo della variante essendo localizzata leggermente in trincea, e permette altresì l'esecuzione in sicurezza di tutte le manovre dei flussi di traffico provenienti dalle suddette vie. La realizzazione di una nuova

viabilità secondaria a valle del tracciato ( C.D. nuova via di Belmonte), che si diparte dalla suddetta rotatoria, consente la ricucitura di tutte le proprietà accessi esistenti altrimenti interclusi.

Dopo l'intersezione il tracciato scende con una curva di grande sviluppo verso il fondovalle del Fosso delle Argille, che attraversa per mezzo di un ponte a due campate ( Ponte sul Fosso delle Argille), ognuna con luce pari a circa 30 m, ad una quota compresa tra 118 e 115 m s.l.m..

Il versante sinistro della Valle delle Argille presenta un andamento morfologico più aspro, caratterizzato dalla collina del Boschetto, che richiede un passaggio in galleria artificiale della lunghezza di circa 135,00 m, in corrispondenza del quale si realizza anche l'intersezione a livelli sfalsati con Via Lilliano e Meoli, la cui continuità rimane così assicurata.

Poco più a sud, la collina del Bellaccio viene superata con un secondo tratto in galleria artificiale (95,00 m) in corrispondenza del quale si realizza l'intersezione a livelli sfalsati con Via della Fornacella.

In questa zona i due passaggi in galleria permettono di ridurre l'impatto visivo ed acustico dell'opera; tale circostanza è particolarmente favorevole data la distanza non grande a cui si colloca il tracciato rispetto ai servizi scolastici presenti sul versante opposto della Valle delle Argille ed alla zona residenziale sviluppatasi sulla riva destra dell'Ema.

L'impatto sarà ulteriormente mitigato dalla realizzazione, nei tratti compresi e prossimi alle gallerie artificiali, dalla realizzazione di una duna antirumore in terra a valle della strada, verso la scuola e gli edifici più vicini.

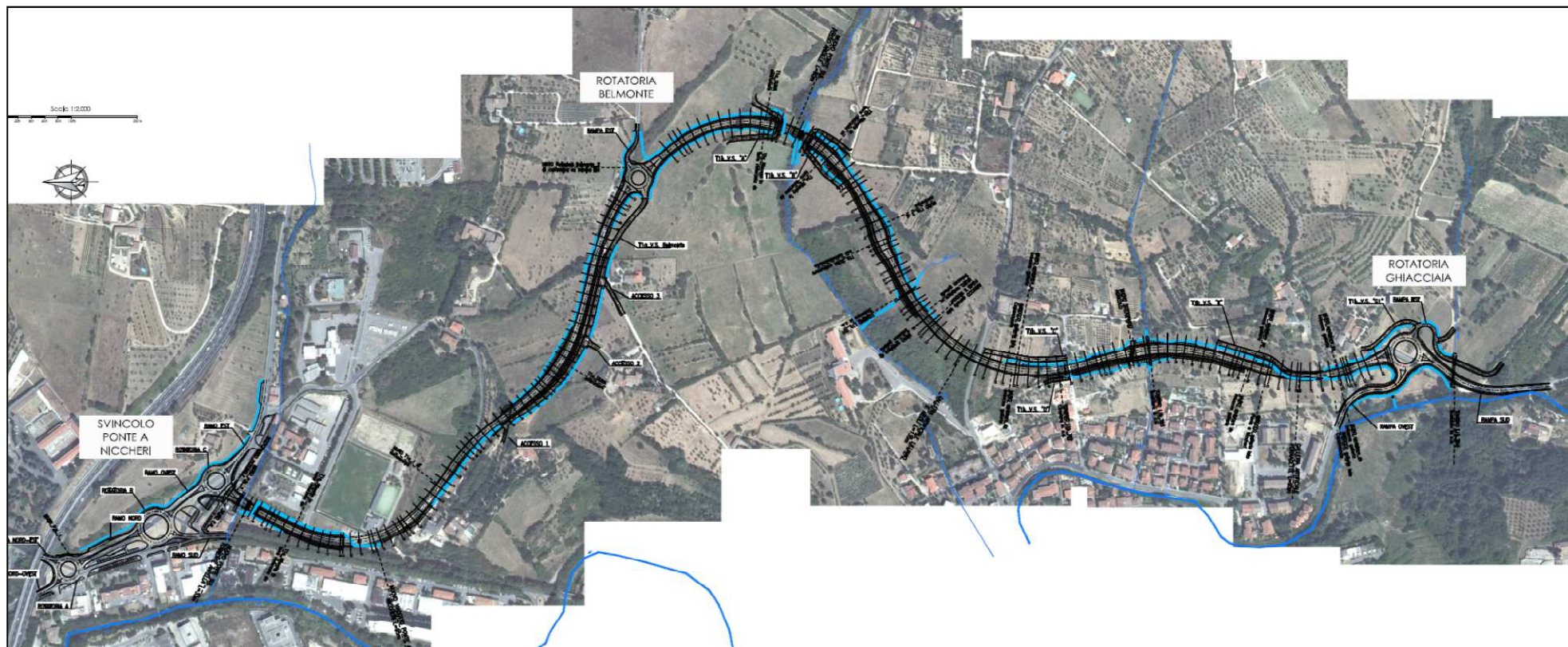
Superata la collina del Bellaccio con il secondo tratto in galleria, la variante sbocca in una zona pianeggiante del fondovalle dell'Ema, dove interseca la S.P. 56. In questa area è prevista la realizzazione di una rotatoria a quattro bracci ( rotatoria Ghiacciaia) che permetta la penetrazione nel centro abitato di Grassina, utilizzando parte dell'attuale tracciato della S.P. 56, nel tratto urbano in cui esso è affiancato al corso dell'Ema, ed il raccordo con Via del Boscaccio che risale il versante verso Lappeggi.

Il secondo tratto, oggetto del presente appalto, denominato " tratto 2- Capannuccia- Mortinete", ha inizio poco prima dell'abitato di Capannuccia, dove è prevista la realizzazione di una nuova rotatoria (rotatoria Capannuccia) per permettere l'innesto della bretella di raccordo con la S.P. 56 e la partenza della variante in direzione SRT 222.

L'asse della variante si innesta sulla rotatoria di Capannuccia e, attraversato il Torrente Ema mediante un ponte (nuovo ponte sul T: Ema, 75 ml a tre campate di circa 25 m cadauna), risale il versante con un andamento planimetrico sinuoso, che permette di seguire l'andamento morfologico e di ridurre la pendenza longitudinale. Per questo motivo, sul by-pass sono presenti

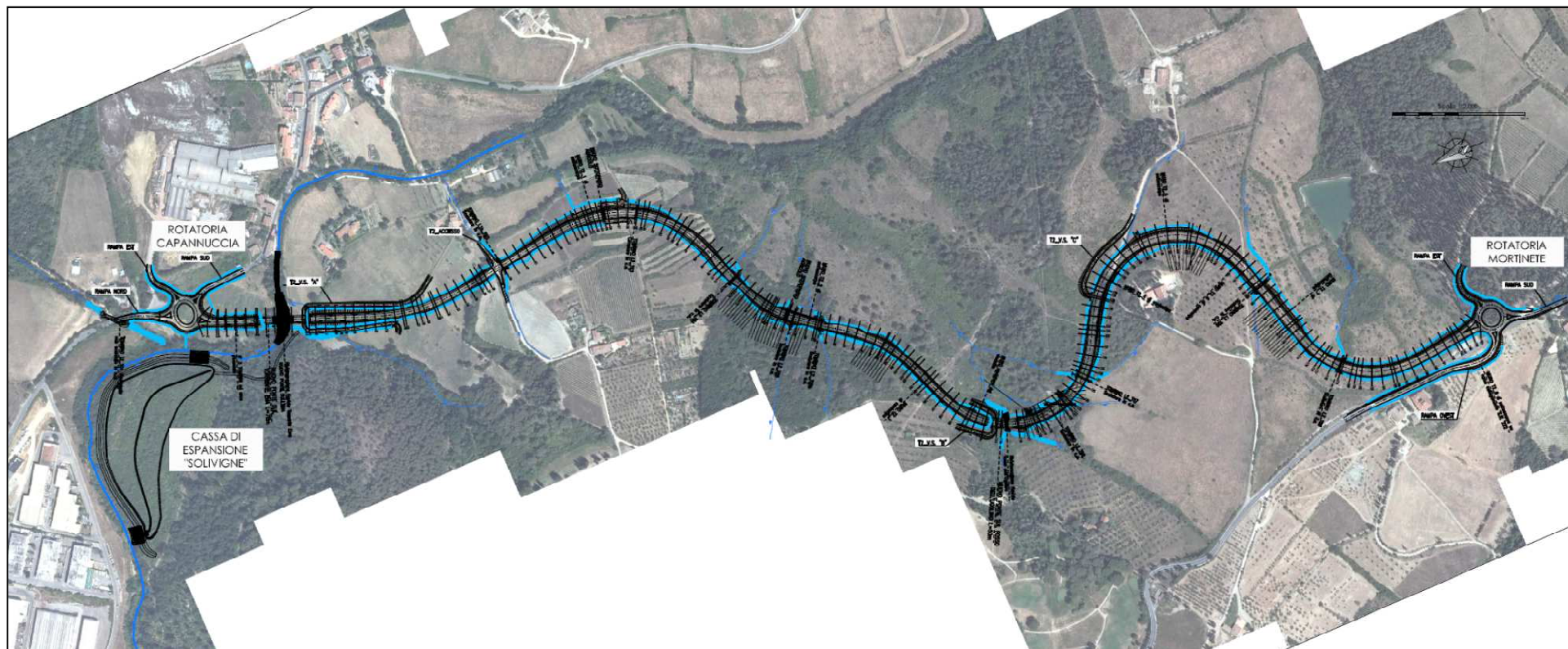
solo opere d'arte di modesta entità, quali il ponte in prossimità del Podere La Villetta (ponte sul Fosso Ugolino, 50 ml a doppia campata ).

Il tracciato si ricongiunge infine alla Chiantigiana sulla sommità del versante, in prossimità delle Ville Le Mortinete. Anche in questo caso è stata prescelta una intersezione rotatoria, allo scopo di creare la necessaria discontinuità fra la viabilità storica e quella di nuova realizzazione, che favorisce la percezione del cambiamento delle caratteristiche geometriche e funzionali della strada da parte dell'utenza, riducendo i rischi dovuti alla disomogeneità della strada.



Stralcio planimetrico Tratto 1 –Ponte a Niccheri- Ghiacciaia





Stralcio planimetrico Tratto 2 –Capannuccia -Mortinete

## 2.2 Caratteristiche generali delle opere

### Ambito territoriale interessato dall'intervento:

Provincia: Firenze  
Comuni: Bagno a Ripoli  
Impruneta  
Greve in Chianti

Il tracciato oggetto del presente appalto risulta così suddiviso:

|                                         |           |                 |
|-----------------------------------------|-----------|-----------------|
| Tratto 1: Ponte a Niccheri – Ghiacciaia | 2255,55 m | nuova viabilità |
| Tratto 2: Capannuccia – Le Mortinete    | 2345,18 m | nuova viabilità |

Esso comprende anche la realizzazione delle seguenti intersezioni:

- ristrutturazione funzionale della intersezione di Ponte a Niccheri;
- nuova rotatoria in località Ghiacciaia;
- nuova rotatoria in località Capannuccia;
- nuova rotatoria in località Le Mortinete.

### Opere d'arte principali:

|                                                                         |                    |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Ponte a due campate sul Torrente Antella                                | <i>L = 35,00 m</i> |
| Viadotto a tre campate Campo sportivo                                   | L = 95,00 m        |
| Ponte a due campate sul Fosso delle Argille                             | L = 60,00 m        |
| Galleria artificiale Via Lilliano e Meoli                               | L = 135,00 m       |
| Galleria artificiale Via della Fornacella                               | L = 105,00 m       |
| Ponte a tre campate sul Torrente Ema                                    | <i>L = 75,00 m</i> |
| Ponte a due campate sul fosso Ugolino                                   | L = 50,00 m        |
| Tombini idraulici di sezioni varie (da 1,50 x 1,50 m a 3,00 x 3,00      |                    |
| Sottopasso pedonale rotaoria ponte a niccheri                           |                    |
| Sottopassi per mezzi agricoli (tratto 1 n.1 -tratto 2 – n° 2)           |                    |
| Muri di sostegno di controripa e di sottoscarpa in c.a. (h=1,00÷6,00 m) |                    |

### Principali intersezioni con viabilità esistente:

- Intersezione di Ponte a Niccheri: schema a rotatoria multipla
- Intersezione a rotatoria con la Via di Belmonte/ via di S. Michele a Tegolaia in Loc. Spazzavento
- Intersezione rotatoria con S.P. 56 in località Ghiacciaia
- Intersezione rotatoria con S.P. 56 (Loc. Capannuccia)
- Intersezione rotatoria con S.R.T. 222 (Loc. Mortinete)

Sono inoltre previste le seguenti intersezioni svincolate:

- Sottopasso in galleria artificiale di Via Liliano e Meoli
- Sottopasso in galleria artificiale di Via della Fornacella

Sono inoltre presenti diverse altre intersezioni a raso che garantiscono l'accesso agli edifici privati e ai terreni prossimi alla nuova infrastruttura stradale, il cui numero è tuttavia stato contenuto il più possibile per non ridurre le condizioni di sicurezza sulla Variante.

## 2.3 Cantierizzazione

Al fine di predisporre un'organizzazione della cantierizzazione che fosse razionale rispetto alle varie attività di lavoro previste e baricentrica rispetto al tracciato, sono state definite le seguenti aree funzionali di cantiere, illustrate negli elaborati grafici specifici:

- **Campo Uffici Imprese e Uffici D.L.:** ad inizio tracciato del Tratto 1, nei pressi del nodo di Ponte a Niccheri, in adiacenza alla S.R.222 "Chiantigiana"
- **Campo Imprese:** a fine tracciato Tratto 1, nei pressi della rotatoria Ghiacciaia, in adiacenza alla S.P. 56;
- **Area di deposito materiali:** all'inizio del Tratto 2, nei pressi della rotatoria Capannuccia, in adiacenza alla S.P. 56;

Le suddette aree sono state studiate e dimensionate, sulla base delle effettive attività di cantiere, per accogliere al loro interno tutti i servizi logistici, quali uffici e baraccamenti con varie destinazioni d'uso, necessari per i tecnici e per gli operai (spogliatoi, servizi, refettorio, ecc.) con i relativi allacciamenti impiantistici. Nei campi sono stati individuati anche tutti gli spazi ed i servizi di

supporto alle attività operative di cantiere , quali baracche per officine/depositi, aree di stoccaggio materiali, aree di carico/scarico ecc...

A completamento delle dotazioni citate, sono stati predisposti gli impianti di lavaggio ruote, di lavaggio autobetoniere, gli impianti di trattamento delle acque di prima pioggia e gli impianti di depurazione reflui civili , oltre alle torri faro per l'adeguata illuminazione dei campi.

Le aree di cantiere principale, opportunamente delimitate da recinzioni, saranno impermeabilizzate mediante la realizzazione di un pacchetto di pavimentazione con finitura in conglomerato bituminoso, volta alla minimizzazione dell'impatto con la falda sotterranea e con i corpi idrici superficiali.

Oltre ai campi principali, sono state individuate una serie di superfici dislocate lungo il tracciato ed in corrispondenza delle rotatorie di progetto, con funzione di aree per lo stoccaggio temporaneo e per la stesa delle terre provenienti dagli scavi da stabilizzare a calce.

## 2.4 Percorsi di cantiere e movimentazione delle materie

In osservanza a specifica prescrizione formulata dall'ARPAT e mirata a limitare le sovrapposizioni in fase di cantierizzazione tra traffico dei mezzi d'opera e flussi di traffico ordinari nell'intorno delle aree di intervento, con particolare riguardo ai disagi indotti dal traffico pesante nei centri abitati, si prevede di **vincolare gli accessi alle aree di lavoro da parte dei mezzi di cantiere, a prestabiliti punti di ingresso/uscita**. La SRT222 e la SP56 saranno le uniche viabilità esterne impegnate dalla movimentazione delle materie, che peraltro sarà quasi esclusivamente in ingresso al cantiere (calcestruzzi, bitumi, travi in acciaio, elementi prefabbricati in c.a.p.), dal momento che il riutilizzo integrale delle terre da scavo mediante stabilizzazione a calce consente di abbattere gli esuberanti ed il conseguente conferimento a sito esterno autorizzato. L'approvvigionamento dei materiali e la movimentazione delle terre all'interno delle aree di lavoro avrà luogo esclusivamente mediante **piste di cantiere realizzate sulla fascia di terreno su cui verrà realizzato il corpo stradale di progetto** e si estenderanno per tutta la lunghezza dei due tratti, collegando i punti di accesso prestabiliti.

Tali misure mirano a ridurre le interferenze fra le attività di cantiere e quelle presenti nel contesto rurale e sub-urbano interessato dall'intervento, ma risultano efficaci anche per la riduzione delle aree potenzialmente contaminabili. Sempre per limitare la possibilità di contaminazione tra le acque meteoriche dilavanti (AMD) e il reticolo idrografico naturale, si prevede la **realizzazione dei fossi di guardia e degli attraversamenti idraulici prima delle opere stradali**, evitando tra l'altro la costruzione di piste di cantiere all'interno delle vie d'acqua minori. Tale pianificazione



dell'accantieramento favorisce inoltre una rapida ricucitura della rete dei corpi idrici superficiali con vantaggi per l'assetto idrogeologico dell'area ed offre inoltre maggiori garanzie nel caso di eventi piovosi intensi che possono verificarsi durante le fasi di lavoro. Si prevede inoltre che le AMD, contenenti idrocarburi, ma in fase di cantiere, soprattutto sedimenti, raccolte dai fossi di guardia vengano intercettate da **pozzettoni in C.A. con un setto intermedio di separazione**, prima di essere scaricate nelle naturali depressioni del terreno a monte e/o a valle dei tombini idraulici. La predisposizione dei pozzettoni ha la duplice valenza di favorire il **deposito della maggior parte dei sedimenti prodotti dalle lavorazioni** durante la fase di cantierizzazione e di garantire un trattamento di sedimentazione primaria durante le fasi di esercizio dell'infrastruttura per tutta la vita utile

Al fine di delimitare le piste di cantiere e di confinare le aree che saranno interessate dai lavori, verranno predisposte durante la fase preliminare di cantierizzazione, **recinzioni di cantiere in polietilene color arancio per tutto il perimetro esterno delle aree assoggettate ad esproprio definitivo e/o occupazione temporanea**.

Per l'esecuzione dei lavori in progetto si è ipotizzata una cantierizzazione, con predisposizione di aree funzionali individuate come "Campi Base", "Cantieri Operativi" e "Aree di cantiere".

Per Campo Base (CB) si intende un'area delimitata con una recinzione, all'interno della quale sono installati tutti i servizi logistici, quali uffici della direzione lavori, del coordinatore per la sicurezza e dell'impresa appaltatrice, nonché tutti i baraccamenti necessari per i lavoratori (spogliatoi, servizi, uffici, locale da adibire a mensa, ecc.) con i relativi allacciamenti impiantistici.

All'interno potrà eventualmente essere prevista anche la predisposizione di una zona recintata quale area di deposito per i materiali e per i mezzi.

Per Campo Operativo (CO) si intende un'area delimitata con una recinzione, all'interno della quale sono installati i servizi igienici per i lavoratori ed eventuali altri baraccamenti che fossero da prevedere nell'eventualità di particolari difficoltà di accesso al campo base. All'interno dovrà essere prevista la predisposizione di una zona recintata quale area di deposito e/o stoccaggio per i mezzi, i materiali tra i quali anche travi prefabbricate in c.a.p. e acciaio e depositi di attrezzi minuti.

Per Area di deposito materiali si intende un'area delimitata all'interno della quale sarà previsto il deposito e lo stoccaggio dei mezzi, dei materiali quali anche travi prefabbricate in c.a.p. e i depositi degli attrezzi minuti.

L'Area di cantiere è l'area di intervento, delimitata con un'opportuna recinzione, all'interno della quale si eseguono tutte le lavorazioni oggetto dell'appalto.

Con la cantierizzazione si individua anche la viabilità d'accesso, le piste e i raccordi d'accesso con la viabilità esistente. Queste sono le opere di progetto e i percorsi obbligati per i mezzi di cantiere la zona di lavoro, campo base e accessi.

### 3 CRITERI METODOLOGICI PER LA REDAZIONE DEL PMA

#### 3.1 Obiettivi del Monitoraggio Ambientale

In conformità alle indicazioni tecniche di cui alle *Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale delle opere di cui alla Legge Obiettivo (Legge 21.12.2001, n.443)* predisposte dalla CSVIA (2007), lo scopo del Monitoraggio Ambientale (MA) proposto, è quello di:

- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto individuate nella Verifica di Assoggettabilità a VIA per quanto attiene le fasi di costruzione e di esercizio dell'Opera;
- correlare gli stati ante-operam, corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale;
- verificare l'efficacia dei sistemi di mitigazione posti in essere;
- garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di costruzione e di esercizio dell'infrastruttura;
- rilevare tempestivamente emergenze ambientali impreviste per potere intervenire con adeguati provvedimenti;
- fornire gli elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio;

#### 3.2 Requisiti del Piano di Monitoraggio Ambientale

Conseguentemente agli obiettivi da perseguire con il Monitoraggio Ambientale, il PMA deve soddisfare i seguenti requisiti:

- Prevedere il coordinamento delle attività di monitoraggio previste “ad hoc” con quelle degli Enti territoriali ed ambientali che operano nell'ambito della tutela e dell'uso delle risorse ambientali;
- Contenere la programmazione dettagliata spazio-temporale delle attività di monitoraggio e la definizione degli strumenti;
- Indicare le modalità di rilevamento e uso della strumentazione coerenti con la normativa vigente;
- Prevedere meccanismi di segnalazione tempestiva di eventuali insufficienze e anomalie;
- Prevedere l'utilizzo di metodologie validate e di comprovato rigore tecnico-scientifico;
- Individuare parametri ed indicatori facilmente misurabili ed affidabili, nonché rappresentativi delle varie situazioni ambientali;

- Definire il numero, le tipologie e la distribuzione territoriale delle stazioni di misura e motivarne la scelta alla luce delle interferenze e della sensibilità/criticità dell'ambiente interessato;
- Prevedere la frequenza delle misure adeguata alle componenti che si intendono monitorare;
- Prevedere l'integrazione della rete di monitoraggio progettata dal PMA con le reti di monitoraggio esistenti;
- Prevedere la restituzione periodica programmata e su richiesta delle informazioni e dei dati in maniera strutturata e georeferenziata, di facile utilizzo ed aggiornamento, e con possibilità sia di correlazione con eventuali elaborazioni modellistiche, sia di confronto con i dati previsti in fase di progetto;
- Pervenire ad un dimensionamento del monitoraggio proporzionato all'importanza e all'impatto dell'opera. Il PMA focalizzerà modalità di controllo indirizzate su parametri e fattori maggiormente significativi, la cui misura consenta di valutare il reale impatto della sola Opera specifica sull'ambiente.
- Definire la struttura organizzativa preposta all'effettuazione del MA.
- Individuare i costi relativi alle fasi di Esecuzione e gestione del Piano di Monitoraggio Ambientale.

