

PROPONENTE



# MASTER PLAN 2014-2029

## AEROPORTO AMERIGO VESPUCCI FIRENZE

### STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE



**sede di CARRARA**

Via Frassina, 21  
54033 CARRARA (MS)  
Tel. 0585.855624  
Fax 0585.855617

**sede di FIRENZE**

Via di Soffiano, 15  
50143 FIRENZE (FI)  
Tel. 055.7399056  
Fax 055.713444

RESPONSABILE PROGETTO E COORDINATORE TECNICO:  
**Ing. Lorenzo TENERANI**

NOME ELABORATO

Piano di Monitoraggio Ambientale - Relazione

CODICE ELABORATO

# SIA-PMA-REL-001

Codice elaborato				SIA-PMA-REL-001		Scala		
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato / Data
A	Emissione per VIA	F. Tamburini	Feb 2015	F. Tamburini	Feb 2015	L.Tenerani	Feb 2015	Adf - V. D'arienzo

## INDICE

1	PREMESSA	4
2	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	5
3	CRITERI METODOLOGICI PER LA REDAZIONE DEL PMA	9
3.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE	9
3.2	REQUISITI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE	9
3.3	CONTESTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO PER IL MONITORAGGIO	10
3.3.1	<i>Riferimenti normativi nazionali</i>	10
3.4	APPROCCIO METODOLOGICO	12
3.5	ESTENSIONE TEMPORALE DEL PMA	13
3.6	IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DI MONITORAGGIO	14
4	ATMOSFERA	15
4.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	15
4.1.1	<i>Normativa Comunitaria</i>	15
4.1.2	<i>Normativa Nazionale</i>	16
4.1.3	<i>Normativa Regionale</i>	18
4.2	DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	19
4.2.1	<i>Criteri di scelta e tipologie di misura</i>	19
4.2.1.1	<i>Misure tipo ATM - Rilievo della qualità dell'aria con mezzo mobile strumentato</i>	19
4.2.1.2	<i>Misure tipo POL- Rilievo della qualità dell'aria con gravimetrici</i>	21
4.2.2	<i>Parametri rilevati</i>	21
4.2.3	<i>Metodologia di rilevamento e campionamento</i>	22
4.2.3.1	<i>Inquinanti Gassosi</i>	22
4.2.3.2	<i>Parametri meteorologici per misurazioni di tipo ATM</i>	25
4.3	STRUMENTAZIONE DI MISURA	27
4.3.1	<i>Laboratorio mobile strumentato per misurazioni di tipo ATM</i>	27
4.3.2	<i>Campionatori gravimetrici di polveri per misurazioni di tipo ATM e POL</i>	37
4.3.3	<i>Stazione meteorologica per misurazioni di tipo ATM</i>	39
4.4	ESTENSIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO	40
4.5	RESTITUZIONE DEI DATI	42
4.5.1	<i>Relazione AO</i>	49
4.5.2	<i>Relazione CO</i>	50
4.5.3	<i>Relazione PO</i>	52
5	ACQUE SUPERFICIALI	54
5.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	54
5.1.1	<i>Normativa comunitaria</i>	54
5.1.2	<i>Normativa nazionale</i>	54
5.1.3	<i>Normativa regionale</i>	54
5.2	DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	55
5.2.1	<i>Criteri di scelta e tipologie di misura</i>	55