### 3.3 Approccio metodologico

I criteri che hanno condotto alla stesura del PMA dell'infrastruttura in progetto, hanno seguito i seguenti passi procedurali:

- *Analisi dei documenti di riferimento* e pianificazione delle attività di progettazione sulla base delle Linee Guida della CSVIA e delle prescrizioni impartite dagli enti di controllo
- *Fase ricognitiva dei dati preesistenti*: l'analisi dei dati preesistenti e degli studi specialistici effettuati nelle diverse fasi di progettazione per ciascuna componente analizzata ha permesso di caratterizzare l'ambito territoriale interessato dal progetto di monitoraggio.
- *Definizione dei riferimenti normativi e bibliografici*: sia per la definizione delle metodiche di monitoraggio, sia per la determinazione dei valori di riferimento, rispetto ai quali effettuare le valutazioni ambientali.
- *Scelta delle componenti ambientali*: le componenti ambientali interessate sono quelle individuate e studiate nella Verifica di Assoggettabilità a VIA, integrate con quelle indicate dalle prescrizioni impartite dagli Enti di controllo. Contestualmente alle componenti, sono

stati definiti gli indicatori ambientali il cui monitoraggio consente di risalire allo stato delle componenti ambientali stesse che devono essere controllate.

- *Scelta delle aree da monitorare*: dedotte a seguito di un attento esame della sensibilità alle azioni di progetto, sia per la tutela della salute della popolazione sia per la tutela dell'ambiente. Le aree saranno differenziate in funzione dei criteri di indagine e delle potenzialità di interferenza con la componente ambientale in esame. I criteri che sono stati considerati nella loro determinazione sono:
  - presenza della sorgente di interferenza;
  - presenza di elementi significativi, attuali o previsti, rispetto ai quali è possibile rilevare una modifica delle condizioni di stato dei parametri caratterizzanti.
- *Programmazione delle attività*: la complessità delle opere di progetto e la durata dei lavori richiedono una precisa programmazione, in relazione allo stato di avanzamento dei lavori, delle attività di raccolta, elaborazione e restituzione delle informazioni. Qualora si riscontrassero anomalie, occorre inoltre effettuare una serie di accertamenti straordinari atti ad approfondire e verificare l'entità del problema, determinarne la causa e indicare le possibili soluzioni.

### 3.4 Estensione temporale del PMA

Le finalità delle diverse fasi di monitoraggio sono così distinte:

#### A) Monitoraggio AO:

- definire le caratteristiche dell'ambiente relative a ciascuna componente naturale ed antropica, esistenti prima dell'inizio delle attività;
- rappresentare la situazione di partenza, rispetto alla quale valutare la sostenibilità ambientale dell'Opera, che costituisce termine di paragone per valutare l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione dell'Opera;
- predisporre (evidenziando specifiche esigenze ambientali) il monitoraggio in modo da consentire la valutazione comparata con i controlli effettuati in CO e PO.

#### B) Monitoraggio CO:

- analizzare l'evoluzione di quegli indicatori ambientali, rilevati nello stato iniziale, rappresentativi di fenomeni soggetti a modifiche indotte dalla realizzazione dell'Opera, direttamente o indirettamente (es.: allestimento del cantiere);
- controllare situazioni specifiche, al fine di adeguare la conduzione dei lavori;

- identificare le criticità ambientali, non individuate nella fase AO, che richiedono ulteriori esigenze di monitoraggio e l'eventuale adozione di azioni correttive e mitigative.

C) Monitoraggio PO:

- confrontare gli indicatori definiti nello stato AO con quelli rilevati nella fase di esercizio dell'Opera;
- controllare i livelli di ammissibilità, sia dello scenario degli indicatori definiti nelle condizioni AO, sia degli altri eventualmente individuati in fase di costruzione;
- verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione e compensazione, anche al fine del collaudo. La verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione avverrà nel corso della fase di monitoraggio PO. Laddove dovessero rilevarsi situazioni di non conformità normativa dei livelli di impatto ambientale rilevati, si provvederà a darne pronta comunicazione alla Direzione Lavori e alla Committenza in modo da poter provvedere all'eventuale integrazione delle opere di compensazione (interventi diretti e/o indiretti).

Il PMA svilupperà in modo chiaramente distinto le tre fasi temporali nelle quali si svolgerà l'attività di MA.

Data la tipologia di opere previste, caratterizzate dal significativo sviluppo lineare del tratto stradale interessato dalle lavorazioni, le suddette fasi di pre-esercizio ed esercizio potranno considerarsi in maniera distinta per differenti tratti stradali.

In tal modo il monitoraggio potrà svilupparsi secondo tempistiche articolate sulla base dell'effettivo andamento delle lavorazioni e relativa chiusura dei singoli tratti di cantiere (lavorazioni in linea), previa verifica dell'assenza di condizioni al contorno tali da alterare in maniera significativa le risultanze del monitoraggio stesso.

### **3.5 Identificazione delle componenti ambientali oggetto di monitoraggio**

Un aspetto importante nella predisposizione di un Piano di Monitoraggio Ambientale consiste nell'identificazione delle componenti e degli indicatori ambientali più appropriati per descrivere compiutamente ed efficacemente gli effetti sul territorio delle attività di cantiere.

Tale analisi deve fare riferimento a due aspetti principali:

- le tipologie delle opere e delle attività di costruzione delle stesse
- la situazione territoriale ed ambientale presente nell'area di intervento.

In questo quadro è stata operata una scelta che ha portato a concentrare l'attenzione delle attività di monitoraggio su quelle componenti e su quegli indicatori ambientali che, tra tutti quelli possibili, effettivamente possono fornire utili indicazioni nella gestione dei cantieri; in particolare, si fa riferimento agli aspetti legati al suolo (anche ai fini delle acque sotterranee), agli aspetti antropici, al regime idrico presente.

Le fasi in cui ciascuna componente verrà monitorata dipendono dalla durata degli impatti previsti e dalle caratteristiche proprie di ogni matrice.

Tenendo presente tali scelte, si sono potute indagare e decidere le metodiche e le modalità di monitoraggio di ciascuna componente. Per ogni componente si sono effettuate scelte, ovviamente diverse, a seconda delle caratteristiche peculiari delle stesse, ma i criteri generali per il posizionamento dei punti di monitoraggio si possono ritenere comuni a tutte.

La scelta delle aree è basata sulla sensibilità e vulnerabilità alle azioni di progetto, sia per la tutela della salute della popolazione sia per la tutela dell'ambiente, in particolare le aree di pregio o interesse individuate dalla normativa comunitaria, nazionale e regionale, nonché quelle indicate nel parere di compatibilità ambientale e nei provvedimenti di approvazione del progetto nei suoi diversi livelli.

I criteri che dovranno essere considerati nella loro determinazione sono:

- presenza della sorgente di interferenza;
- presenza di elementi significativi, attuali o previsti, rispetto ai quali è possibile rilevare una modifica delle condizioni di stato dei parametri caratterizzanti.

Per quanto riguarda le attività di misura, campionamento, analisi ed elaborazione dati, al fine di garantire la confrontabilità dei dati, saranno utilizzate le stesse metodiche su tutti gli ambiti territoriali indagati.

Si propone, pertanto, il monitoraggio delle seguenti componenti ambientali:

- Atmosfera;
- Acque Superficiali
- Acque Sotterranee
- Rumore;

A seguire si riporta una descrizione dettagliata delle indagini che saranno effettuate, suddivise per componente ambientale, con particolare riferimento alla tipologia di campionamento e misura, alla strumentazione, alle metodiche di analisi, alle frequenze di rilevamento, ecc.

## 4 ATMOSFERA

L'inquinamento atmosferico può essere definito come una modificazione della normale composizione dell'atmosfera in quantità e con caratteristiche tali da determinare effetti nocivi alla salute e all'ambiente. Il progredire delle conoscenze in merito agli effetti dell'inquinamento sulla salute e sugli ecosistemi ha esteso l'attenzione a nuovi composti e portato alla definizione di nuovi limiti di concentrazione.

Negli ultimi anni, quindi, l'interesse della comunità scientifica e degli Enti preposti alla salvaguardia della salute pubblica e dell'ambiente si è trasferito dagli inquinanti tradizionali - derivanti soprattutto dai processi industriali e dalle attività di combustione (biossido di zolfo, composti dell'azoto, monossido di carbonio e polveri totali sospese) - alle sostanze che in area urbana sono emesse principalmente dal traffico (benzene, idrocarburi policiclici aromatici e polveri fini) e agli inquinanti di origine secondaria, come ozono e particolato.

Scopo del documento è descrivere i processi logici che hanno portato ai contenuti di seguito descritti e quindi fornire, ai fini del monitoraggio ambientale, tutte le informazioni necessarie per una corretta esecuzione delle attività di misura in campo, la restituzione dei dati e l'organizzazione degli stessi in una banca dati strutturata.

L'analisi di questa componente non è semplicemente finalizzata a fornire le modalità per il riconoscimento e la valutazione delle potenziali interferenze del progetto con la matrice ambientale atmosfera, ma considera la rilevanza di tale matrice anche per altre matrici quali la vegetazione e la fauna nello spirito di realizzare un sistema integrato di monitoraggio, capace di sfruttare le sinergie potenziali intercomponente.



## 4.1 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.

In particolare, si segnala che nel recente passato l'evoluzione normativa europea ha dato origine alla Dir. 2008/50/CE – "Concernente la qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", al D. Lgs. 3/8/2007 n.152 – "Attuazione della Dir.2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente" e ai primi strumenti amministrativi per il recepimento nazionale della suddetta Dir. 2008/50/CE.

A livello nazionale, i principali strumenti normativi vigenti sono oggi rappresentati dal D. Lgs. 183/2004, dal D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. e dal D. Lgs. 155/2010, così come recentemente modificato dal D. Lgs. 250/2012, che rappresentano, il naturale riferimento per l'individuazione dei parametri indicatori della qualità dell'aria e delle relative metodiche e frequenze di campionamento.

### 4.1.1 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.

### 4.1.2 Normativa Nazionale

I principali riferimenti sono rappresentati da:

- D.P.C.M. 28/3/1983 - Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno;

- D.P.R. 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;
- D.M. 20/5/1991 - Criteri per l'elaborazione dei piani regionali per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria;
- D.M. 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;
- D.M. 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;
- D.M. 16/5/1996 - Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono;
- D.Lgs. 4/8/99 n. 351 - Attuazione della direttiva 96/62 in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria;
- D.M. 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;
- D.M. 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
- D. Lgs. 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.
- D. Lgs. 13/8/2010 n.155, Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.
- D. Lgs. 24/12/2012 n.250, Modifiche ed integrazioni al Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa. (13G00027) (GU n.23 del 28-1-2013)

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 e ss.mm.ii, Allegato XI

| <b>PERIODO di MEDIAZIONE</b>                        | <b>Valore limite</b>                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)</b>           |                                                                                                                                                                                                     |
| <b>1 ora</b>                                        | 350 µg/m <sup>3</sup><br>(da non superare più di 24 volte per anno civile)                                                                                                                          |
| <b>1 giorno</b>                                     | 125 µg/m <sup>3</sup><br>(da non superare più di 3 volte per anno civile)                                                                                                                           |
| <b>Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)</b>           |                                                                                                                                                                                                     |
| <b>1 ora</b>                                        | 200 µg/m <sup>3</sup><br>(da non superare più di 18 volte per anno civile)                                                                                                                          |
| <b>Anno civile</b>                                  | 40 µg/m <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                |
| <b>Benzene</b>                                      |                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Anno civile</b>                                  | 5 µg/m <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                 |
| <b>Monossido di carbonio (CO)</b>                   |                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Media massima giornaliera calcolata su 8 ore</b> | 10 mg/m <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                |
| <b>Piombo (Pb)</b>                                  |                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Anno civile</b>                                  | 0,5 µg/m <sup>3</sup>                                                                                                                                                                               |
| <b>PM10</b>                                         |                                                                                                                                                                                                     |
| <b>1 giorno</b>                                     | 50 µg/m <sup>3</sup><br>(da non superare più di 35 volte per anno civile)                                                                                                                           |
| <b>Anno civile</b>                                  | 40 µg/m <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                |
| <b>PM2,5</b>                                        |                                                                                                                                                                                                     |
| <b>FASE 1</b>                                       |                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Anno civile</b>                                  | 25 µg/m <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                |
| <b>FASE 2</b>                                       |                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Anno civile</b>                                  | Valore limite da stabilire con successivo decreto ai sensi dell'art.22, comma 6, tenuto conto del valore indicativo di 20 µg/m <sup>3</sup> 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 e ss.mm.ii

| <i><b>PERIODO di<br/>MEDIAZIONE</b></i>          | <i><b>Valore<br/>limite</b></i> |
|--------------------------------------------------|---------------------------------|
| <i><b>Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)</b></i> |                                 |
| <b>Livello critico annuale</b>                   | 20 µg/m <sup>3</sup>            |
| <b>Livello critico invernale</b>                 | 20 µg/m <sup>3</sup>            |
| <i><b>Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)</b></i> |                                 |
| <b>Livello critico annuale</b>                   | 30 µg/m <sup>3</sup>            |

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

| <i><b>FINALITA'</b></i> | <i><b>PERIODO di<br/>MEDIAZIONE</b></i> | <i><b>Soglia</b></i>  |
|-------------------------|-----------------------------------------|-----------------------|
| <b>Informazione</b>     | 1 ora                                   | 180 µg/m <sup>3</sup> |
| <b>Allarme</b>          | 1 ora                                   | 240 µg/m <sup>3</sup> |

## 4.2 Definizione dei punti di monitoraggio

### 4.2.1 Criteri di scelta e tipologie di misura

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).

In fase di esercizio dell'infrastruttura, invece, l'impatto sulla componente è legato essenzialmente al traffico veicolare sull'infrastruttura di progetto, sia nel tratto in affiancamento al sedime esistente, per la maggiore capacità di ricezione ma anche di smaltimento del flusso veicolare, sia nel tratto di

nuova realizzazione dove l'infrastruttura rappresenta una nuova sorgente di inquinamento, prima non presente.

Data la differente tipologia di impatti previsti in fase di esercizio e di realizzazione dell'infrastruttura si effettueranno 2 diverse tipologie di monitoraggio, una primariamente volta al monitoraggio dell'inquinamento dovuto al sollevamento di polveri in fase di cantiere e durante le lavorazioni, una volta, invece, al monitoraggio dello stato di qualità dell'aria connesso al traffico veicolare e all'esercizio dell'infrastruttura.

### **Misure tipo ATM - Rilievo della qualità dell'aria con mezzo mobile strumentato**

Le misure della tipologia ATM saranno eseguite con laboratori mobili strumentati in grado di rilevare in automatico i parametri richiesti.

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.

I parametri di monitoraggio sono quelli stabiliti dalla vigente normativa in materia di qualità dell'aria, per i quali sono fissati dei limiti massimi di concentrazione.

Dal momento che la finalità ultima del D. Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. è quella di definire e stabilire delle soglie di accettabilità e di qualità dell'aria ambiente, tali parametri saranno monitorati e confrontati con i relativi limiti esclusivamente in fase di esercizio dell'infrastruttura, ossia quando la strada andrà ad integrare il complesso delle sorgenti di emissione del territorio in esame.

**Tabella 4: Parametri di monitoraggio per misure di tipo ATM**

| <b>Parametro</b>         | <b>Campion.</b> | <b>Unità di misura</b> | <b>Elaborazioni statistiche</b> | <b>Campionamento e determinazione</b> |
|--------------------------|-----------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| CO                       | 1h              | mg/m <sup>3</sup>      | Media su 8 h/<br>Media su 1 h   | Automatico (mezzo mobile)             |
| NOx, NO, NO <sub>2</sub> | 1h              | µg/m <sup>3</sup>      | Media su 1 h                    | Automatico (mezzo mobile)             |
| PTS                      | 24 h            | µg/m <sup>3</sup>      | Media su 1 h                    | Automatico (mezzo mobile)             |
| PM <sub>10</sub>         | 1 h             | µg/m <sup>3</sup>      | Media su 24 h                   | Gravimetrico (skypost o sim.)         |
| O <sub>3</sub>           | 1 h             | µg/m <sup>3</sup>      | Media su 8 h/<br>Media su 1 h   | Automatico (mezzo mobile)             |
| SO <sub>2</sub>          | 1 h             | µg/m <sup>3</sup>      | Media su 1 h                    | Automatico (mezzo mobile)             |

Da quanto sopra si evince che i parametri CO, NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> e PTS verranno rilevati in continuo con apposita strumentazione certificata, installata su laboratorio mobile e restituiti come valore medio orario (o come media su 8 ore laddove richiesto dalla normativa).

Il parametro PM<sub>10</sub> verrà acquisito mediante campionamento gravimetrico su filtro e restituito come valore medio giornaliero.

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/m2                |
| Precipitazioni            | mm                  |

### **Misure tipo POL – Rilievo delle del particolato fine (PM<sub>10</sub>)**

Tale metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione particolato fine, prodotto dalle attività in atto nelle aree di cantiere ed dal sollevamento polveri connesso ad esse.

Le misurazioni del tipo POL sono delle postazioni di misura mobili che avranno durata unitaria di 7 giorni esclusivamente per la fase di corso d'opera.

Le campagne di misura del PM<sub>10</sub> 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 sequenziale, come previsto dalla normativa tecnica di settore, ed i valori di concentrazione rilevati saranno confrontati con il limite stabilito dal D. Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii., tenendo presente, nell'interpretazione degli stessi, le diverse finalità del monitoraggio.

Infatti, nel caso in esame le misurazioni hanno lo scopo di controllare e monitorare le emissioni di una sorgente temporanea (cantiere) che, comunque, può generare dei picchi di concentrazione rispetto ai valori medi registrati abitualmente nel territorio in esame.

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

| Parametro        | Campion. | Unità di misura   | Elaborazioni statistiche | Campionamento e determinazione |
|------------------|----------|-------------------|--------------------------|--------------------------------|
| PM <sub>10</sub> | 1 h      | µg/m <sup>3</sup> | Media su 24 h            | Gravimetrico (skypost o sim.)  |

Contemporaneamente al rilevamento del particolato saranno rilevati su base oraria gli stessi parametri meteorologici previsti per le misure di tipo ATM.

#### 4.2.2 Parametri rilevati

I parametri oggetto di monitoraggio sono:

- Inquinanti gassosi,
- polveri,
- parametri meteorologici,

Per quanto concerne gli inquinanti gassosi, la loro individuazione e definizione all'interno del presente PMA trova un solido supporto nel contesto normativo di livello europeo e nazionale vigente, così come precedentemente descritto.

Se da un lato, infatti, è ragionevole ipotizzare che l'obiettivo del PMA non debba essere quello di caratterizzare lo stato qualitativo dell'aria alla stregua di una rete provinciale di monitoraggio, è tuttavia innegabile che gli effetti ambientali correlati alle emissioni previste nelle fasi di realizzazione ed esercizio dell'infrastruttura per essere opportunamente controllati nella loro entità ed evoluzione temporale necessitano di indicatori e di limiti di riferimento che trovano proprio nella normativa la loro più efficace, usuale ed oggettiva espressione.

I parametri individuati risultano i seguenti:

- ossidi di azoto,
- biossido di zolfo,
- monossido di carbonio,
- ozono

Per quanto riguarda il particolato:

- polveri totali sospese (PTS),
- polveri sottili (PM<sub>10</sub>),



Per i dati meteorologici:

- direzione e velocità del vento,
- temperatura,
- umidità,
- pressione atmosferica,
- radiazione netta e globale,
- pioggia.

#### 4.2.2.1 *Inquinanti Gassosi*

##### Ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ )

Con il termine  $\text{NO}_x$  si intende la somma del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ). L'ossido di azoto (NO) è un gas incolore, insapore ed inodore. E' prodotto, insieme al biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ) (che costituisce meno del 5% degli  $\text{NO}_x$  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  $\text{N}_2\text{O}_4$  (forma dimera) e  $\text{NO}_2$  che si forma per dissociazione delle molecole dimere. Questo composto è causa del colore giallastro della foschia che ricopre le zone abitate con elevato traffico. Si tratta di un inquinante secondario dato che deriva, per lo più, dall'ossidazione in atmosfera del monossido di azoto. Esso ricopre un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari molto pericolosi come l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso, gli alchilnitriti, i perossiacetilnitriti.

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  $\text{NO}_x$  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-NO<sub>2</sub>, 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/m<sup>3</sup>; nei Paesi Occidentali la media annuale è compresa fra 20 e 90 µg/m<sup>3</sup>, mentre nelle città in genere non supera i 40 µg/m<sup>3</sup>.

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/m<sup>3</sup> provocano risentimenti polmonari; 100 mg/m<sup>3</sup>, inalati per 1 minuto, provocano notevoli danni al tratto respiratorio; concentrazioni di 300-400 mg/m<sup>3</sup> 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.

### Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo - o anidride solforosa - è un gas incolore, di odore pungente. Si forma per ossidazione dello zolfo nel corso dei processi di combustione di materiali che contengono questo elemento come impurità.

Le principali emissioni di biossido di zolfo derivano pertanto da:

- impianti fissi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (gasolio, olio combustibile, cherosene, carbone),
- processi metallurgici,
- produzione di acido solforico,
- lavorazione di molte materie plastiche,
- industrie della carta,
- fonderie,
- desolforazione di gas naturali,
- incenerimento di rifiuti

mentre pressoché trascurabile l'apporto dal traffico veicolare dal momento che i carburanti in uso sono raffinati e a basso tenore di zolfo. Significativo il riscontro che emissioni naturali ed antropogeniche risultino, all'incirca, dello stesso ordine di grandezza. Ritenuto fino a pochi anni fa uno dei principali inquinanti atmosferici, anche perché uno dei primi composti a manifestare effetti

sull'uomo e sull'ambiente, ultimamente la sua significatività si è sensibilmente ridotta grazie agli interventi di metanizzazione che hanno interessato sia impianti di riscaldamento domestico che processi di combustione industriale.

L'anidride solforosa, gas molto irritante per la gola, gli occhi e le vie respiratorie pur non presentando una propria tossicologia, è fattore predisponente all'acuirsi di malattie croniche nei soggetti più esposti quali anziani, in particolare asmatici, e bambini. In ragione della sua alta idrosolubilità, l'85% della  $SO_2$  viene trattenuta dal rinofaringe e solo in minime percentuali raggiunge zone più distali quali bronchioli ed alveoli.

Episodi di inquinamento atmosferico con aumento delle concentrazioni di biossido di zolfo sono risultati associati in studi epidemiologici con l'incremento sia dei ricoveri ospedalieri per patologie respiratorie sia con l'aumento della mortalità generale. Il biossido di zolfo svolge anche un'azione indiretta nei confronti della fascia di ozono stratosferico combinandosi con il vapore acqueo e formando acido solforico: questo fenomeno contribuisce anche all'acidificazione delle precipitazioni ("piogge acide") con effetti fitotossici e compromissione della vita acquatica e risulta corrosivo anche su materiali di costruzione, manufatti lapidei, vernici e metalli.

In accordo alla vigente normativa (Decreto 2 aprile 2002 n.60), per la protezione della salute umana sono previsti un valore limite orario ( $350 \mu g/m^3$  da non superarsi più di 24 volte per anno civile) ed un valore limite sulle 24 ore ( $125 \mu g/m^3$  da non superarsi più di 3 volte per anno civile).

### Il monossido di carbonio (CO)

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 pro-dotto ogni volta che una sostanza contenente carbonio brucia in maniera incom-pleta. E' più leggero dell'aria e diffonde rapidamente negli ambienti.

Come l' anidride carbonica ( $CO_2$ ) 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.

### L'ozono

E' un gas fortemente ossidante che si forma nella bassa atmosfera per reazioni foto-chimiche 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 nella stratosfera, in cui l'ozono svolge un ruolo fondamentale nell'assorbimento delle radiazioni ultraviolette dannose per la salute perché causa di melanomi.

L'ozono è un gas irritante per le mucose (occhi, apparato respiratorio, ecc.). L'elevato potere ossidante gli consente di recare danno a qualsiasi sostanza biologica; esso, ad esempio, viene assorbito dalle piante a livello fogliare ed esplica un'azione dannosa sul metabolismo della fotosintesi clorofilliana. Può cagionare danno ai lipidi delle membrane cellulari. La gomma e le fibre tessili sono materiali che possono essere alterati chimicamente se esposti a contatto più o meno prolungato con l'ozono. L'O<sub>3</sub> 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.

#### 4.2.2.2 *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 ( $\mu\text{m}$ ).

Si definisce la classe PM<sub>10</sub> 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 risollevarimento della polvere depositata al suolo dovuto al moto dei veicoli (risospensione) produce un contributo emissivo rilevante.

Il diametro delle particelle in sospensione è indicativamente correlato alla fonte di provenienza, come indicato nella seguente tabella.

**Tabella 7. Dimensioni ed emissioni di particolato**

| <b>DIAMETRO</b>        | <b>PROVENIENZA</b>                                                                                                                                  |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>&gt;10 µm</b>       | processi meccanici (es. erosione del vento, macinazione e diffusione), polverizzazione di materiali da parte di veicoli;                            |
| <b>tra 1µm e 10µm</b>  | provenienza da particolari tipi di terreno, da polveri e prodotti di combustione di determinate industrie e da sali marini in determinate località; |
| <b>tra 0.1µm e 1µm</b> | combustione ed aerosol fotochimici;                                                                                                                 |
| <b>&lt;0.1 µm</b>      | 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.

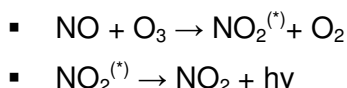
Il particolato che si deposita nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (cavità nasali, faringe e laringe) può generare vari effetti irritativi come l'infiammazione e la secchezza del naso e della gola; tutti questi fenomeni sono molto più gravi se le particelle hanno assorbito sostanze acide (come il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto).

## 4.3 Metodologia di rilevamento e campionamento

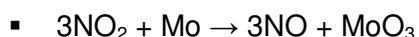
### 4.3.1 *Inquinanti gassosi*

In riferimento al D. Lgs. 155/2010, così come modificato dal D. Lgs. 250/20121, nel presente Piano i metodi di riferimento per il campionamento degli inquinanti gassosi, da effettuarsi mediante laboratori mobili dotati di analizzatori automatici, sono illustrati a seguire:

- **Ossidi di azoto (NOX, NO, NO2):** il riferimento normativo è il D. Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. (Allegato VI "Metodi di Riferimento"– Paragrafo A.2). Il metodo di riferimento per la misurazione del biossido di azoto e degli ossidi di azoto rimanda alla norma UNI EN 14211:2005 – "Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di 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 dà 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 ( $\text{NO}_x$ ), 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 ( $\text{NO}_x$ ), 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.

- **Biossido di zolfo:** In base al D. Lgs. 155/2010 (Allegato VI "Metodi di riferimento" par. A.1) il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione è descritto nella norma UNI EN 14212:2005, "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di biossido di zolfo mediante fluorescenza ultravioletta". Tale metodo permette di monitorare la concentrazione del biossido di zolfo in continuo in modo da fornire, a seconda di quanto richiesto da normativa, dati relativi alle medie orarie o giornaliere anche in tempo reale.
- **Monossido di carbonio (CO):** Il D. Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii, 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.

- **Ozono (O<sub>3</sub>):** il riferimento normativo è il D. Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. 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:

- 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;
- 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;

- 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;
- 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;
- 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”.

#### **4.3.2 Polveri**

Il campionamento del materiale particellare (PTS e PM<sub>10</sub>) dovrà essere effettuato, in conformità con le indicazioni tecniche di cui al D. Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii e alla direttiva 2008/50/CE con metodo gravimetrico, ovvero con altro metodo certificato ai sensi dello stesso Decreto, come equivalente.

Il metodo di riferimento per il campionamento del PM<sub>10</sub>, inizialmente menzionato nel D.M. 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 12341:1999 – “Qualità dell'aria – Procedura di prova in campo per dimostrare l'equivalenza di riferimento dei metodi di campionamento per la frazione di PM<sub>10</sub> delle particelle”, si specifica che gli Stati membri possono usare qualsiasi altro metodo, purché siano in grado di dimostrare che esso ha un nesso coerente con il metodo di riferimento. Solo con il D.M. 60/02 (Allegato XI, parte IV) sono state individuate nel dettaglio le caratteristiche dello strumento di riferimento: EN 12341 “Air quality - Determination of

the PM<sub>10</sub> 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 12341:1999 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 PM<sub>10</sub> 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 PM<sub>10</sub> 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 indagine. 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 delle PTS, non esiste un metodo di riferimento attualmente vigente, pertanto, sarà utilizzato 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 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, sia la misura continua che informa di eventuali anomalie di concentrazione che, abbinate alle informazioni meteorologiche, permettono di identificare possibili sorgenti di inquinamento.

#### **4.3.3 Parametri meteorologici**

Ciascuna postazione di indagine sarà dotata di stazione meteorologica, in modo tale da consentire un'immediata correlazione fra le concentrazioni di inquinanti rilevate e le condizioni al contorno.

Va inoltre curata con molta attenzione la taratura degli strumenti; sotto si riporta una tabella con indicati i tempi di controllo della taratura degli strumenti (OMM, 1983).

Tabella 8. Tempi di controllo della taratura degli strumenti.

| <b>STRUMENTO</b> | <b>TEMPO</b> |
|------------------|--------------|
| Termometri       | 6 mesi       |
| Igrometri        | 1 mese       |
| Barometri        | 1 mese       |
| Pluviometri      | 6 mesi       |
| Anemometri       | 1 anno       |

Dovranno essere adottati alcuni accorgimenti:

- **Pluviometro:**

- 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;

- aree in pendenza o su falde di tetti dovrebbero essere evitate. Gli effetti dell'inclinazione di un versante sul rilievo pluviometrico sono grossi;
  - 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 risolutezza e all'accuratezza.

Tabella 9. Range di operatività degli strumenti.

| PARAMETRO           | UNITA' di MISURA    | RANGE   | RISOLUZIONE | ACCURATEZZA          |
|---------------------|---------------------|---------|-------------|----------------------|
| Direzione del vento | Gradi sessagesimali | 0 - 360 | 10          | ±5%                  |
| Intensità del vento | m/s                 | 0 - 75  | 0.5         | ±0.5 m/s per v<5 m/s |

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE –RELAZIONE TECNICA

|                       |     |            |       |                     |
|-----------------------|-----|------------|-------|---------------------|
|                       |     |            |       | ±10 m/s per v>5 m/s |
| Temperatura           | °C  | -60 - +60  | 0.1 k | ±0.1 k              |
| Pressione atmosferica | hPa | 920 – 1080 | 0.1   | ±0.1 hPa            |
| Umidità relativa      | %   | 5 – 100    | 1     | ±3%                 |
| Precipitazioni        | Mm  | 0 - >400   | 0.1   | ±0.1 mm per <5mm    |
|                       |     |            |       | ±2 mm per v>5mm     |

## 4.4 Strumentazione di misura

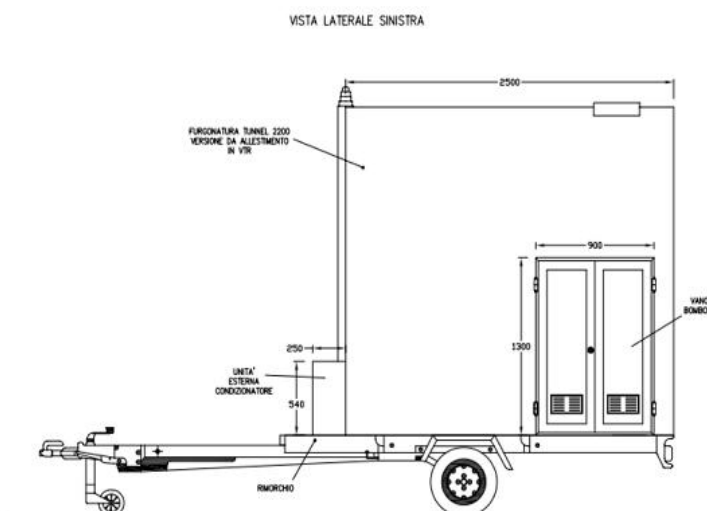
Per le indagini dei parametri sopra illustrati saranno utilizzati:

- Laboratorio mobile;
- Campionatori gravimetrici sequenziali.

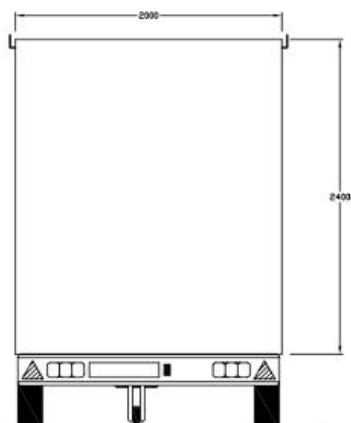
### 4.4.1 Laboratorio mobile

La stazione di monitoraggio mobile che ospita gli strumenti per la misura dei parametri è realizzata su un telaio rimorchiabile con struttura di contenimento in vetroresina monoscocca autoportante.

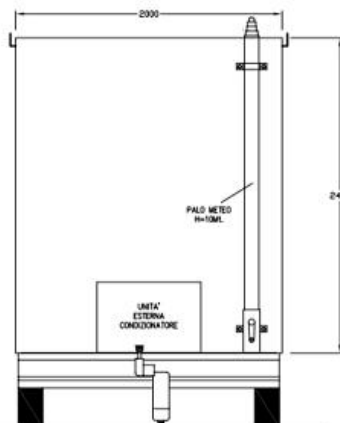
Il laboratorio mobile sarà del tipo descritto in seguito o simile, realizzato su di un telaio idoneo per allestimenti speciali e rimorchiabile da un veicolo di cilindrata opportuna. I rimorchi utilizzati sono realizzati con le più avanzate tecnologie e sono conformi ai requisiti tecnici previsti dalle normative comunitarie.



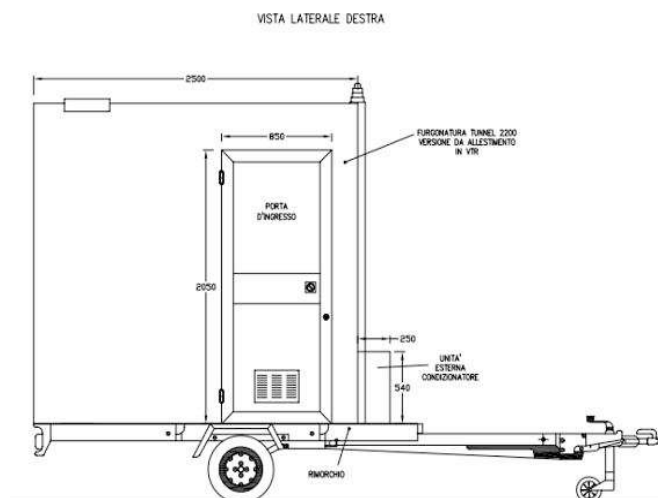
VISTA POSTERIORE



VISTA ANTERIORE







All'interno di ciascuna cabina sono presenti i seguenti circuiti pneumatici:

- Sistema di campionamento aria ambiente
- Sistema di distribuzione gas di misura e gas di calibrazione
- Sistema di scarico gas.

Per il monitoraggio in oggetto sono utilizzate le seguenti apparecchiature analitiche:

- Nr. 1 Analizzatore di monossido di carbonio: l'analizzatore di CO, mod. Thermo Electron 48i, è uno strumento analitico per la misura, in continuo e in tempo reale, delle concentrazioni di monossido di carbonio in aria ambiente. L'analizzatore opera in conformità al metodo di riferimento indicato nell'allegato XI, paragrafo 1, sezione VII del D.M. 2 aprile 2002, n. 60 e Allegato VI – Sezione A punto 7 del D. Lgs. 155 del 13/08/2010 e ss.mm.ii. [UNI EN 14226:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di monossido di carbonio mediante spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva"]. La tecnica di misura si basa sull'assorbimento da parte delle molecole di CO di radiazioni IR alla lunghezza d'onda di 4,6 microns. L'analizzatore è dotato di un sistema interno che permette di ottenere una risposta lineare e proporzionale alla concentrazione di monossido di carbonio presente nel campione da analizzare. Il modello proposto utilizza una curva di calibrazione esatta per linearizzare il segnale di uscita dello strumento.



| CARATTERISTICHE TECNICHE  |                                                              |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Campi di misura:          | liberamente selezionabile 0-1 ppm a 0-10000 ppm              |
| Funzione Autoranging:     | SI, liberamente impostabile                                  |
| Unità di misura:          | ppm, mg/m <sup>3</sup> , (selezionabili)                     |
| Limite di rilevabilità:   | 0.04 ppm                                                     |
| Rumore di zero:           | 0.02 ppm (valore mediato in 60 s)                            |
| Deriva di zero:           | <0.1 ppm / 24 ore                                            |
| Deriva di span:           | ±1% del fondo scala / 24 h                                   |
| Linearità:                | ±1% del fondo scala<1000ppm<br>±2.5% del fondo scala>1000ppm |
| Precisione:               | ±0.1 ppm                                                     |
| Tempo di risposta:        | 60 secondi                                                   |
| Portata campione:         | 0.5 -2 l/min                                                 |
| Uscita analogica:         | 0-100mV,0-1 V; 0-5 V; 0-10 V                                 |
| Uscita seriale:           | RS-232/RS-485                                                |
| Uscita Ethernet           | Presente                                                     |
| Temperatura di esercizio: | 20-30°C                                                      |
| Alimentazione:            | 220 ÷ 240 Vac /50Hz                                          |
| Dimensioni:               | 42.5 x 21.9 x 58.4 cm (lxhxp)                                |
| Peso:                     | 22.4 kg                                                      |
| Consumi                   | c.ca 375 W                                                   |

L'analizzatore mod. Thermo Electron 48i è conforme alle Direttive CEE:

- "Bassa Tensione" n. 73/23 e successive modifiche (n. 93/68);
- "Compatibilità elettromagnetica" n. 89/336 e successive modifiche (n. 92/31 e n. 93/68) ed è costruito a regola d'arte secondo le norme CEI 64-8, CEI 16-2, CEI 16-3.

L'analizzatore è inoltre dotato delle seguenti approvazioni:

- Approvazione US-EPA;
- Certificazione TUV di conformità alla nuova norma europea EN 14626.

- Nr. 1 Analizzatore di Ossidi di Azoto: L'analizzatore di NO-NO<sub>2</sub>-NO<sub>x</sub>, modello Thermo Electron 42i, è uno strumento analitico per la misura, in continuo e in tempo reale, delle concentrazioni di monossido di ozoto, biossido di azoto e ossidi di azoto totali in aria ambiente. L'analizzatore opera in conformità al metodo di riferimento indicato nell'allegato XI, paragrafo 1, sezione II del D.M. 2 aprile 2002, n. 60 e Allegato VI .Sezione A punto 2 del D. Lgs. 155 del 13/08/2010 e ss.mm.ii. [UNI EN 14211:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di azoto e monossido di azoto mediante chemiluminescenza"]. L'analizzatore a chemiluminescenza utilizza una singola camera di reazione, un singolo fotomoltiplicatore che ciclicamente permette di effettuare la misura dell'NO e dell' NOX. L'analizzatore proposto è dotato di uscite indipendenti per la misura delle concentrazioni di NO, NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> e ciascun inquinante gassoso può essere calibrato separatamente. Se richiesto, lo strumento può misurare in modo continuativo la quantità di NO o NO<sub>x</sub> con un tempo di campionamento inferiore ai 5 secondi.



L'analizzatore mod. Thermo Electron 42i è conforme alle Direttive CEE:

- "Bassa Tensione" n. 73/23 e successive modifiche (n. 93/68)
- "Compatibilità elettromagnetica" n. 89/336 e successive modifiche (n. 92/31 e n. 93/68) ed è costruito a regola d'arte secondo le norme: CEI 64-8, CEI 16-2, CEI 16-3.

L'analizzatore è inoltre dotato delle seguenti approvazioni:

- Approvazione US-EPA.
- Certificazione TUV di conformità alla norma europea EN 14211.

| CARATTERISTICHE TECNICHE |                                                                 |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Campi di misura:         | liberamente selezionabili da 0-0.05 ppm a 0-100ppm              |
| Funzione Autoranging:    | SI, liberamente impostabile                                     |
| Unità di misura:         | ppm, mg/m <sup>3</sup> , ppb, µg/m <sup>3</sup> (selezionabili) |
| Limite di rilevabilità:  | 0.40 ppb (valore mediato su 60 s)                               |
| Rumore di zero:          | 0.20 ppb (valore mediato su 60 s)                               |
| Deriva di zero:          | <0.40 ppb / 24 ore                                              |
| Deriva di span:          | +/-1 % del fondo scala / 24 h                                   |
| Linearità:               | +/-1% fondo scala                                               |
| Precisione:              | 0.4 ppb (range 0-500 ppb)                                       |
| Tempo di risposta:       | 40 secondi                                                      |
| Portata campione:        | 0.6 l/min.                                                      |
| Uscita analogica:        | 0-100mV, 0-1 V; 0-5 V; 0-10 V                                   |
| Uscita seriale:          | RS-232/RS-485                                                   |
| Uscita Ethernet          | Presente                                                        |
| Alimentazione:           | 220 ÷ 240 Vac /50Hz                                             |
| Dimensioni:              | 42.5 x 21.9 x 58.4 cm (l x h x p)                               |
| Peso.                    | 25 kg                                                           |
| Consumi                  | c.ca 300 W                                                      |

- Analizzatore di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>): L'analizzatore di SO<sub>2</sub>, mod. Thermo Electron 43i, è uno strumento analitico per la misura, in continuo e in tempo reale, delle concentrazioni di anidride solforosa in aria ambiente. L'analizzatore opera in conformità al metodo di riferimento per l'analisi dell'SO<sub>2</sub> indicato nell'allegato VI Sezione A punto 1 del D. Lgs. 155 del 13/08/2010 e ss.mm.ii. UNI EN 14212:2005 “Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di zolfo mediante fluorescenza ultravioletta”



La tecnica di misura si basa sull'eccitazione con radiazioni UV pulsate, ad una lunghezza d'onda di 214 nm, delle molecole di SO<sub>2</sub> e sull'emissione, nel momento in cui queste tornano al loro stato iniziale di energia, di una radiazione fluorescente di intensità

direttamente proporzionale alla concentrazione di biossido di zolfo. L'analizzatore è dotato di un sistema interno che permette di ottenere una risposta proporzionale alla concentrazione di anidride solforosa presente nel campione da analizzare. Oltre alle normali uscite analogiche e seriali, l'analizzatore 43i è predisposto per una connessione di tipo Ethernet che garantisce un efficiente accesso remoto nel caso in cui l'utilizzatore voglia interfacciarsi direttamente con lo strumento da una postazione remota.

| CARATTERISTICHE TECNICHE  |                                                                            |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Campi di misura:          | liberamente selezionabile da 0-0.05 ppm a 0-10 ppm (estendibile a 100 ppm) |
| Funzione Autoranging:     | SI, liberamente impostabile                                                |
| Unità di misura:          | ppm, mg/m <sup>3</sup> , ppb, µg/m <sup>3</sup> (selezionabili)            |
| Limite di rilevabilità:   | 1 ppb (valore mediato sui 60 s)                                            |
| Rumore di zero:           | 0.5 ppb (valore mediato sui 60 s)                                          |
| Deriva di zero:           | < 1 ppb / 24 ore                                                           |
| Deriva di span:           | ±1% / 24 h                                                                 |
| Linearità:                | ±1% full scale ≤ 100 ppm                                                   |
| Precisione:               | 1% del valore letto o 1ppb                                                 |
| Tempo di risposta:        | 80 secondi                                                                 |
| Portata campione:         | 0.5 l/min.                                                                 |
| Uscita analogica:         | 0.100 mV, 0-1V, 0-5V, 0-10V                                                |
| Uscita seriale:           | RS-232/ RS-485                                                             |
| Uscita Ethernet           | Presente                                                                   |
| Temperatura di esercizio: | 20°C-30°C                                                                  |
| Alimentazione:            | 220 ÷ 240 V / 47÷63 Hz.                                                    |
| Dimensioni:               | 43.2x22.2x59.3 cm (lxhxp)                                                  |
| Peso:                     | 21,8 kg                                                                    |
| Consumi                   | c.ca 165 W                                                                 |

L'analizzatore mod. Thermo Electron 43i è conforme alle Direttive CEE:

- "Bassa Tensione" n. 73/23 e successive modifiche (n. 93/68);
- "Compatibilità elettromagnetica" n. 89/336 e successive modifiche (n. 92/31 e n. 93/68) ed è costruito a regola d'arte secondo le norme:CEI 64-8, CEI 16-2, CEI 16-3.