5.2.1.1	<i>Caratterizzazione idrologico – idraulica dell’area vasta</i>	55
5.2.2	<i>Parametri di misura</i>	56
5.2.3	<i>Metodologia di rilevamento e campionamento</i>	57
5.3	<b>STRUMENTAZIONE DI MISURA</b>	57
5.3.1	<i>Determinazione dei parametri idrologici ed in situ</i>	57
5.3.2	<i>Determinazione dei parametri chimici e microbiologici</i>	58
5.3.2.1	<i>Etichettatura dei contenitori</i>	58
5.4	<b>ESTENSIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO</b>	59
	<i>Ante Operam</i>	60
	<i>Corso d’Opera</i>	60
	<i>Post Operam</i>	60
5.5	<b>RESTITUZIONE DEI DATI</b>	61
5.5.1	<i>Relazione ante operam</i>	63
5.5.2	<i>Relazione corso d’opera</i>	64
5.5.3	<i>Relazione Post Operam</i>	66
6	<b>RUMORE</b>	67
6.1	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	67
6.1.1	<i>Normativa comunitaria</i>	67
6.1.2	<i>Normativa nazionale</i>	68
6.1.3	<i>Normativa regionale</i>	69
6.2	<b>DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO</b>	69
6.2.1	<i>Criteri di scelta e tipologie di misura</i>	69
6.2.2	<i>Parametri rilevati</i>	69
6.2.3	<i>Metodologia di rilevamento</i>	71
6.3	<b>ESTENSIONE TEMPORALE DI MONITORAGGIO</b>	73
6.4	<b>RESTITUZIONE DEI DATI</b>	74
6.4.1	<i>Restituzione dati del monitoraggio Ante Operam</i>	76
6.4.2	<i>Restituzione dati del monitoraggio in Corso d’Opera</i>	76
6.4.3	<i>Restituzione dati del monitoraggio in Post Operam</i>	76
7	<b>VIBRAZIONI</b>	77
7.1	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	77
7.1.1	<i>Norme tecniche di riferimento</i>	77
7.1.2	<i>Disturbo alle attività umane</i>	78
7.1.3	<i>Limiti per vibrazioni di livello costante</i>	81
7.1.4	<i>Limiti per vibrazioni di livello non costante</i>	81
7.1.5	<i>Limiti per vibrazioni impulsive</i>	82
7.1.6	<i>Effetti sugli edifici</i>	83
7.2	<b>DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO</b>	84
7.3	<b>PARAMETRI RILEVATI</b>	85
7.3.1	<i>Definizioni</i>	85
7.3.2	<i>Indicatori da rilevare</i>	86

7.4	<b>METODOLOGIA DI RILEVAMENTO</b>	87
7.4.1	<i>Scelta delle grandezze da misurare</i>	87
7.4.2	<i>Posizionamento della strumentazione per le misurazioni ai ricettori</i>	87
7.4.3	<i>Condizioni meteorologiche per l'esecuzione delle misurazioni ai ricettori</i>	88
7.5	<b>TIPOLOGIA DI MISURAZIONI</b>	88
7.6	<b>STRUMENTAZIONE DI MISURA</b>	88
7.6.1	<i>Tipologia di strumentazione</i>	88
7.6.2	<i>Requisiti tecnici degli strumenti</i>	88
7.6.3	<i>Taratura e calibrazioni</i>	89
7.7	<b>ESTENSIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO</b>	89
7.8	<b>DURATA, PERIODICITÀ E PROGRAMMA DELLE MISURE</b>	90
7.9	<b>RESTITUZIONE DEI DATI</b>	90
7.9.1	<i>Restituzione dati del monitoraggio Ante Operam</i>	98
7.9.2	<i>Restituzione dati del monitoraggio in Corso d'Opera</i>	98
7.9.3	<i>Restituzione dati del monitoraggio in Post Operam</i>	98
8	<b>CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	99
8.1	<b>QUADRO NORMATIVO</b>	99
8.2	<b>PROCEDURE DI MISURA E SCELTA DELLE GRANDEZZE DA MISURARE</b>	99
8.3	<b>ESTENSIONE TEMPORALE DI MONITORAGGIO</b>	102
8.4	<b>RESTITUZIONE DEI DATI</b>	102
9	<b>COMPONENTI BIOTICHE</b>	103
9.1	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	103
9.1.1	<i>Normativa Comunitaria</i>	103
9.1.2	<i>Normativa Nazionale</i>	103
9.1.3	<i>Criteri di scelta dei punti di monitoraggio ambientale</i>	104
9.2	<b>PARAMETRI OGGETTO DI MONITORAGGIO E TIPOLOGIA DI MISURAZIONI</b>	104
9.2.1	<i>Frequenza del rilievo di monitoraggio</i>	105
9.3	<b>RESTITUZIONE DEI DATI</b>	105
9.3.1	<i>Relazione corso d'opera e post operam</i>	105

## 1 PREMESSA

Il presente documento costituisce la Relazione Generale del Piano di Monitoraggio Ambientale in merito al progetto relativo agli interventi strutturali e funzionali necessari allo sviluppo e all'ammodernamento dell'intero sistema aeroportuale di Firenze, redatto in conformità alle indicazioni tecniche di cui alle *Linee guida per la predisposizione del progetto di monitoraggio ambientale (PMA) delle opere soggette a valutazione di impatto ambientale – indirizzi metodologici generali* predisposte dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del Mare – direzione per le valutazioni di impatto ambientali (documento 18 Dicembre 2013) e delle precedenti *Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale delle opere di cui alla Legge Obiettivo (legge 21.12.2001, n.443)* predisposte dalla Commissione speciale VIA.