L'analizzatore è inoltre dotato delle seguenti approvazioni e certificazioni:

- Approvazione US-EPA;
- Certificazione TUV di qualità;
- Certificazione TUV di conformità alla EN 14212:2005.

- Analizzatore di ozono ( $O_3$ ) a doppia cella di misura THERMO ELECTRON MODELLO 49i:  
L'analizzatore di  $O_3$ , mod. Thermo Electron 49i, è uno strumento analitico a doppia camera di reazione per la misura, in continuo e in tempo reale, delle concentrazioni di ozono in aria ambiente. L'analizzatore opera in conformità al metodo di riferimento indicato nell'allegato III del D.M. 16 maggio 1996 [Metodo dell'assorbimento UV] e Allegato VI - Sezione A punto 8 del D.lgs 155 del 13/08/2010 e ss.mm.ii. [UNI EN 14225:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di ozono mediante fotometria ultravioletta"]. La tecnica di misura si basa sull'assorbimento da parte delle molecole di ozono di radiazioni UV alla lunghezza d'onda di 254 nm. La conseguente variazione dell'intensità della luce è direttamente correlata alla concentrazione di ozono presente nel gas campione e tale concentrazione viene calcolata sulla base della legge di Lambert-Beer.



L'analizzatore è basato sul principio dell'assorbimento di radiazione UV a lunghezza d'onda di 254 nm da parte delle molecole di ozono. La conseguente variazione dell'intensità della luce è direttamente correlata alla concentrazione di  $O_3$  secondo la legge di Lambert-Beer. Il flusso campione in ingresso all'analizzatore viene suddiviso in due parti distinte. Una parte del flusso passa attraverso uno scrubber catalitico di ozono, che rimuove l' $O_3$  presente nel campione atmosferico e successivamente il gas campione depurato dall'ozono passa attraverso una delle due celle di misura (cella A) fornendo un riferimento di zero IO (intensità della radiazione UV per il gas campione senza ozono). La seconda parte del flusso passa direttamente nella seconda cella di misura (cella B). Una valvola di commutazione alterna, con frequenza pari a 10 secondi, il flusso di riferimento e il flusso campione all'interno delle due celle (A e B). Quando la cella A contiene il gas di riferimento la cella B contiene il gas campione e vice versa. Una lampada ad emissione UV a tenuta ermetica emette raggi ultravioletti che vengono riflessi da due distinti specchi opportunamente inclinati in modo tale che il sistema ottico sia perfettamente bilanciato. La lampada garantisce stabilità di emissione per lunghi periodi con conseguente stabilità

dell'intero sistema e l'alta intensità del raggio ultravioletto emesso garantisce un migliore rapporto segnale/disturbo. L'intensità della radiazione UV di ciascuna cella viene misurata rispettivamente dai detector A e B e il microprocessore calcola la concentrazione di ozono secondo l'equazione di Lambert-Beer:

$$\frac{I}{I_0} = e^{-KLC}$$

IO

dove:

K = coefficiente molecolare di assorbimento, pari a 308 cm<sup>-1</sup> a 0 °C e 1 atm.

L = lunghezza della cella in cui avviene l'assorbimento, espressa in cm. C

= concentrazione di ozono, espressa in ppm.

I = intensità della radiazione UV per un campione contenente ozono (gas campione).

I<sub>0</sub> = intensità della radiazione UV per un campione senza ozono (gas di riferimento).

Tutte le linee di campionamento sono costruite in FEP Teflon e questo particolare costruttivo garantisce che il campione rimanga inalterato rispetto alle sue condizioni iniziali sino alle camere di misura.

| CARATTERISTICHE TECNICHE  |                                                         |
|---------------------------|---------------------------------------------------------|
| Campi di misura:          | liberamente selezionabile da 0...0.05 ppm a 0....200ppm |
| Funzione Autoranging:     | SI, liberamente impostabile                             |
| Unità di misura:          | ppm, mg/m3, ppb, µg/m3 (selezionabili)                  |
| Limite di rilevabilità:   | 0.50 ppb                                                |
| Rumore di zero:           | 0.25 ppb (valore mediato in 60 s)                       |
| Deriva di zero:           | < 1 ppb / 24 ore                                        |
| Deriva di span:           | < 1 % del fondo scala / 30 gg                           |
| Linearità:                | +/-1% fondo scala                                       |
| Precisione:               | 1 ppb                                                   |
| Tempo di risposta:        | 20 secondi                                              |
| Portata campione:         | 1-3 l/min.                                              |
| Uscita analogica:         | 0-100mV, 0-1 V; 0-5 V; 0-10 V                           |
| Uscita seriale:           | RS-232 / RS-485                                         |
| Uscita Ethernet           | Presente                                                |
| Temperatura di esercizio: | 20-30°C                                                 |
| Alimentazione:            | 220 ÷ 240 Vac / 50 ÷ 60 Hz.                             |
| Dimensioni:               | 42.5 x 21.9 x 58.4                                      |
| Peso.                     | 25 kg                                                   |
| Consumi                   | c.ca 150 W                                              |



L'analizzatore TE49i è conforme alle Direttive CEE:

- "Bassa Tensione" n. 73/23 e successive modifiche (n. 93/68);
- "Compatibilità elettromagnetica" n. 89/336 e successive modifiche (n. 92/31 e n. 93/68) ed è costruito a regola d'arte secondo le norme CEI 64-8, CEI 16-2, CEI 16-3.

L'analizzatore è inoltre dotato delle seguenti approvazioni:

- Approvazione US-EPA;
  - Certificazione TUV di conformità alla nuova norma europea EN 14625.
- 
- Nr. 1 Misuratore in continuo di particolato PM: L'analizzatore SHARP 5030 (Synchronized Hybrid Ambient Real-time Particulate) è un analizzatore di particolato atmosferico di tipo ibrido (nefelometro/radiazioni beta), in grado di fornire misure in tempo reale di elevata precisione ed accuratezza anche nel caso di concentrazioni prossime alle soglie di rilevabilità. Lo strumento è in grado di assicurare elevate prestazioni nella misura in tempo reale di PTS grazie ad un innovativo metodo che impiega la misura contemporanea della concentrazione istantanea di polveri, attuata mediante un nefelometro di elevata sensibilità e dinamica, e della massa di quest'ultime mediante un sensore ad attenuazione dei raggi beta, meno sensibile ed accurato alle basse concentrazioni, ma più stabile nella misura di concentrazioni nel lungo termine. La misura dell'attenuazione beta garantisce che la misura in tempo reale del nefelometro non venga inficiata da variazioni di popolazione del particolato.





L'integrazione dei due metodi genera una nuova misura definita "ibrida" frutto della correlazione costruttiva delle due misure componenti superandone i limiti sistematici di cui sono affette singolarmente.

Un particolare sistema di riscaldamento intelligente del campione e di riduzione dell'umidità (IMR), basato sul controllo incrementale della temperatura del flusso di aerosol, porta la condizione di umidità sul filtro pari a quella del suo preconditionamento facendo sì che la misura venga condotta il più possibile prossima alle condizioni stabilite nel metodo di riferimento gravimetrico.

Questo semplice accorgimento serve a garantire che non vi sia ritenzione di acqua e/o aggregamento nel particolato, assicurandone al tempo stesso la minor perdita possibile della sua frazione semivolatile.

Di seguito riportiamo le funzioni e le caratteristiche principali dello strumento in esame:

- Elevata sensibilità
- Eccellente linearità della risposta
- Gruppo ottico, detector, e sorgente beta a lunga durata
- Riduzione sistematica dell'artefatto dell'aerosol
- Correzione automatica di temperature e pressione
- Programmazione dello strumento gestibile da menu
- Range e medie temporali di misura programmabili
- Display alfanumerico
- Uscite analogica e digitali

Il modello SHARP 5030 (Synchronized Hybrid Ambient Real-time Particulate), come anticipato e specificato dalla sigla stessa, è basato sul principio di misura ibrido della concentrazione delle polveri sottili ottenuto mediante l'impiego contemporaneo della nefelometria e dell'attenuazione della radiazione beta per garantire in tempo reale precisione ed accuratezza nella misura. Il tutto integrato in un unico strumento.

Un sensore optoelettronico, posizionato all'interno di un fotometro, rileva la radiazione luminosa riflessa dal campione di particolato che fluisce attraverso la cella di misura, il quale viene attraversato da un raggio luminoso di lunghezza d'onda prossima agli 880 nm. Si è scientificamente provato che la misura dell'intensità della radiazione rilevata all'interno del nefelometro varia linearmente con la concentrazione del particolato presente nel flusso di aerosol aspirato dallo strumento. Tale misura è indipendentemente dal flusso e

direttamente correlata alla concentrazione del particolato, generando simultaneamente una misura di concentrazione mediata sul minuto ed una media dinamica calcolata in continuo.

Una volta attraversata la cella del nefelometro (secondo lo schema dello strumento riportato in figura) il campione va a depositarsi su di un nastro in fibra di vetro dove viene sottoposto ad una ulteriore misura della sua concentrazione, questa volta stimata attraverso la massa depositata sul nastro nell'unità di tempo stabilita. In questo caso viene utilizzato il principio radiometrico dell'attenuazione della radiazione beta, emessa da una sorgente C14 di bassa intensità (< 3,7MBq), attraverso il particolato campionato.

Per assicurare che questa misura di massa effettuata possa ritenersi esente da possibili errori sistematici vengono costantemente misurate in prossimità del campione depositato la temperatura, la pressione, le radiazioni alpha emesse e l'eventuale presenza di Radon e tenuti in debita considerazione nel computo finale della misura stessa.

Un sensore di umidità relativa posizionato in prossimità del nastro filtrante in fibra di vetro garantisce il corretto funzionamento dell'IMR ed il condizionamento dell'aerosol prima della misura in tempo reale.

A completamento del ciclo descritto (con un aggiornamento della misura ogni 4 sec. circa) lo strumento computa la misura ibrida ovvero il risultato di un algoritmo matematico che calcola una media temporale dinamica tra le misure di concentrazione misurate mediante il metodo nephelometrico e quelle ottenute mediante il metodo di attenuazione della radiazione beta (il metodo di calcolo di quest'ultime è descritto ampiamente nel manuale). Tale computo viene mediato su un periodo complessivo di un minuto che è anche l'effettivo tempo di integrazione della misura ibrida e quindi dello strumento.

L'algoritmo di calcolo implementato nel firmware dello strumento è il seguente

$$SHARP(t) = Nf\_1n * (C14f\_tv / Nf\_tv)$$

ove:

$Nf\_1n$  = Media temporale sul minuto delle misure fornite dal nefelometro ( $\mu g/m^3$ ).

$C14f\_tv$  = Concentrazione dinamica derivata dall'attenuazione Beta ( $\mu g/m^3$ ).

$Nf\_tv$  = Concentrazione dinamica derivata dal Nephelometro ( $\mu g/m^3$ ).

La Disponibilità di informazioni in tempo reale (in linea a quanto stabilito già nella direttiva EU 1999/30 EC) mette a disposizione una migliore valutazione della qualità dell'aria per l'implementazione di strategie di controllo più efficaci soprattutto in quelle aree altamente urbanizzata e/o a ridosso di siti industriali (di tipo metallurgici, siderurgici, inceneritori,

termovalorizzatori, impianti di produzione energia da biomasse , da carbone o olii combustibili etc..)

Il modello 5030 SHARP consente la programmazione della sua uscita di concentrazione aggiornata ogni minuto sia attraverso un uscita analogica che attraverso due uscite digitali di tipo seriale (RS232) che nello specifico possono essere programmate attraverso un semplice menù utente accessibile dal pannello frontale dello strumento.

Attraverso le due uscite digitali lo strumento rende disponibili, oltre al dato real-time, le medie temporali delle misure in tempo reale sui 30, 60 minuti e le 24h, di default memorizzate nel datalogger interno dello strumento assieme alla data ed all'ora del rilevamento ed allo stato di funzionamento dell'analizzatore (STATUS).

Data la bassa emissione di radioattiva (di intensità minore ai 100 µCi) e la sua occlusione all'interno di una idonea camera stagna di protezione, la sorgente è immune da potenziali contaminazioni del personale tecnico di gestione e lo strumento è altamente idoneo ad un impiego civile esente da particolari pericoli o prescrizioni di legge per il suo maneggiamento o la detenzione. L'unico adempimento di legge richiesto rimane la denuncia di detenzione alle autorità competenti stabilita in conformità alle vigenti leggi in materia.

L'analizzatore Thermo Scientific Sharp 5030, sulle basi dei Test stagionali effettuati dall'istituto TUV tedesco (TÜV-Report: 936/21203481/A del 06/12/2006), è stato dichiarato dall'UBA (Umwelt Bundes Amt) tedesco, quale strumento equivalente ai sensi della Direttiva comunitaria 99/30 (EC). Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM10 è quello descritto nella norma 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" recepito nel nostro paese attraverso il D.M. 60/2002 e D. Lgs. 155/2010 del 13/08/2010 e ss.mm.ii.

Lo strumento oltre ad essere certificato (TUV Report:936/21203481/A del 06/12/2006) per la misura dei PM 10 secondo la normativa EN12341 recepita in Italia attraverso il D.M. 60 del 2 Aprile 2002 e D. Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. dispone anche della certificazione europea emessa dallo stesso UBA (TUV-Report 936/21203481/B del 06/12/2006) per la misura dei PM2.5 in conformità alla normativa EN14907 recepita dal nostro paese sempre attraverso il nuovo D. Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.

- Nr.1 Stazione meteo: Ogni stazione di monitoraggio è equipaggiata di una completa stazione meteorologica per il monitoraggio in continuo dei seguenti parametri:
  - Velocità e direzione del vento
  - Temperatura dell'aria
  - Umidità relativa dell'aria
  - Quantità di precipitazioni atmosferiche
  - Pressione atmosferica
  - Radiazione solare globale



La stazione di monitoraggio compatta MET 3000 via cavo, realizzata in lega leggera, è composta da quattro elementi fondamentali:

- ISS (Integrated Sensor Suite)
- Palo meteo da 10 metri telescopico ad innalzamento manuale da ancorare alla cabina
- Centralina di acquisizione dei segnali provenienti dai sensori
- Software di acquisizione ed elaborazione dati

L'ISS (Integrated Sensor Suite), racchiude in un unico blocco l'insieme dei sensori esterni che sono:

- Sensore temperatura esterna
- Sensore umidità relativa
- Sensore di velocità vento
- Sensore di direzione vento
- Pluviometro
- Sensore pressione barometrica
- Radiazione globale solare

La centralina di acquisizione è montata all'interno della stazione di monitoraggio ed è, a sua volta, collegata al sistema di acquisizione dati tramite porta seriale RS 232 (o USB). La trasmissione fra i sensori e la centralina d'acquisizione del segnale avviene in continuo via cavo.

- Sistema di campionamento gravimetrico per successive analisi di laboratorio di PM10: Per l'esecuzione dei campionamenti del PM10 sarà utilizzato un campionatore sequenziale semiautomatico gravimetrico. Il modulo TCR TECORA SENTINEL PM o similari, consente la raccolta automatica sequenziale del particolato atmosferico su membrane filtranti diam. 47 mm. Il modulo SENTINEL PM abbinato ad un'apposita pompa di campionamento, consente la raccolta automatica e sequenziale del particolato atmosferico su membrane filtranti di diametro 47mm, contenute in apposite cassette portafiltro. L'autonomia di 16 filtri e la particolare realizzazione del sistema di movimentazione, permettono di recuperare e rimpiazzare i filtri senza interrompere il campionamento, quindi senza il vincolo di eseguire l'operazione in tempi predeterminati. Il percorso rettilineo del tubo di aspirazione e la separazione della zona di permanenza dei filtri da fonti di calore interne o radianti, consente di raccogliere e mantenere l'integrità dei campioni. Ingombro e peso ridotti, rendono Sentinel PM facilmente trasportabile ed integrabile nelle cabine di monitoraggio. Ciascun campionatore sequenziale TCR TECORA SENTINEL PM sarà equipaggiato di modulo pompa con microprocessore per comando Unità Sequenziale completa di sensore di pressione assoluta e pressione differenziale, sensore di temperatura esterna (dato memorizzato), massflowmeter, display, tastiera, uscita seriale dei seguenti dati:

- Data e ora di inizio campionamento
- Data e ora di fine campionamento
- Data e ora dell'inizio del singolo campionamento (per ciascun filtro)
- Data e ora della fine del singolo campionamento (per ciascun filtro)
- Indicazione della portata media
- Temperatura media (K) per il singolo campionamento
- Pressione media (mBar) per il singolo campionamento
- Volume totale campionato
- $\Delta P$  ad inizio campionamento
- $\Delta P$  a fine campionamento
- Report errori



I filtri a membrana saranno forniti etichettati, pesati e pronti per l'uso dal nostro laboratorio Ambiente sc accreditato ACCREDIA ("Ente Italiano di Accreditamento"). La taratura dei filtri viene svolta con le seguenti modalità:

- si contrassegna sul margine ogni filtro avendo cura di non oltrepassare di 5 mm il bordo esterno;
- i filtri contrassegnati vengono condizionati prima di effettuare le pesate (precampionamento) a temperatura di 20°C per un tempo di condizionamento non inferiore alle 48 ore ed umidità relativa pari al  $50 \pm 5\%$ ;
- i filtri così condizionati vengono pesati con bilancia analitica di sensibilità 0.001 mg e conservati negli appositi contenitori etichettati.

La portata della pompa aspirante viene regolata per mezzo di flussimetro ai valori richiesti, compresi tra 15 e 20 l/min. Il misuratore volumetrico è tarato dalla casa costruttrice nell'ambito delle portate di prelevamento in modo che l'errore di misura non superi il 2%. Le fasi successive al campionamento, consistenti nella determinazione gravimetrica del campione con l'impiego di bilancia analitica condizionamento da laboratorio, vengono svolte dal nostro stesso laboratorio certificato che fornisce i filtri a membrana. Il livello medio giornaliero di PM10 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.



## 4.5 Metodica di monitoraggio

### 4.5.1 *Durata e periodicità delle misure*

Durata e periodicità delle misure sono state stabilite in modo differente a seconda sia della fase di monitoraggio che della finalità e tipologia di misura da effettuare.

In particolare:

- In fase di AQ: sarà effettuata una campagna di monitoraggio del Tipo ATM della durata di 15 giorni nei 6 mesi antecedenti all'inizio delle lavorazioni, che potrà essere utilizzata come verifica e determinazione del livello di "bianco" per entrambe le tipologie di monitoraggio previste. Infatti, il monitoraggio Ante Operam ha lo scopo di determinare i livelli di concentrazione presenti nell'area prima delle modificazioni indotte sia dalle lavorazioni e dalle attività di cantiere che dall'esercizio dell'infrastruttura.
- In fase di CO: saranno effettuate campagne di monitoraggio trimestrali del Tipo POL, della durata di 7 giorni per l'intera durata delle lavorazioni. In tal modo sarà possibile ottenere misure nelle stagioni meteorologicamente significative e correlare i risultati anche all'andamento stagionale dei trasporti di particolato. In tal modo sarà possibile rilevare il vero contributo dovuto al sollevamento delle polveri connesse alle attività di cantiere.
- In fase di PQ: saranno effettuate campagne di monitoraggio trimestrali del Tipo ATM della durata di 15 giorni nei 6 mesi successivi alla fine delle lavorazioni, che saranno utilizzate per la verifica dell'eventuale incremento di concentrazione degli inquinanti tipici da traffico veicolare, in seguito all'entrata in esercizio dell'infrastruttura. Anche in tal caso sarà possibile ottenere misure in 2 stagioni meteorologicamente significative e correlare i risultati anche all'andamento stagionale dei trasporti di inquinanti.

*Ante Operam*

| <b>Codice punto</b> | <b>Frequenza</b> | <b>DURATA</b> | <b>STRUMENTAZIONE</b>                     |
|---------------------|------------------|---------------|-------------------------------------------|
| <b>ATM 01</b>       | 1 VOLTA          | 15 giorni     | MEZZO MOBILE,<br>CAMPIONATORE SEQUENZIALE |

*Corso d'Opera*

| <b>Codice punto</b> | <b>Frequenza</b> | <b>DURATA</b> | <b>STRUMENTAZIONE</b>    |
|---------------------|------------------|---------------|--------------------------|
| <b>POL 01</b>       | Trimestrale      | 7 giorni      | CAMPIONATORE SEQUENZIALE |
| <b>POL 02</b>       | Trimestrale      | 7 giorni      | CAMPIONATORE SEQUENZIALE |

*Post Operam*

| <b>Codice punto</b> | <b>Frequenza</b>         | <b>DURATA</b> | <b>STRUMENTAZIONE</b>                     |
|---------------------|--------------------------|---------------|-------------------------------------------|
| <b>ATM 01</b>       | Trimestrale<br>su 6 mesi | 15 giorni     | MEZZO MOBILE,<br>CAMPIONATORE SEQUENZIALE |



## 5 ACQUE SUPERFICIALI

Il presente paragrafo costituisce la sezione del Piano di Monitoraggio Ambientale dedicata a descrivere le modalità di analisi e controllo della componente Acque Superficiali.

Scopo del documento è descrivere i processi logici che hanno portato ai contenuti di seguito esposti e quindi fornire, ai fini del monitoraggio ambientale, tutte le informazioni necessarie per una corretta esecuzione delle attività di misura in campo, le analisi di laboratorio e la restituzione dei dati.