In base ai principali orientamenti tecnico scientifici e normativi comunitari ed alle vigenti norme nazionali il monitoraggio ambientale rappresenta l'insieme delle azioni che consentono di verificare gli effetti/impatti ambientali significativi generati dall'opera di progetto nelle sue fasi di attuazione.

Ai sensi dell'art. 28 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. il Monitoraggio ambientale rappresenta, per tutte le opere soggette a VIA (incluse quelle strategiche ai sensi della L. 443/2001), lo strumento che fornisce la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle varie fasi di attuazione dell'opera e che consente ai soggetti responsabili di individuare i segnali necessari per attivare preventivamente e tempestivamente eventuali azioni correttive qualora le “risposte” ambientali non siano rispondenti alle previsioni effettuate nel processo di VIA.

La presente relazione generale del PMA indica gli obiettivi, i requisiti ed i criteri metodologici decisi per il Monitoraggio Ante Operam (AO), il Monitoraggio in Corso d'Opera (CO) e il Monitoraggio Post Operam o in esercizio (PO), tenendo conto della realtà territoriale ed ambientale in cui il progetto dell'opera si inserisce e dei potenziali impatti che esso determina sia in termini positivi che negativi.

Per ciascuna componente/fattore ambientale, oggetto del monitoraggio ambientale, vi sarà un'apposito capitolo contenente principalmente:

- le aree di indagine nell'ambito delle quali programmare le attività di monitoraggio e, nell'ambito di queste, le stazioni/punti di monitoraggio in corrispondenza dei quali effettuare i campionamenti (rilevazioni, misure, ecc.);
- i parametri analitici descrittivi dello stato quali-quantitativo della componente/fattore ambientale attraverso i quali controllare l'evoluzione nello spazio e nel tempo delle sue caratteristiche, la coerenza con le previsioni e valutazioni di impatto effettuate, l'efficacia delle misure di mitigazione adottate;
- le tecniche di campionamento, misura ed analisi e la relativa strumentazione;
- la frequenza dei campionamenti e durata complessiva dei monitoraggi nelle diverse fasi temporali;
- le metodologie di controllo di qualità, validazione, analisi ed elaborazione dei dati del monitoraggio per la valutazione delle variazioni nel tempo dei valori dei parametri analitici utilizzati;
- le eventuali azioni da intraprendere in relazione all'insorgenza di condizioni anomale o critiche inattese rispetto ai valori di riferimento assunti.

## 2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La nuova pista di volo, associata alla scelta di realizzare un nuovo Terminal in prossimità di quello esistente, determinerà un impianto dell'infrastruttura aeroportuale completamente rinnovato ed ampliato, definirà la posizione delle infrastrutture di supporto (Piazzali aeromobili e raccordi) e di servizio all'attività aeroportuale (Av. Generale – Terminal Merci – Aeroclub - VV.FF.- Mezzi di Rampa, ecc.), così come la sua massima capacità operativa determinerà l'offerta di traffico ed il dimensionamento dell'intera infrastruttura aeroportuale, definendone i limiti.

Tali limiti, massima capacità all'orizzonte 2029, possono essere riassunti in 4.500.000 di passeggeri/anno e 48.500 movimenti/anno.

Il nuovo piano definisce i caratteri generali del futuro assetto aeroportuale, le principali opere che lo compongono e le fasi della loro attuazione, attraverso tre principali orizzonti temporali, a partire dal 2014 – anno propedeutico all'avvio del piano stesso, fine 2017 – anno di entrata in esercizio della nuova pista, 2023 – anno di ultimazione di gran parte dei nuovi piazzali e dei raccordi e di parte delle infrastrutture di servizio, 2029 – anno di completa attuazione del piano.

Le principali categorie d'intervento progettuale che caratterizzano il nuovo Master Plan sono riassunte in:

- riconfigurazione del terminal passeggeri, per consentire di soddisfare i necessari livelli di servizio fino all'entrata in esercizio del nuovo Terminal (al 2017 nella configurazione minima), con l'adeguamento e parziale demolizione e ricostruzione del terminal esistente, della viabilità antistante e dei parcheggi di pertinenza;
- acquisizione di una nuova area di sedime per circa 145 ha;
- dismissione di parte dell'attuale area di sedime di circa 20 ha, da trasformare in area ecologico-ricreativa di pubblica fruizione e accessibilità, attrezzata per il tempo libero e lo svago, e da restituire al territorio e alla vita sociale cittadina;
- deviazione di un tratto del Fosso Reale con contestuale realizzazione di interventi di regimazione, laminazione e messa in sicurezza idraulica atti a migliorare le attuali condizioni di rischio idraulico della Piana, e attraversamento dell'autostrada con lieve modifica dell'attuale livelletta;
- realizzazione di un nuovo, più razionale e funzionale, sistema di regimazione e drenaggio delle “acque basse”, con contestuale realizzazione di un unico bacino di laminazione facilmente gestibile e di elevata capacità idraulica, nonché degli idonei sistemi di separazione delle acque di prima e seconda pioggia di dilavamento delle superfici impermeabili aeroportuali *air side* e di trattamento depurativo degli effluenti di prima pioggia;
- riconfigurazione dell'attuale viabilità e dello svincolo da e per Sesto Fiorentino;
- realizzazione di quattro diversi e significativi interventi di valorizzazione ecologica di aree attualmente caratterizzate da elementi di naturalità, oggetto ottimizzazione di tipo tecnico-progettuale e amministrativo tale da definirne un nuovo, organico e connesso assetto di tutela e salvaguardia all'interno di una rinnovata definizione delle connessioni ecologiche afferenti alla Rete Natura 2000 e al sistema regionale delle aree naturali protette;
- realizzazione di un diffuso ed importante intervento di ricomposizione paesaggistica e ambientale della porzione della Piana di Sesto Fiorentino compresa fra il futuro sedime aeroportuale e il limite urbanizzato della città, attraverso la definizione e la creazione di nuove aree a fruizione pubblica in cui garantire la stretta interconnessione fra ambiti naturali protetti, ambiti rurali identitari di forme storiche e residuali di agricoltura e disegno del territorio, aree di elevata naturalità con funzione di mitigazione degli impatti atmosferici generati dal progetto, aree attrezzate e collegate da un fitto sistema di percorsi ciclopedonali in grado anche di assicurare la continuità fra gli abitati di Firenze, Sesto Fiorentino e Campi Bisenzio;
- costruzione della nuova pista di volo unidirezionale, di lunghezza pari a 2.400 m, con orientamento 12/30 e delle vie di raccordo “Taxiway” ai piazzali esistenti;
- installazione dei sistemi visivi-luminosi per l'avvicinamento strumentale di precisione;

- ampliamento con risagomatura dei Piazzali Apron 200 e 300 (Piazzale Ovest);
- realizzazione del nuovo Piazzale Aeropax (piazzale Est);
- realizzazione della nuova aerostazione passeggeri, della viabilità di accesso e di accosto al terminal, dei parcheggi e dei marciapiedi;
- riconfigurazione della viabilità antistante il terminal esistente e dei parcheggi di pertinenza;
- realizzazione degli edifici di servizio, mezzi di rampa, logistica e uffici addetti;
- realizzazione in area Ovest del nuovo Terminal Aviazione Generale e nuovo Terminal Merci;
- realizzazione del nuovo hangar aeroclub e relativi uffici;
- ampliamento delle aree Deposito Carburanti;
- realizzazione della viabilità perimetrale interna al sedime e relativo fosso di guardia;
- realizzazione delle centrali e delle reti tecnologiche, con ottimizzazione ambientale dei sistemi di riscaldamento e raffrescamento dei locali conseguente alla prevista interconnessione funzionale ai sistemi di teleriscaldamento o altri sistemi di produzione di fluidi ed energia elettrica, afferenti al previsto e limitrofo termovalorizzatore, al quale sarà possibile interallacciarsi.