Il documento è stato redatto nello spirito della Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 23 Ottobre 2000, che costituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque e che ribadisce il concetto che "L'acqua non è un prodotto commerciale al pari degli altri, bensì un patrimonio che va protetto, difeso e trattato come tale" e ancora "Come stabilito dall'articolo 174 del trattato, la politica ambientale della Comunità deve contribuire a perseguire gli obiettivi della salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente, dell'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali, che deve essere fondata sui principi della precauzione e dell'azione preventiva, sul principio della correzione, anzitutto alla fonte, dei danni causati all'ambiente, nonché sul principio "chi inquina paga".

Il monitoraggio delle acque superficiali ha, comunque, anche lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente a seguito della realizzazione dell'opera, e di valutare se tali variazioni siano imputabili alla costruzione della medesima o al suo futuro esercizio, così da ricercare le azioni correttive che possono ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni accettabili.

Gli impatti prevedibili a spese dell'ambiente idrico superficiale possono essere riassunti di seguito:

- la modifica del regime idrologico;
- l'inquinamento delle acque;
- il consumo di risorse idriche.

Da ciò scaturisce la scelta dei punti da monitorare e delle tecniche da adottare, essendo i punti e le tecniche vincolati all'area d'interesse dell'opera ed allo scopo del monitoraggio.

## 5.1 Riferimenti Normativi

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

### 5.1.1 Normativa Comunitaria

- Decisione 2001/2455/CE Parlamento Europeo e Consiglio del 20/11/2001 relativa all'istituzione di un elenco di sostanze prioritarie in materia di acque e che modifica la direttiva 2000/60/CE. (GUCE L 15/12/2001, n. 331);
- Direttiva 2000/60/CE del 23/10/2000 - Regolamento che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. (Direttiva modificata dalla Decisione 2001/2455/CE).

### 5.1.2 Normativa Nazionale

- D.Lgs. n. 27 del 2.02.2002 – “Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 02.02.2001, n. 31, recante attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”.
- D.Lgs. n. 31 del 02.02.2001 – “Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”.
- D.Lgs. n. 152 del 03/04/2006 e ss.mm.ii. - “Norme in materia ambientale”
- D.Lgs n. 152 del 11.05.1999 – “Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE”.
- Decreto 15.02.1983 “Disposizioni relative ai metodi di misura, alla frequenza dei campionamenti e delle analisi delle acque superficiali destinate all'approvvigionamento potabile”;
- DPR 8.06.1982 n. 470: “Attuazione della Direttiva CEE n. 76/160 relativa alla qualità delle acque di balneazione”.

## 5.2 Definizione dei punti di monitoraggio

### 5.2.1 Criteri di scelta e tipologie di misura

L'ambito territoriale in cui il progetto si inserisce è caratterizzato dalla presenza di una rete idrica superficiale costituita da corsi d'acqua naturali e artificiali, ad utilizzo irriguo, di drenaggio, di scolo o promiscuo.

Su tale rete idrica sono stati individuati i punti di monitoraggio in modo che i corsi d'acqua oggetto di monitoraggio appartengano alla rete idrica maggiore e garantiscano la presenza di acqua per il campionamento nel periodo di misura prefissato dal presente Piano.

Le potenziali interferenze fra l'infrastruttura in progetto e la matrice ambientale esaminata sono costituite:

- dal fronte avanzamento lavori, ovvero dalla realizzazione di opere quali viadotti, tombini, scatolari, ponti e manufatti
- da scarichi di cantiere: si ricorda in ogni caso che tali scarichi puntuali necessitano di apposita autorizzazione di un ente di controllo e, a seguito di tale autorizzazione, dovranno essere effettuati autocontrolli con tempistiche definite.

Pertanto i corsi d'acqua saranno monitorati in prossimità dell'interferenza per i lavori di costruzione lungo il fronte avanzamento lavori, dal momento che le verifiche sugli scarichi saranno regolate da apposita autorizzazione.

In relazione ad ogni potenziale interferenza saranno, in fase di corso d'opera, posti due punti di monitoraggio secondo il criterio Monte (M) Valle (V) con la finalità di valutare non solo il valore assoluto dell'indicatore in ciascun sito, ma anche e soprattutto la variazione dello stesso prima e dopo l'intersezione con il tracciato di progetto.

In particolare i corpi idrici monitorati sono i fiumi in corrispondenza dei quali saranno realizzati nuovi ponti. Infatti, la costruzione di pile in alveo, nonché l'utilizzo di macchinari per l'infissione dei pali di grande diametro, sono i principali responsabili della modifica del regime idrico del corpo fluviale e/o della loro contaminazione accidentale.

Inoltre, l'utilizzo del corpo stradale ed il nuovo assetto idraulico e idrologico, rendono necessario il monitoraggio nella fase di esercizio dell'infrastruttura.

Le interferenze monitorate sono con:

- Fosso delle Argille
- Torrente Antella
- Torrente Ema

### **5.2.2 Parametri rilevati**

Stanti le premesse e le considerazioni sopra enunciate la scelta dei parametri da indagare deve prevedere una caratterizzazione idrologica e qualitativa dei corpi idrici.

Con l'entrata in vigore il D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 e ss.mm.ii., recante "Norme in materia ambientale" che recepisce la Direttiva 2000/60/CE, sono state introdotte sostanziali innovazioni in tema di indagine e classificazione delle acque superficiali.

Il decreto ha ripreso sostanzialmente le indicazioni e le strategie individuate dal precedente (D.Lgs. 152/99, attualmente abrogato), riscrivendo però la sezione relativa alla classificazione dei corpi idrici e gli obiettivi di qualità ambientale.

Nel decreto del 2006 e nelle successive modifiche ed integrazioni vengono elencati, per le varie tipologie di acque superficiali, gli "elementi qualitativi per la classificazione dello stato ecologico" e sono date delle "definizioni normative per la classificazione dello stato ecologico elevato, buono e sufficiente" per ogni elemento di qualità, privilegiando gli elementi biologici.

Per quanto riguarda lo stato chimico il D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. definisce gli standard di qualità ambientali per varie metrici, in particolare nella tabella 1/A dell'allegato I alla parte III del D. Lgs. 152/2006, sono elencate le sostanze prioritarie da ricercare nelle acque superficiali e le concentrazioni che identificano il buono stato chimico di un corpo idrico.

#### **5.2.2.1 Parametri chimico-fisici delle acque**

I parametri chimico-fisici potranno fornire un'indicazione generale sullo stato quantitativo e qualitativo delle acque superficiali in esame prima dell'inizio dei lavori. Verranno rilevati i seguenti parametri:

- portata,
- temperatura acqua,
- temperatura aria,
- pH,
- conducibilità elettrica,
- ossigeno disciolto;
- Solidi Sospesi Totali,
- potenziale redox.

### 5.2.2.2 Parametri chimici delle acque

Le analisi chimiche daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto ed il chimismo dei corpi idrici. Verranno analizzati parametri tipicamente legati ai fenomeni di inquinamento da lavorazione con macchine operatrici, sversamenti e scarichi accidentali, getti e opere in calcestruzzo.

Si riporta di seguito l'elenco dei parametri oggetto di indagine e delle relative metodiche analitiche.

#### Parametri di laboratorio generali

|                                |                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ammoniaca</b>               | APAT CNR IRSA 4030 Man 29 2003 | Determinazione con elettrodo specifico                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Nitrati</b>                 | APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003 | Determinazione colorimetrica del composto ottenuto per reazione tra nitrati e salicilato di sodio                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Nitriti</b>                 | APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003 | Determinazione con cromatografo ionico                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>BOD5</b>                    | APAT CNR IRSA 5120 Man 29 2003 | Determinazione dell'ossigeno disciolto nel campione da analizzare prima e dopo incubazione di 5 giorni                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>COD</b>                     | ISO 15705:2002                 | Determinazione per retrotitolazione delle sostanze ossidabili in una soluzione bollente di dicromato di potassio e acido solforico                                                                                                                                                                                          |
| <b>Tensioattivi anionici</b>   | APAT CNR IRSA 5170 Man 29 2003 | Determinazione colorimetrica del sale di colore blu formato per reazione con blu di metilene ed estratto in cloroformio                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Tensioattivi non ionici</b> | APAT CNR IRSA 5180 Man 29 2003 | I tensioattivi non ionici sono fatti precipitare con il reattivo di Dragendorff (KBiI <sub>4</sub> + BaCl <sub>2</sub> in acido acetico glaciale). Il precipitato viene disciolto e il bismuto presente viene titolato per via potenziometrica con pirrolidinditiocarbammato di sodio (NaPDC) che lo complessa nel rapporto |

3:1 (3 NaPDC:1 Bi)

|                           |                                                  |                                                                                                                |
|---------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cloruri</b>            | APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003                   | Determinazione con cromatografo ionico                                                                         |
| <b>Solfati</b>            | APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003                   | Determinazione con cromatografo ionico                                                                         |
| <b>Idrocarburi totali</b> | EPA 3510C 1996 + EPA 3620C 2007 + EPA 8015D 2003 | Determinazione in GC (gascromatografia) delle sostanze estratte con diclorometano e non trattenute da florisil |

#### Metalli e specie metalliche

|                 |                |                                                                    |
|-----------------|----------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>Cromo VI</b> | EPA 7199 1996  | Determinazione in HPLC (cromatografia liquida ad alte prestazioni) |
| <b>Rame</b>     | EPA 6020A 2007 | Determinazione con ICP-Massa                                       |
| <b>Piombo</b>   | EPA 6020A 2007 | Determinazione con ICP-Massa                                       |
| <b>Cadmio</b>   | EPA 6020A 2007 | Determinazione con ICP-Massa                                       |
| <b>Ferro</b>    | EPA 6020A 2007 | Determinazione con ICP-Massa                                       |
| <b>Arsenico</b> | EPA 6020A 2007 | Determinazione con ICP-Massa                                       |
| <b>Mercurio</b> | EPA 6020A 2007 | Determinazione con ICP-Massa                                       |

#### 5.2.2.3 Parametri microbiologici

Le analisi microbiologiche daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto e la carica batteriologica di "bianco" dei corsi d'acqua. Si riportano di seguito i parametri biologici oggetto di monitoraggio.

#### Parametri microbiologici

|                             |                                  |                                                                    |
|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>Streptococchi fecali</b> | APAT CNR IRSA 7040 Man 29 2003   | Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta |
| <b>Coliformi totali</b>     | APAT CNR IRSA 7010 C Man 29 2003 | Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta |

|                         |                                     |                                                                    |
|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>Coliformi fecali</b> | APAT CNR IRSA 7020 B Man 29<br>2003 | Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta |
| <b>Escherichia Coli</b> | APAT CNR IRSA 7030 F Man 29<br>2003 | Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta |

Oltre a tali parametri ed in ottemperanza alle indicazioni del Rapporto Istruttorio della Provincia di Firenze, allegato all'Atto Dirigenziale di esclusione da VIA del progetto in esame, sarà rilevato l'indice STAR\_ICMi. Tale indice è stato esplicitamente derivato come strumento per lo svolgimento dell'esercizio di intercalibrazione dei fiumi europei in relazione alla componente macrobentonica.

Al momento, lo STAR\_ICMi è usato dall'Italia, e da altri Paesi, come:

- a) un metodo per la valutazione della qualità ecologica dei corsi d'acqua;
- b) il metodo ufficiale per definire i limiti di classe per tutti i metodi che verranno successivamente sviluppati o applicati al fine di poter svolgere l'esercizio di intercalibrazione.

L'indice non intende essere stressor specifico ma è stato al contrario costruito per valutare la qualità generale dei siti fluviali. Inoltre, esso viene direttamente calcolato come di Qualità Ecologica (RQE) e assume valori tra 0 e 1+, e fornisce quindi un risultato in accordo con quanto richiesto dalla legislazione Europea per i sistemi di classificazione.

Lo STAR\_ICMi è un indice multimetrico composto da sei metriche opportunamente normalizzate e ponderate, che includono i principali aspetti che la Direttiva Quadro chiede di considerare. Le sei metriche sono: ASPT, Log10(sel\_EPTD+1), 1-GOLD, Numero Famiglie di EPT, Numero totale di Famiglie e indice di diversità di Shannon-Weiner. Il livello di identificazione tassonomica richiesto per il calcolo dell'indice STAR\_ICMi è la Famiglia. Alcune delle metriche componenti necessitano, per poter essere calcolate correttamente, di dati relativi all'abbondanza delle singole famiglie di organismi bentonici.

Il calcolo dell'indice STAR\_ICMi prevede 4 passaggi successivi elencati nel seguito:

1. calcolo dei valori grezzi delle sei metriche che compongono lo STAR\_ICMi;
2. conversione dei valori di ciascuna metrica in RQE, dividendo il valore osservato (i.e. ottenuto per il campione in esame) per il valore mediano relativo ai campioni di riferimento propri del tipo fluviale analizzato;
3. calcolo della media ponderata dei valori di RQE delle sei metriche secondo i pesi forniti nella Tabella;
4. normalizzazione del valore così ottenuto, effettuata dividendo il valore del campione in esame per il valore proprio dell'indice STAR\_ICMi nelle condizioni di riferimento.

Metriche che compongono lo STAR\_ICMi e peso loro attribuito nel calcolo (da Buffagni et al., 2005; 2007, 2008; DM 260/2010).

| Tipo di informazione    | Tipo di metrica  | Nome della Metrica                    | Taxa considerati nella metrica                                                                                                                                                                                                       | Rif. Bibliografico                               | Peso  |
|-------------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------|
| Tolleranza              | Indice           | ASPT                                  | Intera comunità (livello di famiglia)                                                                                                                                                                                                | e.g. Armitage et al., 1983                       | 0.333 |
| Abbondanza/<br>Habitat  | Abbondanza       | Log <sub>10</sub> (Sel_EPTD +1)       | Log <sub>10</sub> (somma di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratiomyidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae +1) | Buffagni et al., 2004; Buffagni & Erba, 2004     | 0.266 |
|                         | Abbondanza       | 1-GOLD                                | 1 - (Abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)                                                                                                                                                                       | Pinto et al., 2004                               | 0.067 |
| Ricchezza<br>/Diversità | Numero taxa      | Numero totale di Famiglie             | Somma di tutte le famiglie presenti nel sito                                                                                                                                                                                         | e.g. Ofenböck et al., 2004                       | 0.167 |
|                         | Numero taxa      | Numero di Famiglie di EPT             | Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera                                                                                                                                                                      | e.g. Ofenböck et al., 2004; Böhrer et al., 2004. | 0.083 |
|                         | Indice Diversità | Indice di diversità di Shannon-Wiener | $D_{S-W} = - \sum_{i=1}^s \left( \frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left( \frac{n_i}{A} \right)$                                                                                                                                       | e.g. Hering et al., 2004; Böhrer et al., 2004.   | 0.083 |

## 5.3 Metodologia di rilevamento e campionamento

### 5.3.1 Verifica di fattibilità in campo

La fase di censimento preliminare alle attività di misura è finalizzata ad indicare la fattibilità tecnica di un corretto rilievo ambientale dei parametri oggetto di indagine e la rilevanza ambientale del corpo idrico selezionato, nonché l'acquisizione di tutti quei dati di campo che possono supportare l'attività di pianificazione delle campagne di misura.

Pertanto per ciascun punto di misura previsto nel PMA si dovrà:

- effettuare la verifica di fattibilità delle misure nei punti di campionamento ed eventualmente procedere ad una rilocalizzazione degli stessi;
- compilare la scheda di censimento del corpo idrico.
- Per ogni corso d'acqua su cui è previsto il monitoraggio, contestualmente al sopralluogo per l'ubicazione finale dei punti di monitoraggio, si verificheranno le seguenti condizioni:
- la presenza di acqua nel corpo idrico selezionato
- l'assenza di situazioni locali che possano disturbare le misure (scarichi industriali, scarichi civili, ecc.);
- l'assenza di derivazioni o immissioni che possano modificare sia le caratteristiche qualitative sia quantitative all'interno della sezione che si vuole indagare;
- l'accessibilità al punto di prelievo per tutta la durata prevista del monitoraggio ambientale;
- il consenso della proprietà ad accedere al punto di prelievo;
- la disponibilità e la facilità all'accesso agli spazi esterni delle proprietà private da parte dei tecnici incaricati delle misure;



Nel caso in cui un punto di monitoraggio previsto dal PMA non soddisfi in modo sostanziale una delle caratteristiche sopra citate, si valuterà l'opportunità di individuare una postazione alternativa, ma pur sempre rappresentativa delle caratteristiche qualitative del corso d'acqua oggetto di studio, rispettando i criteri sopra indicati.

### **5.3.2 Determinazione dei parametri idrologici ed in situ**

#### **5.3.2.1 Misure di portata**

Le misure di portata saranno realizzate, poiché trattasi di piccoli torrenti, quando non è possibile utilizzare il mulinello (metodo correntometrico), con il metodo volumetrico o con il galleggiante.

Dovrà essere curata la pulizia della sezione di misura rimuovendo gli ostacoli che dovessero ingombrarla e pulendola, nei limiti del possibile, dalla vegetazione.

Prima di ogni campagna di misura dovrà essere verificata l'efficienza e la manutenzione della strumentazione. La definizione della distanza tra le verticali e il loro posizionamento nella sezione è lasciata all'esperienza dell'operatore.

Le verticali dovranno essere più frequenti laddove il fondo è irregolare.

Il numero di punti di misura per ogni verticale è determinato dal diametro dell'elica o dalle caratteristiche del peso (se utilizzato).

Indicando con altezza la profondità della verticale e con profondità la profondità del punto di misura, per la determinazione delle profondità dei punti di misura si seguiranno i seguenti criteri:

- micromulinello con elica da 5 cm
- da 5 a 8 cm di altezza della verticale: 1 misura a 2.5 cm di profondità;
- da 8 a 10 cm due misure a 2.5 di prof e a 2.5 dal fondo
- da 10 a 15 si aggiunge una misura a  $\text{profondità}=2.5+(\text{altezza}-5)/2$
- da 15 a 35 alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due misure a  $\text{prof}=2.5+(\text{altezza}-5)/3$ ,  $\text{prof}=2.5+(\text{altezza}-5)*2/3$
- da 35 a 70 alle due misure di fondo e di superficie si aggiungono 3 punti a  $\text{prof}=2.5+(\text{altezza}-5)/4$ ,  $\text{prof}=2.5+(\text{altezza}-5)*2/4$ ,  $\text{prof}=2.5+(\text{altezza}-5)*3/4$
- misure a guado con elica da 12 cm di diametro
- da 12 a 13 cm di altezza della verticale una misura a 6 cm di prof.
- da 13 a 25 cm si aggiunge una misura al 6 cm dal fondo
- da 25 a 50 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge una terza a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-12)/2$
- oltre 50 cm di altezza alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due misure

- $\text{a prof}=6+(\text{altezza}-12)/3$  e  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-12)*2/3$
- misure con peso da 25--50 kg con distanza asse peso-fondo=12 cm
- da 18 a 24 cm di altezza della sezione una misura a 6 cm di profondità
- da 25 a 30 cm una misura a 6 cm di profondità ed una a 12 cm dal fondo
- da 31 a 50 alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)/2$
- da 51 a 150 cm di profondità alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due punti a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)/3$  e  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)*2/3$
- da 150 a 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono 3 punti a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)/4$ ,  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)*2/4$ ,  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)*3/4$
- oltre 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto ogni 50 cm di profondità.
- misure con peso da 25--50 kg con distanza asse peso-fondo=20 cm
- da 26 a 32 cm di altezza della sezione una misura a 6 cm di profondità
- da 33 a 49 cm una misura a 6 cm di profondità ed una a 20 cm dal fondo
- da 50 a 65 alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-26)/2$
- da 66 a 150 cm di profondità alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due punti a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-26)/3$  e  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-26)*2/3$
- da 150 a 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono 3 punti a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-26)/4$ ,  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-26)*2/4$ ,  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-26)*3/4$
- oltre 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto ogni 50 cm di profondità

#### 5.3.2.2 Determinazione dei parametri in situ

Al termine delle misure di portata saranno rilevati i parametri in situ mediante sonda singola o multiparametrica. Gli strumenti impiegati andranno tarati all'inizio ed alla fine di ogni giornata di lavoro; i valori rilevati saranno la media di tre determinazioni consecutive e i risultati della taratura saranno annotati sulle apposte schede.

I rilievi dovranno essere eseguiti sempre con le stesse procedure e gli stessi strumenti in tutti i punti di misura ed in tutte le fasi; analogamente il grado di approssimazione dei valori numerici dei parametri dovrà essere identico.

### **5.3.3 Determinazione dei parametri chimici e microbiologici**

#### **5.3.3.1 Campionamento**

Il monitoraggio dei corsi d'acqua superficiali prevede campionamenti periodici nei punti prescelti di un quantitativo di acqua sufficiente per il corretto svolgimento delle analisi di laboratorio sia chimico fisiche che batteriologiche.

La metodologia scelta per il campionamento è quella definita come campionamento “istantaneo”; con tale termine si intende il prelievo di un singolo campione in un'unica soluzione in un punto determinato ed in un tempo molto breve ed è da considerarsi rappresentativo delle condizioni presenti all'atto del prelievo e che può essere ritenuto significativo per il controllo delle escursioni dei valori di parametri in esame nel caso di analisi lungo il corso d'acqua. Pertanto il campione deve essere prelevato in maniera tale che mantenga inalterate le proprie caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche fino al momento dell'analisi e conservato in modo tale da evitare modificazioni dei suoi componenti e delle caratteristiche da valutare.

Il campionamento, essendo parte integrante dell'intero procedimento analitico, deve essere effettuato da personale qualificato.

Particolare cura dovrà essere prestata nella scelta del metodo di campionamento al fine di eliminare o ridurre al minimo qualsiasi fonte di contaminazione da parte delle apparecchiature di campionamento.

La contaminazione del campione da parte delle apparecchiature di campionamento può rappresentare una rilevante fonte di incertezza da associare al risultato analitico.

Deve essere quindi valutata la capacità di assorbire o rilasciare analiti da parte delle diverse componenti del sistema di campionamento (tubi, componenti in plastica o in metallo, ecc.).

Un ulteriore fattore che può condizionare la qualità di una misura di un campione ambientale è rappresentato dal fenomeno di “cross-contamination”. Con tale termine si intende il potenziale trasferimento di parte del materiale prelevato da un punto di campionamento ad un altro, nel caso in cui non venga accuratamente pulita l'apparecchiatura di campionamento tra un prelievo ed il successivo.