I tre periodi temporali di suddivisione degli interventi prevedono la realizzazione delle seguenti opere:

#### 2014- 2018

- ultimazione dell'ampliamento piazzale ovest;
- interventi di adeguamento del terminal esistente per soddisfare i livelli di servizio\_rapportati alle quote passeggeri previste fino all'entrata in esercizio del nuovo terminal;
- acquisizione delle aree per la definizione del nuovo sedime;
- bonifica da ordigni bellici delle aree d'intervento;
- realizzazione delle opere propedeutiche necessarie ad eliminare le interferenze tra la realizzazione della pista e le infrastrutture presenti sul territorio (deviazione del Fosso Reale e suoi interventi accessori, regimazione del sistema idraulico, modifica della viabilità e dello svincolo per Sesto Fiorentino, modifica ai tracciati delle reti tecnologiche interferenti con il nuovo assetto dello scalo);
- realizzazione degli interventi di compensazione naturalistica ed ecologica;
- realizzazione degli interventi di compensazione paesaggistico-ambientale;
- delocalizzazione del bacino di laminazione a servizio dell'università (opera interferente), recupero e risagomatura di quello esistente, asservito alla regimentazione delle acque di sedime;
- realizzazione della nuova pista di volo;
- realizzazione di quota parte dei raccordi tra la pista e i piazzali;
- ampliamento e risagomatura dei piazzali "area ovest";
- realizzazione della recinzione della nuova area *air side*, di quota parte della viabilità di servizio, della "Bilanciamento" dei VV.FF, delle centrali tecnologiche e delle reti necessarie alla messa in esercizio della nuova pista;
- realizzazione del nuovo terminal cargo merci;
- realizzazione della nuova Aerostazione Passeggeri e della porzione di piazzale aeromobili antistante (Piazzale est);

#### 2019- 2023

- ultimazione del nuovo Terminal Passeggeri e della porzione di piazzale aeromobili antistante;
- realizzazione del nuovo terminal Aviazione Generale;
- realizzazione nuovo hangar ed uffici Aeroclub;

- realizzazione dell'officina mezzi;
- dismissione delle infrastrutture dell'area logistica adiacente il piazzale est lungo Via del Termine e demolizione dei manufatti (edifici, piazzali pertinenziali, viabilità e parcheggi);
- completamento dei raccordi tra la pista ed i piazzali;
- demolizione della vecchia pista di volo e dei raccordi;
- opere di completamento, sistemazioni aree verdi e rinaturalizzazione delle aree dismesse da cedere al parco di circa 20 ha;
- realizzazione di parte delle strutture di servizio (mezzi di rampa e logistica), viabilità esterna e parcheggi;
- ampliamento dei depositi carburanti;
- realizzazione delle centrali tecnologiche e delle reti tecnologiche necessarie a soddisfare le esigenze delle nuove strutture.

### 2024-2029

- realizzazione della nuova caserma dei Vigili del Fuoco e demolizione di quella esistente;
- demolizione dell'attuale Terminal Passeggeri, esclusi i padiglioni appena realizzati che saranno riconvertiti ad altre funzioni (Uffici direzionali, uffici operatori ed attività correlate a basso carico antropico) e della palazzina DA;
- completamento dei piazzali di sosta aeromobili con demolizione e rifacimento dell'attuale Piazzale EST;
- completamento delle strutture di servizio (catering, magazzini), viabilità esterna e parcheggi;
- realizzazione della struttura ricettiva (albergo) antistante l'aerostazione (in subconcessione);
- completamento delle infrastrutture a rete e tecnologiche, (centrali tecnologiche e reti impiantistiche).

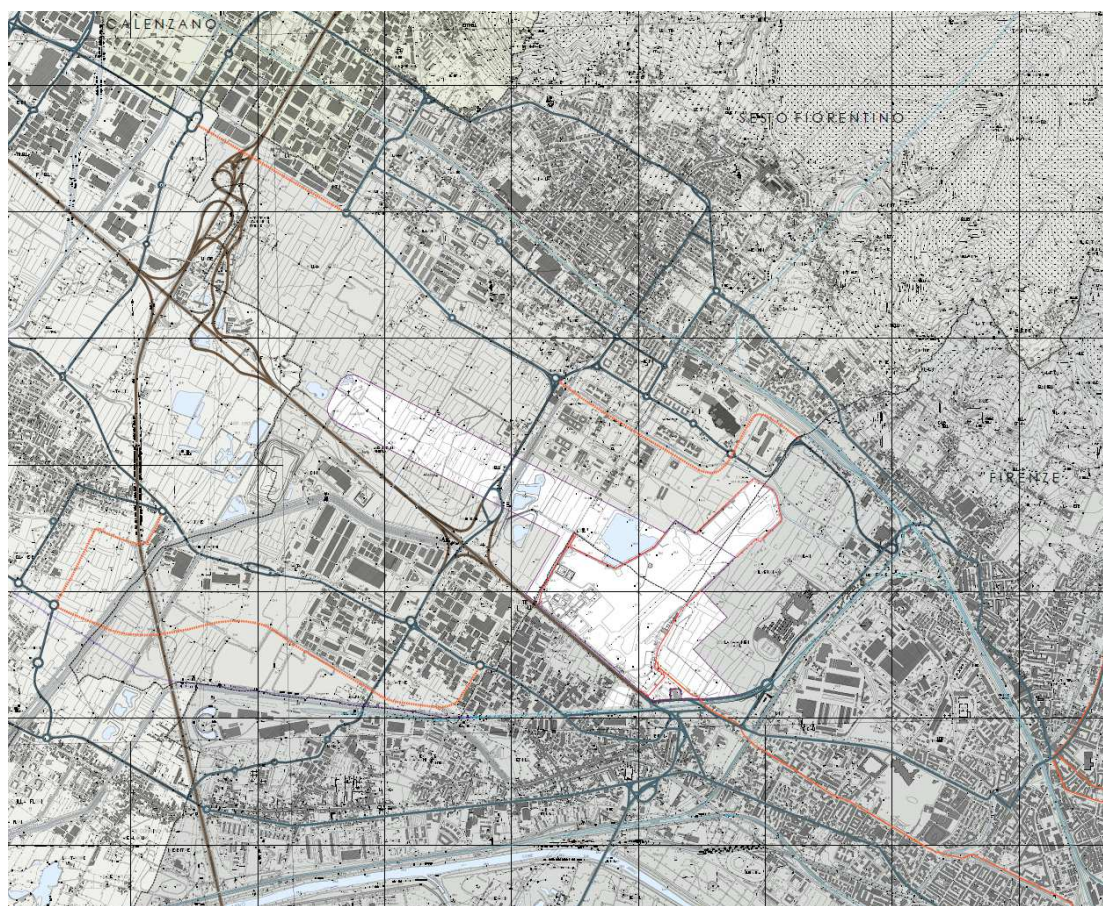


Figura 1. Inquadramento corografico dell'areale di intervento





Figura 2. Aerofoto dell'areale di intervento  
(il perimetro viola indica l'attuale sedime aeroportuale, quello blu il sedime aeroportuale previsto dal Master Plan)

### 3 CRITERI METODOLOGICI PER LA REDAZIONE DEL PMA

#### 3.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

In termini generali, il monitoraggio ambientale è volto ad affrontare in maniera approfondita e sistematica, la prevenzione, l'individuazione ed il controllo dei possibili effetti negativi prodotti sull'ambiente, dall'esercizio dell'opera in progetto e dalla sua realizzazione.

Lo scopo principale è quello di esaminare il grado di compatibilità dell'opera stessa, intercettando, sia gli eventuali impatti negativi e le cause per adottare opportune misure di riorentamento, sia gli effetti positivi segnalando azioni meritevoli di ulteriore impulso.

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 nel SIA 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 delle misure di mitigazione previste per ridurre l'entità degli impatti ambientali significativi individuati in fase di cantiere;
- garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di costruzione e di esercizio dell'opera;
- rilevare tempestivamente emergenze ambientali impreviste per potere intervenire con adeguati provvedimenti;
- definire, con il Sistema di Gestione Ambientale metodiche e tempistiche di lavorazione tali da minimizzare l'impatto sull'ambiente;
- attraverso i risultati messi a disposizione dal MA, di correlare eventuali impatti alle singole lavorazioni permettendo al sistema di gestione ambientale una più precisa azione correttiva;
- Comunicare gli esiti delle attività di cui ai punti precedenti ai diversi enti di controllo competenti.