È fondamentale, pertanto, introdurre nell'ambito del processo di campionamento una accurata procedura di decontaminazione delle apparecchiature.

La quantità da prelevare dal campione per le analisi dipende dalla tecnica analitica e dai limiti di sensibilità richiesti.

### 5.3.3.2 Etichettatura dei contenitori

I contenitori utilizzati dovranno essere contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo con sopra riportate le seguenti informazioni:

- punto di prelievo (nome del corso d'acqua);
- sezione del corso d'acqua su cui si effettua il prelievo;
- data e ora del campionamento.

## 5.4 Metodica di monitoraggio

### 5.4.1 Programma delle attività di monitoraggio

Le fasi oggetto di monitoraggio, come previsto dalle Linee guida per il PMA, saranno:

- Ante Operam: Il Monitoraggio Ante Operam delle acque superficiali ha lo scopo di definire le condizioni esistenti e le caratteristiche del corso d'acqua, in termini quantitativi e qualitativi, in assenza dei disturbi provocati dalle lavorazioni e dall'opera in progetto. Il monitoraggio AO ha infine lo scopo di definire gli interventi possibili per ristabilire condizioni di disequilibrio che dovessero verificarsi in fase CO, garantendo un quadro di base delle conoscenze delle caratteristiche del corso d'acqua tale da evitare soluzioni non compatibili con il particolare ambiente idrico. Stanti le premesse fornite, si opererà mediante analisi dei parametri fisici-chimici-batteriologici, per una sola sezione (valle), una volta prima dell'inizio effettivo delle lavorazioni. Le analisi in questa fase, saranno utilizzate come valori di riferimento per lo stato di qualità dei corpi idrici superficiali per le analisi nelle fasi successive.
- Corso d'Opera: La definizione del programma temporale del monitoraggio delle acque superficiali avverrà in relazione alle condizioni naturali (variazioni stagionali) e allo sviluppo dei lavori di costruzione dell'opera. Pertanto, sono previsti monitoraggi trimestrali per punto di misura per tutta la durata delle lavorazioni, in modo da valutare l'interferenza di esse su tutti i parametri caratteristici delle acque di scorrimento superficiale. Un opportuno confronto dei parametri rilevati in questa fase con quelli monitorati in AO permetterà una valutazione critica delle interferenze indotte dalle lavorazioni. Inoltre, i punti verranno monitorati su 2 sezioni, una a monte e una a valle dell'interferenza con il tracciato di progetto, in modo da poter valutare in modo specifico la variazione indotta dalle lavorazioni sui parametri indagati.

- Post Operam: il monitoraggio si rende necessario sia per la verifica dell'interferenza con l'esercizio dell'infrastruttura sia per l'eventuale verifica di restituzione al corpo idrico della qualità delle acque presente prima della realizzazione dell'infrastruttura e dell'esecuzione delle lavorazioni annesse. I parametri previsti da monitorare sono gli stessi del monitoraggio AO e CO, definiti nei paragrafi precedenti, trimestralmente nei 6 mesi dopo la fine delle lavorazioni e l'entrata in esercizio dell'infrastruttura, nella sola sezione di valle.

L'ubicazione dei punti è rappresentata nelle tavole allegate al progetto. I punti di campionamento selezionati sono localizzati in corrispondenza delle intersezioni del tracciato di progetto con il Torrente Ema, il Torrente Antella ed il Fosso delle Argille.

Di seguito è riportata la schematizzazione dei punti d'indagine per le acque superficiali.

#### *Ante Operam*

| <b>Codice punto</b> | <b>Frequenza</b> | <b>STRUMENTAZIONE</b>                                      |
|---------------------|------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>AISU 01 _V</b>   | 1 volta          | Mulinello, sonda multiparametrica, contenitori etichettati |
| <b>AISU 02 _V</b>   | 1 volta          | Mulinello, sonda multiparametrica, contenitori etichettati |
| <b>AISU 03 _V</b>   | 1 volta          | Mulinello, sonda multiparametrica, contenitori etichettati |

#### *Corso d'Opera*

| <b>Codice punto</b> | <b>Frequenza</b> | <b>STRUMENTAZIONE</b>                                      |
|---------------------|------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>AISU 01 _M</b>   | Trimestrale      | Mulinello, sonda multiparametrica, contenitori etichettati |
| <b>AISU 01 _V</b>   | Trimestrale      | Mulinello, sonda multiparametrica, contenitori etichettati |
| <b>AISU 02 _M</b>   | Trimestrale      | Mulinello, sonda multiparametrica, contenitori etichettati |
| <b>AISU 02 _V</b>   | Trimestrale      | Mulinello, sonda multiparametrica, contenitori etichettati |
| <b>AISU 03 _M</b>   | Trimestrale      | Mulinello, sonda multiparametrica, contenitori etichettati |
| <b>AISU 03 _V</b>   | Trimestrale      | Mulinello, sonda multiparametrica, contenitori etichettati |

*Post Operam*

| <b>Codice punto</b> | <b>Frequenza</b>         | <b>STRUMENTAZIONE</b>                                         |
|---------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>AISU 01 _V</b>   | Trimestrale<br>su 6 mesi | Mulinello, sonda multiparametrica,<br>contenitori etichettati |
| <b>AISU 02 _V</b>   | Trimestrale<br>su 6 mesi | Mulinello, sonda multiparametrica,<br>contenitori etichettati |
| <b>AISU 03 _V</b>   | Trimestrale<br>su 6 mesi | Mulinello, sonda multiparametrica,<br>contenitori etichettati |

## 6 ACQUE SOTTERRANEE

Il presente capitolo costituisce la sezione del PMA dedicata a descrivere il monitoraggio delle Acque Sotterranee. Lo scopo è fornire, ai fini del monitoraggio ambientale, tutte le informazioni necessarie per una corretta esecuzione delle attività di misura in campo, l'analisi di laboratorio e la restituzione dei dati.

Per acqua sotterranea o freatica si intende l'acqua che si trova al di sotto della superficie terrestre. Questa acqua si trova immagazzinata nei pori fra le particelle sedimentarie e nelle fenditure delle rocce compatte. Le acque sotterranee possono presentare essenzialmente due gruppi di problemi:

- inquinamento delle falde dovuto a scarichi che raggiungono le acque sotterranee;
- sovrasfruttamento delle falde con conseguente riduzione, abbassamento del livello piezometrico.

Per la normativa attualmente in vigore sono significativi gli accumuli d'acqua contenuti nel sottosuolo permeanti la matrice rocciosa, posti al di sotto del livello di saturazione permanente.

Fra esse ricadono le falde freatiche e quelle profonde (in pressione o non) contenute in formazioni permeabili e, in via subordinata, i corpi d'acqua intrappolati entro formazioni permeabili con bassa o nulla velocità di flusso. Le manifestazioni sorgentizie, concentrate o diffuse (anche subacquee) si considerano appartenenti a tale gruppo di acque in quanto affioramenti della circolazione idrica sotterranea.

## **6.1 Riferimenti Normativi**

### **6.1.1 Normativa Comunitaria**

- Direttiva 1998/83/CE del 3 novembre 1998 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano.
- Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque e successive modifiche ed integrazioni con Decisione 2001/2455/CE e Direttive 2008/32/CE.
- Direttiva 2006/118/CE del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento e successive modifiche.

### **6.1.2 Normativa Nazionale**

- D.M. del 15 febbraio 1983 "Disposizioni relative ai metodi di misura, alla frequenza dei campionamenti e delle analisi delle acque superficiali destinate all'approvvigionamento idrico - potabile".
- L. n.36 del 5 gennaio 1994 "Disposizioni in materia di risorse idriche".
- D.Lgs. n. 152 del 11 maggio 1999, come integrato e modificato dal D.Lgs n. 258 del 18 agosto 2000, recante disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 31/271/CEE e della Direttiva 91/676/CEE.



## 6.2 Definizione dei punti di monitoraggio

### 6.2.1 *Criteri di scelta e tipologie di misura*

Le formazioni presenti nell'area in esame, sono caratterizzate da porosità secondaria, acquisita cioè dopo la deposizione e diagenesi del sedimento che le costituisce. Mentre nel caso della formazione di Monte Morello si tratta in genere dello sviluppo di fratture conseguenti alla collocazione in ambiente di stress tettonico, le altre formazioni presenti hanno un comportamento più plastico a causa dei materiali argillosi costituenti e sotto stress subiscono una deformazione prima di giungere al punto di rottura. Ne consegue un sistema di fratture meno sviluppato. Le argille tendono a sviluppare un cappellaccio di alterazione nel quale la porosità del sedimento è più alta.

La permeabilità dipende ovviamente dal collegamento fra i sistemi di fratture, o fra i pori, ed anche dalla presenza di frazione fine che intasa le vie di circolazione dell'acqua. In tutti i casi i valori di permeabilità di queste formazioni sono bassi, in particolare la permeabilità verticale, per cui l'infiltrazione è fortemente ostacolata.

Questo non significa che tali formazioni non contengano acqua; al contrario in esse l'acqua è presente in abbondanza ma circola molto lentamente per la bassa trasmissività.

I piezometri collocati in queste formazioni hanno sempre evidenziato acqua a una media di 3.00 m/pc.

Le alluvioni di fondovalle ed anche le coltri detritiche hanno porosità e permeabilità primaria e, le prime, sono sede di una vera e propria falda acquifera. Anche nella zona di Ponte a Niccheri l'acqua è stata misurata a un minimo di circa 3.00 m/pc. Considerati i risultati delle misure piezometriche, in tutti i casi questo valore è stato assunto come riferimento per l'altezza della piezometrica lungo il tracciato di progetto.

Sono stati, quindi, individuati dei punti di campionamento individuando delle aree critiche (di realizzazione dell'opera) presso le quali realizzare dei piezometri di rilevazione che consentano di valutare in dettaglio le caratteristiche quali-quantitative delle acque di falda unitamente alle condizioni di deflusso sotterraneo.

I punti di monitoraggio sono stati definiti, quindi, con riferimento alle unità idrogeologiche; ovvero la finalità delle indagini è quella di individuare modificazioni alle caratteristiche chimiche dei "bacini idrici sotterranei" dovuti alle attività di costruzione, ossia attività lavorative che potrebbero comportare il raggiungimento della falda da parte delle sostanze inquinanti in caso di sversamenti accidentali o di percolazione di acque di scorrimento superficiale.

### 6.2.2 Parametri rilevati

La definizione dei parametri da utilizzare come indicatori di potenziale interferenza è stata effettuata nell'ottica di definire un unico sistema di monitoraggio che non fosse così strettamente legato alla tipologia dell'interferenza, ma che comunque garantisse significatività.

Si distinguono le seguenti tipologie di parametri:

- Parametri chimico-fisici delle acque;
- Parametri chimici delle acque
- Parametri microbiologici delle acque

#### 6.2.2.1 Parametri chimico-fisici delle acque

**Livello statico della falda:** le variazioni del livello statico sono caratterizzate da ciclicità stagionali ed annuali intimamente correlate all'andamento dell'anno idrologico, in ragione di maggiori o minori apporti di ricarica dell'acquifero. Il parametro e le sue variazioni sono meglio leggibili e interpretabili laddove si disponga di serie storiche di lettura.

**Temperatura aria:** è una misura necessaria in quanto costituisce un valore di riferimento per le altre misure.

**Temperatura acqua:** la temperatura delle acque sotterranee presenta normalmente modeste variazioni di temperatura.

**Conducibilità elettrica:** la conducibilità elettrica, misurata attraverso appositi strumenti, è un parametro legato al contenuto salino dell'acqua ed alla temperatura, che viene di norma indicata con il valore di conducibilità misurato (di solito 18°C o 25°C).

**pH:** il valore misurato in campo consente di ottenere risposte molto più precise rispetto ad eventuali misure in laboratorio. Il range di valori è compreso in genere tra 6,5 e 8. La misura del pH deve essere sempre associata alla temperatura.

**Ossigeno disciolto:** è di grande importanza quale indicatore del tipo di ambiente e dell'eventuale passaggio ad un mezzo anaerobico.

### 6.2.2.2 Parametri chimici delle acque

#### Parametri di laboratorio generali

|                                |                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nitrati</b>                 | APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003                   | Determinazione colorimetrica del composto ottenuto per reazione tra nitrati e salicilato di sodio                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Nitriti</b>                 | APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003                   | Determinazione con cromatografo ionico                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Tensioattivi anionici</b>   | APAT CNR IRSA 5170 Man 29 2003                   | Determinazione colorimetrica del sale di colore blu formato per reazione con blu di metilene ed estratto in cloroformio                                                                                                                                                                                            |
| <b>Tensioattivi non ionici</b> | APAT CNR IRSA 5180 Man 29 2003                   | I tensioattivi non ionici sono fatti precipitare con reattivo di Dragendorff (KBiI <sub>4</sub> + BaCl <sub>2</sub> in acido acetico glaciale). Il precipitato viene disciolto e il bismuto viene titolato per via potenziometrica con pirrolidinditiocarbammato di sodio (NaPDC) che complessa 3:1 (3 NaPDC:1 Bi) |
| <b>Cloruri</b>                 | APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003                   | Determinazione con cromatografo ionico                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Solfati</b>                 | APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003                   | Determinazione con cromatografo ionico                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Idrocarburi totali</b>      | EPA 3510C 1996 + EPA 3620C 2007 + EPA 8015D 2003 | Determinazione in GC (gascromatografia) delle sostanze estratte con diclorometano e non trattenute da florisil                                                                                                                                                                                                     |

### Metalli e specie metalliche

|                  |                |                              |
|------------------|----------------|------------------------------|
| <b>Cromo</b>     | EPA 6020A 2007 | Determinazione con ICP-Massa |
| <b>Rame</b>      | EPA 6020A 2007 | Determinazione con ICP-Massa |
| <b>Piombo</b>    | EPA 6020A 2007 | Determinazione con ICP-Massa |
| <b>Cadmio</b>    | EPA 6020A 2007 | Determinazione con ICP-Massa |
| <b>Ferro</b>     | EPA 6020A 2007 | Determinazione con ICP-Massa |
| <b>Alluminio</b> | EPA 6020A 2007 | Determinazione con ICP-Massa |
| <b>Arsenico</b>  | EPA 6020A 2007 | Determinazione con ICP-Massa |

#### 6.2.2.3 Parametri microbiologici

Le analisi microbiologiche daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto e la carica batteriologica di "bianco".

Si riportano di seguito i parametri biologici oggetto di monitoraggio.

#### Parametri microbiologici

|                             |                                  |                                                                    |
|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>Streptococchi fecali</b> | APAT CNR IRSA 7040 Man 29 2003   | Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta |
| <b>Coliformi totali</b>     | APAT CNR IRSA 7010 C Man 29 2003 | Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta |
| <b>Coliformi fecali</b>     | APAT CNR IRSA 7020 B Man 29 2003 | Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta |
| <b>Escherichia Coli</b>     | APAT CNR IRSA 7030 F Man 29 2003 | Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta |

## **6.3 Metodologia di rilevamento e campionamento**

### **6.3.1 Verifica di fattibilità in campo**

Per ciascun punto di misura previsto nel PMA si dovrà effettuare:

1. Verifica dell'accessibilità ai punti di misura, valutando l'eventuale necessità di realizzare ad hoc piste di accesso, per garantire la manovra sia di automezzi pesanti, gommati o cingolati finalizzati alla manutenzione periodica, sia di automezzi con le attrezzature dedicate alle misure in campo ed ai prelievi.
2. Verifica dell'accessibilità futura al sito, nel caso in cui per l'area in oggetto sia prevista una diversa destinazione d'uso o una cessione a terzi o un'occupazione provvisoria per opere di cantiere.
3. Verifica della possibilità di ubicare il punto di monitoraggio all'interno di aree private, in modo da evitare al massimo rischi di manomissione, rispettando il criterio di accessibilità in ogni condizione di tempo.
4. Verifica finalizzata ad individuare potenziali sorgenti inquinanti nell'ambito dell'area di interesse che potrebbero falsare i risultati del monitoraggio, con particolare riguardo alla loro posizione e distanza rispetto ai punti di controllo prescelti e rispetto alle modalità di deflusso idrico sotterraneo.
5. Verifica dell'assenza di zone coltivate, anche saltuariamente, nell'intorno del punto di monitoraggio al fine di evitare problemi sia di accesso nonché di contaminazione del punto per aspersione di prodotti chimici o fertilizzanti.
6. Verifica della possibilità di mettere in opera una segnalazione chiara e visibile anche da lontano, non asportabile, che indichi la presenza del punto di misura.

### **6.3.2 Determinazione dei parametri idrogeologici ed in situ**

#### **6.3.2.1 Determinazione dei parametri chimico-fisici**

Le misure del livello statico verranno effettuate mediante sonda elettrica il cui cavo sia marcato almeno ogni centimetro.

La misura andrà effettuata dalla bocca del piezometro (bordo del rivestimento) o da altro punto fisso e ben individuabile; verrà quindi misurata l'altezza della bocca del piezometro o del punto di

riferimento rispetto al suolo. L'indicazione del punto di riferimento dovrà essere riportata sulla scheda di misura.

Il livello statico sarà indicato con l'approssimazione del centimetro.

La misura della temperatura dell'aria e dell'acqua potrà essere effettuata mediante termometro a mercurio o elettronico ed andrà riportata con l'approssimazione del mezzo grado. L'ossigeno disciolto verrà determinato tramite apposita sonda, il pH e la Conducibilità Elettrica saranno determinati con pH-metro e conducimetro elettronici che andranno tarati all'inizio ed alla fine di ogni giornata di lavoro. I risultati della taratura saranno annotati su apposite schede. In relazione agli strumenti da utilizzare per la determinazione di questi ultimi parametri, potranno essere impiegate, in alternativa, anche sonde multiparametriche.

I rilievi ed i campionamenti dovranno essere eseguiti sempre con le stesse procedure e gli stessi strumenti in tutti i punti di misura ed in tutte le fasi; analogamente il grado di approssimazione dei valori numerici dei parametri dovrà essere identico.

Prima dell'esecuzione del Monitoraggio AO, si dovrà provvedere a:

- determinare la quota assoluta dell'estremità superiore della tubazione (testa piezometro);
- rilievo della posizione del piezometro in termini di coordinate geografiche.

### **6.3.3 Determinazione dei parametri chimici e microbiologici**

#### **6.3.3.1 Campionamento**

Il campionamento può definirsi come l'operazione di prelevamento della parte di una sostanza di dimensione tale che la proprietà misurata nel campione prelevato rappresenti, entro un limite accettabile noto, la stessa proprietà nella massa di origine. In altre parole, il fine ultimo del campionamento ambientale è sempre quello di consentire la raccolta di porzioni rappresentative della matrice che si vuole sottoporre ad analisi.

Il campionamento costituisce quindi la prima fase di ogni processo analitico che porterà a risultati la cui qualità è strettamente correlata a quella del campione prelevato. Per tale motivo, il campionamento è una fase estremamente complessa e delicata che condiziona i risultati di tutte le operazioni successive e che di conseguenza incide in misura non trascurabile sull'incertezza totale del risultato dell'analisi.

L'analisi può essere finalizzata alla verifica del rispetto di limiti, alla definizione della variabilità spaziale e/o temporale di uno o più parametri, al controllo di scarichi accidentali od occasionali, alla determinazione di parametri di processo, alla caratterizzazione fisica, chimica o biologica di un ambiente.

Per poter procedere ad un corretto campionamento è necessario effettuare lo spurgo del piezometro fino all'ottenimento di acqua chiara e comunque per un tempo non inferiore al ricambio di 3-5 volumi d'acqua all'interno del piezometro in modo che il campione acquisito abbia subito il minor disturbo possibile.

Per le fasi di campionamento, immagazzinamento, trasporto e conservazione dei campioni, è necessario garantire:

- l'assenza di contaminazione derivante dall'ambiente circostante o dagli strumenti impiegati per il campionamento e prelievo;
- l'assenza di perdite di sostanze inquinanti sulle pareti dei campionatori o dei contenitori;
- la protezione del campione da contaminazione derivante da cessione dei contenitori;
- un'adequata temperatura al momento del prelievo per evitare la dispersione delle sostanze volatili;
- un'adequata temperatura di conservazione dei campioni;
- l'assenza di alterazioni biologiche nel corso dell'immagazzinamento e conservazione;
- l'assenza in qualunque fase di modificazioni chimico-fisiche delle sostanze;
- la pulizia degli strumenti e attrezzi usati per il campionamento, il prelievo, il trasporto e la conservazione.

Il campione deve essere prelevato in maniera tale che mantenga inalterate le proprie caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche fino al momento dell'analisi; e conservato in modo tale da evitare modificazioni dei suoi componenti e delle caratteristiche da valutare.

Il campionamento, essendo parte integrante dell'intero procedimento analitico, deve essere effettuato da personale qualificato.

#### *6.3.3.2 Etichettatura dei contenitori*

I contenitori utilizzati dovranno essere contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo con sopra riportate le seguenti informazioni:

- Sigla identificativa del piezometro;
- Data e ora del campionamento.

## 6.4 Metodica di monitoraggio

Le fasi oggetto di monitoraggio, come previsto dalle Linee guida per il PMA, saranno:

- Ante Operam: in fase di Ante Operam, verranno effettuati i sopralluoghi e l'identificazione dei piezometri selezionati, la definizione delle modalità di alimentazione – deflusso – recapito degli stessi e l'identificazione dei rapporti tra acque superficiali ed acque sotterranee, nonché la determinazione delle caratteristiche chimico-fisiche e microbiologiche. Quindi nella prima fase (Ante Operam) verrà caratterizzata la situazione indisturbata delle condizioni di deflusso delle acque sotterranee.
- Corso d'Opera: il Monitoraggio in Corso d'Opera ha lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'opera non induca alterazioni dei caratteri quantitativi e qualitativi del sistema delle acque sotterranee. Il Monitoraggio in CO dovrà confrontare i parametri rilevati nello stato AO e segnalare le eventuali divergenze da questo. In particolare, in riferimento alle caratteristiche quantitative delle acque, il Monitoraggio dovrà evidenziare:
  - l'entità dei prelievi o dei drenaggi legati alla realizzazione dell'opera;
  - le conseguenti escursioni piezometriche;
  - le eventuali emergenze naturali delle acque sotterranee;
  - le variazioni delle direzioni di flusso legate alla realizzazione dell'opera.

Per quanto riguarda le caratteristiche qualitative delle acque sotterranee, il Monitoraggio in CO dovrà segnalare le variazioni dello stato chimico delle acque e situazioni di inquinamento, per potere dare corso alle eventuali contromisure. I campionamenti saranno effettuati trimestralmente per tutta la durata delle lavorazioni, in modo da poter tener conto nelle valutazioni anche degli eventi stagionali.

- Post Operam: In quest'ultima fase sono programmati:
  - accertamento di eventuali variazioni significative a lungo termine delle caratteristiche fisico-chimico delle acque sotterranee, indotte dalla realizzazione di fondazioni profonde (pali) o di eventi accidentali che si possano verificare, tramite il prelievo e l'analisi di campioni d'acqua dai piezometri di ciascun'area.
  - misura dei livelli piezometrici nei punti di misura (piezometri) e controllo della direzione media areale di flusso prevalente per ogni singola area sottoposta ad azione di monitoraggio, al fine di accertare eventuali modificazioni indotte dalla costruzione dell'opera.



*Ante Operam*

| <b>4Codice punto</b> | <b>Frequenza</b> | <b>STRUMENTAZIONE</b>                                                        |
|----------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <b>AIST 01</b>       | 1 volta          | Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica, contenitori etichettati |
| <b>AIST 02</b>       | 1 volta          | Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica, contenitori etichettati |
| <b>AIST 03</b>       | 1 volta          | Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica, contenitori etichettati |

*Corso d'Opera*

| <b>Codice punto</b> | <b>Frequenza</b> | <b>STRUMENTAZIONE</b>                                                        |
|---------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <b>AIST 01</b>      | Trimestrale      | Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica, contenitori etichettati |
| <b>AIST 02</b>      | Trimestrale      | Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica, contenitori etichettati |
| <b>AIST 03</b>      | Trimestrale      | Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica, contenitori etichettati |

*Post Operam*

| <b>Codice punto</b> | <b>Frequenza</b>      | <b>STRUMENTAZIONE</b>                                                        |
|---------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <b>AIST 01</b>      | Trimestrale su 6 mesi | Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica, contenitori etichettati |
| <b>AIST 02</b>      | Trimestrale su 6 mesi | Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica, contenitori etichettati |
| <b>AIST 03</b>      | Trimestrale su 6 mesi | Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica, contenitori etichettati |

## 7 RUMORE

### 7.1 Riferimenti Normativi

#### 7.1.1 *Normativa Comunitaria*

##### **Normativa Tecnica**

- EN 60651-1994 - Class 1 Sound Level Meters (CEI 29-1).
- EN 60804-1994 - Class 1 Integrating-averaging sound level meters (CEI 29-10).
- EN 61094/1-1994 - Measurements microphones - Part 1: Specifications for laboratory standard microphones.
- EN 61094/2-1993 - Measurements microphones - Part 2: Primary method for pressure calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique.
- EN 61094/3-1994 - Measurements microphones - Part 3: Primary method for free-field calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique.
- EN 61094/4-1995 - Measurements microphones - Part 4: Specifications for working standard microphones.
- EN 61260-1995 - Octave-band and fractional-octave-band filters (CEI 29-4).
- IEC 942-1988 - Electroacoustics - Sound calibrators (CEI 29-14).
- ISO 226-1987 - Acoustics - Normal equal - loudness level contours.
- UNI 9884-1991 - Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale.
- Normativa comunitaria
- Elenchiamo nel seguito la normativa di riferimento in ambito comunitario.
- Direttiva 2002/49/CE del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
- Direttiva 2000/14/CE del 8 maggio 2000 relativa alla emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto.

#### 7.1.2 *Normativa Nazionale*

Elenchiamo nel seguito la normativa di riferimento in ambito nazionale.

La legge quadro 447 del 26/10/95 è la normativa che stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico.

A questa legge sono collegati dei decreti che ne costituiscono dei regolamenti attuativi:

- DMA 11/12/96 "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo";
- DPCM 18/9/97 "Determinazione dei requisiti delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante";
- DMA 31/10/97 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale";
- DPCM 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- DPCM 5/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici";
- DPR 11/12/97 n. 496 "Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili";
- DMA 16/3/98 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
- DPCM 31/3/98 "Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività di tecnico competente in acustica, ai sensi dell'articolo 3, comma 1, lettera b), e dell'articolo 2, commi 6, 7 e 8, della legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" ;
- D.P.R. n. 459 -18 Novembre 1998 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario"
- D.P.C.M. 16 aprile 1999 n.215 "Regolamento recante norme per la determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo e nei pubblici esercizi"
- Decreto 20 maggio 1999 "Criteri per la progettazione dei sistemi di indagine per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico
- DPR 30/03/2004 n. 142 " Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447".
- Circolare 6 Settembre 2004 - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali. (GU n. 217 del 15-9-2004)

Richiamiamo, inoltre, i seguenti riferimenti normativi:

- D.P.C.M. 1 marzo 1991: "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".

- D. Lgs. 528 del 19 novembre 1999: "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 14 agosto 1996, n°494, recante attuazione della direttiva 92/57/CEE in materia di prescrizioni minime di sicurezza e di salute da osservare nei cantieri temporanei o mobili".
- D.M. 29 novembre 2000: "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore".
- D.M. 23 novembre 2001: "Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore".
- D. Lgs. 262 del 4 settembre 2002: "Macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto - emissione acustica ambientale - attuazione della direttiva 2000/14/CE".

In particolare, esponiamo nel paragrafo seguente alcuni concetti dal decreto attuativo inerente le infrastrutture stradali, che si applica direttamente all'infrastruttura in oggetto.

Il DPR 142 del 30 marzo 2004: *"Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447"*. vengono regolamentati i seguenti aspetti:

- definizione del concetto di ricettore;
- classificazione delle infrastrutture stradali;
- diversificazione dei limiti acustici fra le infrastrutture esistenti e quelle di nuova realizzazione;
- diversificazione delle fasce territoriali di pertinenza dell'infrastruttura, in relazione alla tipologia della strada;
- interventi di mitigazione acustica da adottare in caso di superamento dei limiti.

In sostanza, il decreto, in analogia a quanto già normato per le infrastrutture ferroviarie, individua delle fasce territoriali di pertinenza ("fasce di rispetto"), all'interno delle quali il rumore prodotto dall'infrastruttura è normato esclusivamente dal decreto stesso. Inoltre, il rumore prodotto dalle strade non è soggetto ai vincoli del criterio differenziale.

Fuori dalle fasce di rispetto il rumore stradale contribuisce (insieme al rumore prodotto da altre sorgenti) alla determinazione del livello di immissione acustica, che è sottoposto ai limiti previsti dalla classificazione comunale di riferimento.

### Limiti di immissione per le infrastrutture di nuova realizzazione

Il Decreto stabilisce che per le autostrade (tipo A), così come per le strade extraurbane principali (tipo B) e le strade extraurbane secondarie (tipo C1) sono fissate delle fasce territoriali di pertinenza dell'infrastruttura stessa di 250 metri a partire dal ciglio della strada; per le strade extraurbane secondarie di tipo C2 la fascia si riduce a 150 m.

Per le strade urbane di scorrimento (tipo D) è fissata una fascia di rispetto di 100 metri, mentre per le strade urbane di quartiere (tipo E), così come per le strade locali (tipo F), sono fissate delle fasce territoriali di pertinenza di 30 metri dal bordo carreggiata.

I limiti acustici delle suddette fasce possono essere così sintetizzati:

Tabella 10. Valori limite proposti dal decreto 142/2004 per le nuove infrastrutture

| Tipo | Sottotipi<br>(Norme<br>CNR 1980) | Ampiezza<br>Fascia | Ricettori Sensibili                                                                                           |                 | Altri ricettori |                 |
|------|----------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|      |                                  |                    | Limite<br>Day                                                                                                 | Limite<br>Night | Limite<br>Day   | Limite<br>Night |
| A    |                                  | 250                | 50                                                                                                            | 40              | 65              | 55              |
| B    |                                  | 250                | 50                                                                                                            | 40              | 65              | 55              |
| C    | C1                               | 250                | 50                                                                                                            | 40              | 65              | 55              |
|      | C2                               | 100                | 50                                                                                                            | 40              | 65              | 55              |
| D    |                                  | 100                | 50                                                                                                            | 40              | 65              | 55              |
| E    |                                  | 30                 | A discrezione dei comuni, in accordo con la tab. C<br>del DPCM 14/11/97 e con la classificazione<br>acustica. |                 |                 |                 |
| F    |                                  | 30                 |                                                                                                               |                 |                 |                 |

### Limiti di immissione per le infrastrutture esistenti

Tabella 11. Valori limite proposti dal decreto 142/2004 per le infrastrutture esistenti

|   | Sottotipi (Norme<br>CNR 1980) | Ampiezza<br>Fascia | Ricettori Sensibili |              | Altri ricettori |              |
|---|-------------------------------|--------------------|---------------------|--------------|-----------------|--------------|
|   |                               |                    | Limite Day          | Limite Night | Limite Day      | Limite Night |
| A |                               | 100 - Fascia A     | 50                  | 40           | 70              | 60           |
|   |                               | 150 - Fascia B     | 50                  | 40           | 65              | 55           |
| B |                               | 100 - Fascia A     | 50                  | 40           | 70              | 60           |
|   |                               | 150 - Fascia B     | 50                  | 40           | 65              | 55           |
| C | Ca                            | 100 - Fascia A     | 50                  | 40           | 70              | 60           |
|   |                               | 50 - Fascia B      | 50                  | 40           | 65              | 55           |

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE –RELAZIONE TECNICA

|   |    |                |                                                                                                         |    |    |    |
|---|----|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|
|   | Cb | 100 - Fascia A | 50                                                                                                      | 40 | 70 | 60 |
|   |    | 150 - Fascia B | 50                                                                                                      | 40 | 65 | 55 |
| D | Da | 100            | 50                                                                                                      | 40 | 70 | 60 |
|   | Db | 100            |                                                                                                         |    | 65 | 55 |
| E |    | 30             | A discrezione dei comuni, in accordo con la tab. C del DPCM 14/11/97 e con la classificazione acustica. |    |    |    |
| F |    | 30             |                                                                                                         |    |    |    |

Per quanto riguarda i ricettori particolarmente sensibili (scuole, ospedali, case di cura e di riposo, luoghi di culto), la fascia di rispetto deve essere raddoppiata; per le scuole inoltre si applica solo il limite diurno.

### Interventi di mitigazione acustica

Il rispetto dei valori riportati nelle tabelle precedenti e, al di fuori della fascia di pertinenza acustica, il rispetto dei valori stabiliti nella tabella C del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997, è verificato in facciata degli edifici ad 1 metro dalla stessa ed in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione nonché dei ricettori.

Per i ricettori inclusi nella fascia di pertinenza acustica devono essere individuate ed adottate opere di mitigazione sulla sorgente, lungo la via di propagazione del rumore e direttamente sul ricettore, per ridurre l'inquinamento acustico prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura, con l'adozione delle migliori tecnologie disponibili, tenuto conto delle implicazioni di carattere tecnico-economico.

Qualora i valori limite non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzia l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti (valori valutati al centro della stanza, a finestre chiuse, all'altezza di 1.5 metri dal pavimento):

- 35 dB(A) Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;
- 40 dB(A) Leq notturno per tutti gli altri ricettori di carattere abitativo;
- 45 dB(A) Leq diurno per le scuole.

Un altro aspetto importante previsto dal Decreto, in analogia a quanto già in essere per le ferrovie, è il concetto che per le aree non ancora edificate, interessate dall'attraversamento di infrastrutture in esercizio, gli interventi per il rispetto dei limiti di immissione sono a carico del titolare della concessione edilizia rilasciata all'interno delle fasce di pertinenza. In questa ottica la norma, prevede che, una volta approvato il progetto definitivo dell'infrastruttura e fissate le fasce di

pertinenza, con dei limiti prestabiliti, sia una responsabilità del costruttore o di chi comunque autorizza la realizzazione dell'edificio (Amministrazione Comunale) rispettare i limiti acustici previsti.

Fuori dalle fasce di pertinenza, come detto in precedenza, si applicano i limiti definiti dai piani di classificazione acustica comunale. Richiamiamo nel seguito la normativa di riferimento.

Il DPCM del 14/11/97 «*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*», pubblicato sulla G.U. n. 280 del 1/12/97, in attuazione alla Legge Quadro sul rumore (Art. 3 Comma 1, lettera a) definisce per ogni classe di destinazione d'uso del territorio:

- valori limite di emissione,
- valori limite di immissione,
- valori di attenzione,
- valori di qualità.

Con riferimento alle varie classi di destinazione d'uso vengono individuati i valori limite di emissione, che fissano il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.

I valori limite si applicano a tutte le aree del territorio circostanti la sorgente di rumore secondo le rispettive classificazioni in zone, non viene specificato l'ambito spaziale di applicabilità del limite essendo evidentemente correlato alla magnitudo della fonte di emissione e alla tipologia di territorio circostante. I rilevamenti e le verifiche sono effettuate in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità.

I limiti indicati non sono applicabili alle fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto in corrispondenza delle quali è compito dei Decreti Attuativi fornire indicazioni.

Per ogni classe di destinazione d'uso del territorio vengono individuati i valori limite di immissione, cioè il valore massimo assoluto di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente esterno, misurato in prossimità del ricettore.

I valori limite differenziali di immissione sono determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo e vengono fissati all'interno degli ambienti abitativi in ragione di:

- 5 dB per il periodo diurno (6.00-22.00);
- 3 dB per il periodo notturno (22.00-6.00).

Tali valori non si applicano:

- nelle aree classificate nella classe VI;

- se il rumore ambientale a finestre aperte sia inferiore a 50 dBA di giorno e 40 dBA di notte;
- se il rumore ambientale a finestre chiuse sia inferiore a 35 dBA di giorno e 25 dBA di notte;
- al rumore da infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime;
- al rumore da attività da attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali;
- al rumore da servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

Il rumore ambientale è il livello equivalente continuo di pressione sonora ponderato A prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. In pratica è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalla specifica sorgente disturbante. Il rumore residuo è il livello equivalente continuo di pressione sonora ponderato A che si rileva quando si escludono le specifiche sorgenti disturbanti.

Tabella 12. Classi di zonizzazione acustica del territorio (ex Art. 1 DPCM 14/11/97 - Tab. A)

---

#### **CLASSE I**

##### **Aree particolarmente protette**

Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo e allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.

#### **CLASSE II**

##### **Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale**

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali

#### **CLASSE III**

##### **Aree di tipo misto**

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale e di attraversamento, con media densità di popolazione con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici

#### **CLASSE IV**

##### **Aree di intensa attività umana**

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali; le aree con limitata



presenza di piccole industrie.

#### CLASSE V

##### Aree prevalentemente industriali

Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.

#### CLASSE VI

##### Aree esclusivamente industriali

Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi

Tabella 13. Valori limite di emissione in dB(A) (ex Art. 2 DPCM 14/11/97 - Tab. B)

| <b>Classe di destinazione d'uso del territorio</b> | <b>Tempi di riferimento</b> |                               |
|----------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
|                                                    | <b>diurno (6.00 -22.00)</b> | <b>notturno (22.00 -6.00)</b> |
| <b>I: aree particolarmente protette</b>            | 45                          | 35                            |
| <b>II: aree prevalentemente residenziali</b>       | 50                          | 40                            |
| <b>III: aree di tipo misto</b>                     | 55                          | 45                            |
| <b>IV: aree di intensa attività umana</b>          | 60                          | 50                            |
| <b>V: aree prevalentemente industriali</b>         | 65                          | 55                            |
| <b>VI: aree esclusivamente industriali</b>         | 65                          | 65                            |

Tabella 14. Valori limite di immissione in dB(A) (ex Art. 3 DPCM 14/11/97 - Tab. C)

| <b>Classe di destinazione d'uso del territorio</b> | <b>Tempi di riferimento</b> |                                |
|----------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                                                    | <b>diurno (6.00 -22.00)</b> | <b>notturno (22.00 - 6.00)</b> |
| <b>I: aree particolarmente protette</b>            | 50                          | 40                             |
| <b>II: aree prevalentemente residenziali</b>       | 55                          | 45                             |
| <b>III: aree di tipo misto</b>                     | 60                          | 50                             |
| <b>IV: aree di intensa attività umana</b>          | 65                          | 55                             |
| <b>V: aree prevalentemente industriali</b>         | 70                          | 60                             |
| <b>VI: aree esclusivamente industriali</b>         | 70                          | 70                             |

I valori di attenzione rappresentano il livello di rumore che segnala la presenza di un potenziale di rischio per la salute umana o per l'ambiente:

- se riferiti a 1 ora sono uguali ai valori di immissione aumentati di 10 dB(A) per il giorno e di 5 dB(A) per la notte;
- se relativi all'intero tempo di riferimento sono uguali ai valori di immissione.

I valori di attenzione non si applicano alle fasce territoriali di pertinenza delle infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime e aeroportuali.

Con riferimento alle varie classi di destinazione d'uso vengono infine individuati i valori di qualità. Essi rappresentano i livelli di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla Legge Quadro.

Tabella 15. Valori di qualità in dB(A) (ex Art. 7 DPCM 14/11/97 - Tab. D)

| Classe di destinazione d'uso del territorio | <i>Tempi di riferimento</i> |                        |
|---------------------------------------------|-----------------------------|------------------------|
|                                             | diurno (6.00 -22.00)        | notturno (22.00 -6.00) |
| I: aree particolarmente protette            | 47                          | 37                     |
| II: aree prevalentemente residenziali       | 52                          | 42                     |
| III: aree di tipo misto                     | 57                          | 47                     |
| IV: aree di intensa attività umana          | 62                          | 52                     |
| V: aree prevalentemente industriali         | 67                          | 57                     |
| VI: aree esclusivamente industriali         | 70                          | 70                     |

## 7.2 Definizione dei punti di monitoraggio

### 7.2.1 Criteri di scelta e tipologie di misura

In generale, i criteri che guidano la scelta dei punti di indagine possono essere così riassunti:

- *Classificazione e destinazione d'uso del ricettore*: sono privilegiati i ricettori in classe I, quelli particolarmente sensibili (scuole, ospedali, case di cura e di riposo) e i luoghi di culto. Tra i ricettori meno sensibili sono stati scelti quelli in classe II, III, IV preferendo edifici a destinazione residenziale.
- *Clima acustico esistente*: ancor prima di eseguire l'indagine AO, sono state privilegiate, nella scelta dei punti di misura, due categorie di area:
  - o le zone in cui attualmente l'inquinamento acustico è basso o inesistente, e che quindi si presume avranno il maggior impatto differenziale dall'introduzione dell'infrastruttura;
  - o le zone in cui attualmente l'inquinamento acustico è particolarmente alto, e che quindi dovranno essere monitorate per verificare se l'introduzione di nuove sorgenti di rumore sia sostenibile.
- *Impatto atteso*: sono privilegiati ricettori in prossimità dell'infrastruttura o dei cantieri, valutando anche, in base alle informazioni di progetto, l'intensità delle sorgenti sonore previste.
- *Propagazione del rumore*: sono stati scelti ricettori in diretta visibilità dell'infrastruttura e dei cantieri, non coperti da ostacoli artificiali o dovuti alla conformazione del terreno.
- *Sensibilità complessiva al rumore*: il censimento dei ricettori di rumore è stato corredato da una valutazione complessiva di sensibilità al rumore (basato su 5 parametri: criticità del clima acustico esistente, rilevanza delle sorgenti previste, distanza dalle sorgenti, durata temporale del disturbo e destinazione d'uso del ricettore). Tale valutazione è stata utilizzata nella scelta dei punti di indagine.

Nel caso specifico tali considerazioni sono state integrate da quanto suggerito dall'ARPAT nella *Proposta di progetto di Piano di Monitoraggio delle emissioni sonore*, allegato al Rapporto Istruttorio Interdisciplinare della Provincia di Firenze per la Verifica di Assoggettabilità a VIA, appositamente redatto per l'infrastruttura in oggetto. In tal modo, sono state previste 2 diverse tipologie di punti di misura a seconda della finalità del monitoraggio previsto.

- **Misure di Collaudo (RUMC)**, postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi dei vari scenari delle lavorazioni di cantiere; le misure, della durata giornaliera, servono alla verifica del rispetto dei limiti di rumorosità fissati dal DPCM 14/11/97, compresa, quando necessaria, la verifica del rispetto del valore limite di immissione differenziale;

- **Misure di Controllo Periodico (RUMCP)**, misure di breve durata, presidiate, per caratterizzare il rumore emesso dal cantiere nelle normale attività;

#### RUMC – Misure di 24 ore con postazione semi-fissa

La metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dei livelli di rumorosità prodotti dalle attività di cantiere. In particolare, sono volti a verificare che l'attivazione degli impianti e dei macchinari consenta il rispetto dei limiti fissati, verificando l'incremento sonoro introdotto dall'attivazione della specifica sorgente in esame, nonché quando necessario, il rispetto del valore limite di immissione differenziale.

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo del rumore per 24 ore consecutive. Il rilievo è effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora ogni minuto. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A  $L_{Aeq,1min}$ ;
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow ( $L_{AImax}$ ,  $L_{AFmax}$ ,  $L_{ASmax}$ );
- i livelli statistici  $L_1$ ,  $L_5$ ,  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ ,  $L_{99}$ ;
- analisi spettrale.

Il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h) è ricavato in laboratorio per mascheramento del dominio temporale esterno al periodo considerato.

#### RUMCP – Misure spot di controllo periodico

Questa metodica di monitoraggio ha come finalità la caratterizzazione del rumore emesso dall'attività del cantiere nella normale attività, tenuto conto che il rumore derivante dall'attività di cantiere è oggetto di fluttuazioni continue anche significative.

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura mensile per tutta la durata del cantiere. Le misure, della durata di 10 minuti saranno ripetute 4 volte nell'arco del periodo diurno durante l'attività del cantiere, distanziate tra di loro di almeno 1 ora, al fine di caratterizzare l'intera giornata lavorativa del cantiere ed il rispetto dei limiti di emissione fissati dal DPCM 14/11/97.

Il rilievo è effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora ogni minuto. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A  $L_{Aeq,1min}$ ;
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow ( $L_{AImax}$ ,  $L_{AFmax}$ ,  $L_{ASmax}$ );
- i livelli statistici  $L_1$ ,  $L_5$ ,  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ ,  $L_{99}$

- Analisi spettrale.

### 7.2.2 Parametri rilevati

Il vocabolario acustico è riportato in gran parte nel DM 16 marzo 1998.

1. Sorgente specifica: sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico
2. Tempo a lungo termine (TL): rappresenta un insieme sufficientemente ampio di TR all'interno del quale si valutano i valori di attenzione. La durata di TL è correlata alle variazioni dei fattori che influenzano la rumorosità a lungo periodo.
3. Tempo di riferimento (TR): rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misure. La durata della giornata è articolata in due tempi di riferimento: quello diurno compreso tra le h 6.00 e le h 22.00 e quello notturno compreso tra le h 22.00 e le h 6.00.
4. Tempo di osservazione (TO): è un periodo di tempo compreso in TR nel quale si verificano le condizioni di rumorosità che si intendono valutare.
5. Tempo di misura (TM): all'interno di ciascun tempo di osservazione, si individuano uno o più tempi di misura (TM) di durata pari o minore del tempo di osservazione, in funzione delle caratteristiche di variabilità del rumore ed in modo tale che la misura sia rappresentativa del fenomeno.
6. Livelli dei valori efficaci di pressione sonora ponderata "A": LAS, LAF, LAI: esprimono i valori efficaci in media logaritmica mobile della pressione sonora ponderata "A" LpA secondo le costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".
7. Livelli dei valori massimi di pressione sonora LASmax, LAFmax, LAImax: esprimono i valori massimi della pressione sonora ponderata in curva "A" e costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".
8. Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A": valore del livello di pressione sonora ponderata "A" di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato T, ha la medesima pressione quadratica media di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo

$$L_{Aeq,T} = 10 \cdot \lg \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

dove LAeq è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" considerato in un intervallo di tempo che inizia all'istante t1 e termina all'istante t2; pA(t) è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata "A" del segnale acustico in Pascal (Pa); p0 =20 mPa è la pressione sonora di riferimento.

9. Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo al tempo a lungo termine TL ( $L_{Aeq,TL}$ ): il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo al tempo a lungo termine ( $L_{Aeq,TL}$ ) può essere riferito:

- al valore medio su tutto il periodo, con riferimento al livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo a tutto il tempo TL, espresso dalla relazione

$$L_{Aeq,TL} = 10 \cdot \lg \left[ \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N 10^{0.1(L_{Aeq,TR})} \right]$$

essendo N i tempi di riferimento considerati.

- al singolo intervallo orario nei TR. In questo caso si individua un TM di 1 ora all'interno del TO nel quale si svolge il fenomeno in esame. ( $L_{Aeq,TL}$ ) rappresenta il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" risultante dalla somma degli M tempi di misura TM, espresso dalla seguente relazione:

$$L_{Aeq,TL} = 10 \cdot \lg \left[ \frac{1}{M} \cdot \sum_{i=1}^M 10^{0.1(L_{Aeq,TM})} \right]$$

Dove i è il singolo intervallo di 1 ora nell' i-esimo TR.

E' il livello che si confronta con i limiti di attenzione.

10. Livello di rumore ambientale (LA): è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. E' il livello che si confronta con i limiti massimi di esposizione:

- nel caso dei limiti differenziali, è riferito a TM
- nel caso di limiti assoluti è riferito a TR

11. Livello di rumore residuo (LR): è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici.

12. Livello differenziale di rumore (LD): differenza tra livello di rumore ambientale (LA) e quello di rumore residuo (LR):

$$L_D = L_A - L_R$$

13. Livello di emissione: è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", dovuto alla sorgente specifica. E' il livello che si confronta con i limiti di emissione.

14. Fattore correttivo (KI): è la correzione in dB(A) introdotta per tener conto della presenza di rumori con componenti impulsive, tonali o di bassa frequenza il cui valore è di seguito indicato:

- per la presenza di componenti impulsive  $K_I = 3 \text{ dB}$
- per la presenza di componenti tonali  $K_T = 3 \text{ dB}$
- per la presenza di componenti in bassa frequenza  $K_B = 3 \text{ dB}$

I fattori di correzione non si applicano alle infrastrutture dei trasporti.

15. Presenza di rumore a tempo parziale: esclusivamente durante il tempo di riferimento relativo al periodo diurno, si prende in considerazione la presenza di rumore a tempo parziale, nel caso di persistenza del rumore stesso per un tempo totale non superiore ad un'ora. Qualora il tempo parziale sia compreso in 1 h il valore del rumore ambientale, misurato in  $L_{eq}(A)$  deve essere diminuito di 3 dB(A); qualora sia inferiore a 15 minuti il  $L_{eq}(A)$  deve essere diminuito di 5 dB(A).

16. Livello di rumore corretto (LC): è definito dalla relazione

$$L_C = L_A + K_I + K_T + K_B$$

#### 7.2.2.1 Indicatori da rilevare

Durante l'esecuzione delle misure dovranno essere rilevati i seguenti parametri, riferiti ad ogni intervallo orario ed ai periodi di riferimento diurno e notturno per ogni giorno di misura:

- livelli equivalenti,
- livelli statistici,
- livelli di picco,
- livelli max,
- livelli min;

ed acquisiti:

- time history per tutto il tempo di misura, rilevata con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e memorizzazione dei  $L_{eq}$ ; la risoluzione richiesta per la time history è:
  - 1 minuto, per le misure settimanali e plurigiornaliere;
  - 1 secondo, per le misure da 24 ore e per tutte le misure di corso d'opera sul cantiere.
  - curva distributiva e cumulativa dei livelli statistici, sia diurna che notturna, per ogni giorno di misura.

## **7.3 Metodologia di rilevamento e campionamento Ante Operam**

### **7.3.1 Verifica di fattibilità sul campo**

Per ogni punto di misura sarà effettuato un sopralluogo di fattibilità delle misure, al fine di verificare:

- l'assenza di condizioni locali che possano nel tempo portare a modificazioni dell'ambiente acustico (nuove edificazioni in corso, modifiche alla viabilità, ecc.);
- l'assenza di situazioni locali che possano disturbare le misure (poligoni di tiro, canili, ecc.);
- la distanza da sorgenti fisse di emissione in modo che queste non abbiano effetti di mascheramento sulle sorgenti di rumore specificatamente oggetto dell'indagine;
- la presenza di eventuali ostacoli interposti tra le sorgenti di rumore oggetto dell'indagine e la postazione di misura prescelta;
- il consenso della proprietà da utilizzare, per l'installazione di postazioni in spazi privati;
- la disponibilità e la facilità all'accesso agli spazi esterni delle proprietà private da parte dei tecnici incaricati delle misure.

### **7.3.2 Metodi di misura**

Riportiamo nei paragrafi seguenti indicazioni sui metodi di misura da adottare, desunte principalmente dal Decreto Ministeriale 16/3/98 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

Prima dell'inizio delle misure è indispensabile acquisire tutte le informazioni che possono condizionare la scelta del metodo, dei tempi e delle variazioni sia dell'emissione sonora delle sorgenti che della loro propagazione.

Devono essere rilevati tutti i dati che conducono ad una descrizione delle sorgenti che influiscono sul rumore ambientale nelle zone interessate dall'indagine. Se individuabili, occorre indicare le maggiori sorgenti, la variabilità della loro emissione sonora, la presenza di componenti tonali e/o impulsive e/o di bassa frequenza.

La misura dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A" nel periodo di riferimento ( $LA_{eq,TR}$ ) sarà eseguita per integrazione continua: il valore di  $LA_{eq,TR}$  viene ottenuto misurando il rumore ambientale durante l'intero periodo di riferimento, con l'esclusione eventuale degli intervalli in cui si verificano condizioni anomale non rappresentative dell'area in esame;

La metodologia di misura rileva valori di ( $LA_{eq,TR}$ ) rappresentativi del rumore ambientale nel periodo di riferimento, della zona in esame, della tipologia della sorgente e della propagazione dell'emissione sonora. La misura deve essere arrotondata a 0,5 dB.



Il microfono da campo libero deve essere orientato verso la sorgente di rumore; nel caso in cui la sorgente non sia localizzabile o siano presenti più sorgenti deve essere usato un microfono per incidenza casuale. Il microfono deve essere montato su apposito sostegno e collegato al fonometro con cavo di lunghezza tale da consentire agli operatori di porsi alla distanza non inferiore a 3 m dal microfono stesso.

Il microfono sarà collocato a 1 m dalla facciata dell'edificio, a 4 metri di altezza rispetto al piano campagna.

Le misurazioni devono essere eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s. Il microfono deve essere comunque munito di cuffia antivento. La catena di misura deve essere compatibile con le condizioni meteorologiche del periodo in cui si effettuano le misurazioni e comunque in accordo con le norme CEI 29-10 ed EN 60804/1994.

#### **7.4 Strumentazione di misura**

Per l'esecuzione della campagna di rilevamenti descritta è previsto l'utilizzo di strumentazione conforme agli standard prescritti dall'articolo 2 del Decreto del Ministero dell'Ambiente 16.03.98: “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico”. Tali standard sono ripresi nei paragrafi successivi dedicati alle caratteristiche tecniche degli strumenti.

Le postazioni saranno composte da:

- un microfono per esterni, fornito di cuffia antivento/antipioggia e di punta antivolatile;
- un sistema di alimentazione di lunga autonomia;
- fonometro integratore con elevata capacità di memorizzazione dei dati rilevati, ampia dinamica e possibilità di rilevare gli eventi che eccedono predeterminate soglie di livello e/o di durata;
- box stagno di contenimento della strumentazione;
- un cavalletto o stativo telescopico;
- un cavo di connessione tra il box che contiene la strumentazione e il microfono;

A seconda dell'estensione temporale della misura, saranno adeguatamente dimensionate l'autonomia del sistema di alimentazione e la capacità di memorizzazione dello strumento.

La catena di misura deve essere in grado di rilevare (nei casi in cui questo sia richiesto) il verificarsi di fenomeni impulsivi e la presenza di componenti tonali.

#### **7.4.1 *Requisiti tecnici degli strumenti***

Il sistema di misura deve essere scelto in modo da soddisfare le specifiche di cui alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994. Le misure di livello equivalente dovranno essere effettuate direttamente con un fonometro conforme alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994. La catena di registrazione deve avere una risposta in frequenza conforme a quella richiesta per la classe 1 della EN 60651/1994 e una dinamica adeguata al fenomeno in esame.

I filtri e i microfoni utilizzati per le misure devono essere conformi, rispettivamente, alle norme EN 61260/1995 (IEC 1260) e EN 61094-1/1994, EN 61094-2/1993, EN 61094-3/1995, EN 61094-4/1995. I calibratori devono essere conformi alle norme CEI 29-4.

Per l'utilizzo di altri elementi a completamento della catena di misura, deve essere assicurato il rispetto dei limiti di tolleranza della classe 1 sopra richiamata.

#### **7.4.2 *Taratura e calibrazione***

La strumentazione e/o la catena di misura, prima e dopo ogni ciclo di misura, deve essere controllata con un calibratore di classe 1, secondo la norma IEC 942/1988. Le misure fonometriche eseguite sono valide se le calibrazioni effettuate prima e dopo ogni ciclo di misura, differiscono al massimo di 0,5 dB.

## 7.5 Metodica di monitoraggio

### 7.5.1 Durata e periodicità delle misure

Le misure saranno effettuate in fase di Corso d'Opera in quanto destinate alla caratterizzazione del nuovo clima acustico derivante dalle lavorazioni effettuate nelle aree di cantiere.

Data la finalità esposta per ciascuna delle 2 tipologie di misura previste le frequenze di monitoraggio risultano:

- RUMC: misura di collaudo presso ciascuno dei 4 cantieri operativi per la caratterizzazione una tantum dell'incremento di livello sonoro generato dalla presenza del cantiere con l'attivazione dei macchinari e degli impianti che saranno attivi presso l'area di cantiere esaminata.
- RUMCP: misure di controllo periodico, effettuate mensilmente presso ciascun punto di misura RUMC per tutta la durata dei cantieri, per la verifica del rumore emesso dall'attività di cantiere nella normale attività.

#### *Corso d'Opera*

| <b>Codice punto</b> | <b>Frequenza</b> | <b>DURATA</b> | <b>STRUMENTAZIONE</b> |
|---------------------|------------------|---------------|-----------------------|
| <b>RUMC 01</b>      | 1 VOLTA          | 1 giorno      | Fonometro             |
| <b>RUMC 02</b>      | 1 VOLTA          | 1 giorno      | Fonometro             |
| <b>RUMC 03</b>      | 1 VOLTA          | 1 giorno      | Fonometro             |
| <b>RUMC 04</b>      | 1 VOLTA          | 1 giorno      | Fonometro             |
| <b>RUMCP 01</b>     | Mensile          | 4x10 minuti   | Fonometro             |
| <b>RUMCP 02</b>     | Mensile          | 4x10 minuti   | Fonometro             |
| <b>RUMCP 03</b>     | Mensile          | 4x10 minuti   | Fonometro             |
| <b>RUMCP 04</b>     | Mensile          | 4x10 minuti   | Fonometro             |

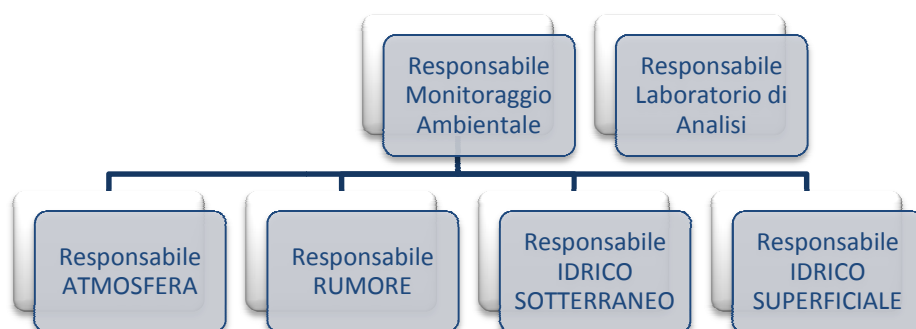
## 8 STRUTTURA ORGANIZZATIVA PREPOSTA AL MONITORAGGIO AMBIENTALE

In considerazione del numero e dell'articolazione delle attività di monitoraggio ambientale si ritiene opportuno descrivere il “funziogramma” previsto per lo svolgimento e la gestione di tutte le attività di monitoraggio e per l'intera durata dello stesso.

In questo funziogramma è chiaramente individuata la figura del Responsabile di Monitoraggio Ambientale (RMA) che, svolgendo anche il ruolo tecnico di coordinamento intersettoriale del PMA e del relativo sistema informativo dedicato alla gestione dei dati, costituisce l'interfaccia in materia ambientale nei confronti della Direzione Lavori e dell'Alta Sorveglianza.

Vengono poi descritti i requisiti tecnici ed i compiti dei Responsabili di settore (RS) e degli Assistenti di campo (AC), che, insieme al RMA gestiscono il MA. Si procederà analogamente per gli Operatori di campo (OC) il cui compito sarà quello di effettuare le misure in situ.

Nella figura seguente viene riportato l'organigramma del GMA.



Il RMA presiede e sovrintende a tutti i compiti del MA ed interagisce con gli RS che costituiranno, quindi, l'anello di connessione tra il ruolo decisionale del RMA ed il ruolo operativo degli AC, con cui gli RS si interfacciano direttamente.

### 8.1 Responsabile di Monitoraggio Ambientale

Il Responsabile di Monitoraggio Ambientale avrà i seguenti compiti e responsabilità:

- costituisce, per le attività previste dal PMA e per tutta la loro durata, l'interfaccia operativa della Direzione Lavori e l'Alta Sorveglianza.
- svolge il ruolo di coordinatore tecnico-operativo delle attività intersettoriali, assicurandone sia l'omogeneità che la rispondenza al PMA approvato;
- verifica che tutta la documentazione tecnica del monitoraggio ambientale, predisposta dagli specialisti di ciascuna componente e/o fattore ambientale, sia conforme con:

1. i requisiti indicati nel PMA;
  2. le istruzioni e le procedure tecniche previste nel PMA;
  3. gli standard di qualità ambientale da assicurare;
- propone alla Direzione la sostituzione di una metodica costruttiva con una meno impattante;
  - propone alla Direzione la sospensione di una lavorazione che produce effetti inaccettabili dal punto di vista dell'impatto sull'ambiente;
  - svolge azioni di richiamo di un'impresa costruttrice che non esegua le lavorazioni minimizzando gli impatti;
  - propone alla Direzione la sostituzione di una impresa che perduri in comportamenti inaccettabili dal punto di vista dell'impatto sull'ambiente.

Il Responsabile di Monitoraggio Ambientale, coadiuvato dai Responsabili di Settore (RS), avrà inoltre il compito di:

- predisporre e garantire il rispetto del programma temporale delle attività del PMA e degli eventuali aggiornamenti;
- avvisare la Direzione Lavori, l'Alta Sorveglianza e gli enti di controllo e le amministrazioni locali in relazione alle attività di monitoraggio programmate sul territorio di competenza;
- predisporre la procedura dei flussi informativi del MA, da concordare con la Direzione Lavori, l'Alta Sorveglianza e la Commissione Speciale VIA;
- coordinare gli esperti ed i tecnici addetti all'esecuzione delle indagini e dei rilievi in campo;
- coordinare le attività relative alle analisi di laboratorio;
- verificare, attraverso controlli periodici programmati, il corretto svolgimento delle attività di monitoraggio;
- predisporre gli aggiustamenti e le integrazioni necessarie ai monitoraggi previsti;
- assicurare il coordinamento tra gli specialisti settoriali, tutte le volte che le problematiche da affrontare coinvolgono diversi componenti e/o fattori ambientali;

- definire tutti i più opportuni interventi correttivi alle attività di monitoraggio e misure di salvaguardia, qualora se ne rilevasse la necessità, anche in riferimento al palesarsi di eventuali situazioni di criticità ambientale;
- interpretare e valutare i risultati delle campagne di misura;
- effettuare tutte le ulteriori elaborazioni necessarie alla leggibilità ed interpretazione dei risultati;
- avvisare gli Ac delle date previste per ciascuna misura, di eventuali spostamenti o di eventuali richieste di accesso ad aree private o di cantiere da parte degli Operatori di campo

## 8.2 Responsabili di settore

Come accennato il responsabile di settore si propone come figura di interconnessione fra il RMA e gli Ac. In particolare tale figura funge da referente, per la singola componente specifica di sua competenza, sull'andamento e la gestione del monitoraggio effettuato ed in fase di programmazione, e mantiene costantemente aggiornato in dettaglio il RMA, oltre che sull'effettuazione delle misure e sui risultati delle elaborazione dei dati, anche su eventuali situazioni di emergenza da risolvere e studiare concordemente con il RMA.

Inoltre il Rs valida le misure e le elaborazioni eseguite dai tecnici e propone una lettura critica dei dati dettata dalla sua competenza specifica sulla matrice ambientale e dalla conoscenza approfondita sia del progetto che della realtà territoriale in cui si inserisce.

Particolare importanza assume il Responsabile del Laboratorio di analisi che oltre alle competenze specifiche sopra indicate, garantisce che tutte le metodologie applicate per l'ottenimento delle risultanze analitiche siano ufficialmente riconosciute a livello nazionale ed internazionale e che tali metodiche siano, tramite formazione specifica dei tecnici afferenti al Laboratorio, aggiornate e quindi conformi a più recenti sviluppi normativi, tenendo sempre in forte considerazione, la costante evoluzione dello scenario normativo nazionale (D. Lgs. 155/2010, "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" così come modificato dal D. Lgs. 250/2012).

Il Responsabile di Laboratorio garantisce che tutte le attività di accettazione ed analisi dei campioni siano sostenute secondo catene di processo ben definite e riconosciute dai comuni protocolli di certificazione, sempre in riferimento alle metodiche esplicitate nella più recente normativa di riferimento ed, in particolare, ai sensi della norma UNI CEI EN ISO/IEC

17025:2005, certificazione in possesso del Laboratorio di analisi. Le tecniche analitiche saranno, pertanto, pienamente conformi alle norme di settore applicate e, in ogni caso, preventivamente concordate con gli enti predisposti al controllo (ARPAT, ISPRA).

### 8.3 Assistenti di campo

Gli Assistenti di campo avranno, invece, il compito di assistere e coordinare i tecnici che effettueranno le misure del MA ed effettuare i dovuti sopralluoghi nei cantieri durante la costruzione dell'opera. In questo modo potranno verificare sul campo le lavorazioni in essere e comunicarle al RMA ed agli Rs in modo da permettere loro una corretta valutazione dei risultati delle misure, oltre che comunicare tempestivamente eventuali variazioni nelle attività di cantiere a RMA in modo tale che RMA possa modificare il programma di misura e segnalare qualsiasi anomalia che possa comportare alterazioni nello stato di una componente ambientale.

### 8.4 Operatori di campo

Gli Operatori di campo avranno, genericamente, i seguenti compiti:

- effettuare insieme agli Ac i sopralluoghi preliminari per verificare le postazioni di misura
- comunicare al Rs la necessità di eventuali rilocalizzazioni di postazioni di misura e, nel caso quelle sostitutive non siano collocate presso un ricettore già censito, procedere all'aggiornamento del censimento
- su ordine del RMA effettuare le misure, scaricare i dati e renderli disponibili ai Rs e quindi:
- mantenere la strumentazione in perfetta efficienza e tarata a norma di legge

La struttura incaricata del monitoraggio ambientale dovrà fornire una prestazione caratterizzata da flessibilità e rapidità di intervento, comunque nel rispetto delle tempistiche indicate.

In relazione alle attività di campo da svolgere gli Oc dovranno rispondere a specifici requisiti professionali.

1. capacità di effettuazione di sopralluoghi in campo con utilizzo di strumentazione gps
2. capacità di ripresa con apparecchiatura fotografica e video
3. capacità di restituzione digitale di fotografie e filmati
4. ottima conoscenza delle tecniche di monitoraggio in campo (campionamento, conservazione e trasporto)

5. ottima conoscenza della strumentazione di misura e dei relativi software
6. capacità di installazione, manutenzione ordinaria ed analisi di malfunzionamenti della strumentazione di misura
7. comprensione e riconoscimento delle lavorazioni di cantiere
8. capacità di relazione con la popolazione
9. capacità di lettura dei dati e delle previsioni meteo
10. ove richiesto possedere i titoli professionali previsti (per esempio: tecnico competente in acustica per rumore, etc)