#### 3.2 REQUISITI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Gli indirizzi metodologici e i contenuti specifici del PMA in esame sono stati impostati in conformità ai contenuti e alle finalità primarie delle citate Linee Guida del Ministero dell'Ambiente (Dicembre 2013). In relazione al monitoraggio della componente atmosfera si è, inoltre, preso a riferimento quanto riportato all'interno del documento "Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Atmosfera (Capitolo 6.1) – Rev.1" del 16 giugno 2014 elaborato da Ministero dell'Ambiente e ISPRA.

Il PMA ha per oggetto la programmazione del monitoraggio delle componenti/fattori ambientali per i quali sono stati individuati impatti ambientali potenzialmente significativi generati dall'attuazione del progetto dell'opera in esame. Ciò nella consapevolezza, esplicitata dal Ministero stesso, che "il PMA deve essere commisurato alla significatività degli impatti ambientali previsti (estensione dell'area geografica interessata, caratteristiche di sensibilità/criticità; ordine di grandezza qualitativo e quantitativo, probabilità, durata, frequenza, reversibilità, complessità) e conseguentemente le specifiche modalità di attuazione del MA dovranno essere adeguatamente proporzionate in termini di estensione delle aree di indagine, numero dei punti/stazioni di monitoraggio, parametri, frequenza e durata dei campionamenti, ecc."

Il presente PMA prevede, inoltre, un'adeguata struttura organizzativa preposta alla gestione ed attuazione del Monitoraggio. Le diverse figure professionali coinvolte faranno direttamente capo al Responsabile Ambientale, l'unico soggetto che, anche in relazione al Monitoraggio, avrà il ruolo sia di coordinamento tecnico-operativo delle diverse attività, sia di interfaccia con le autorità competenti preposte alla verifica e al controllo dell'attuazione del Monitoraggio Ambientale e dei suoi esiti.

Conseguentemente agli obiettivi da perseguire, il piano di monitoraggio ambientale 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 ed uso della strumentazione coerenti con la normativa vigente;
- Prevedere meccanismi di segnalazione tempestiva di eventuali insufficienze ed 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. Priorità sarà attribuita all’integrazione quali/quantitativa di reti di monitoraggio esistenti che consentano un’azione di controllo e duratura nel tempo;
- Definire la struttura organizzativa preposta all’effettuazione del MA.

### 3.3 CONTESTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO PER IL MONITORAGGIO

#### 3.3.1 Riferimenti normativi nazionali

Il DPCM 27.12.1988 recante “Norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale”, tutt’ora in vigore in virtù dell’art.34, comma 1 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., nelle more dell’emanazione di nuove norme tecniche, prevede che “...la definizione degli strumenti di gestione e di controllo e, ove necessario, le reti di monitoraggio ambientale, documentando la localizzazione dei punti di misura e i parametri ritenuti opportuni” costituisca parte integrante del Quadro di Riferimento Ambientale (Art. 5, lettera e).

Il D.Lgs.152/2006 e s.m.i. rafforza la finalità del monitoraggio ambientale attribuendo ad esso la valenza di vera e propria fase del processo di VIA che si attua successivamente all’informazione sulla decisione (art.19, comma 1, lettera h).

Il monitoraggio ambientale è individuato nella Parte Seconda del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., (art.22, lettera e); punto 5-bis dell’Allegato VII) come “descrizione delle misure previste per il monitoraggio” facente parte dei contenuti dello Studio di Impatto Ambientale ed è quindi documentato dal proponente nell’ambito delle analisi e delle valutazioni contenute nello stesso SIA.

Il monitoraggio è infine parte integrante del provvedimento di VIA (art.28 D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.) che “contiene ogni opportuna indicazione per la progettazione e lo svolgimento delle attività di controllo e monitoraggio degli impatti”. In analogia alla VAS, il processo di VIA non si conclude quindi con la decisione dell’autorità competente ma prosegue con il monitoraggio ambientale per il quale il citato art.28 individua le seguenti finalità:

- controllo degli impatti ambientali significativi provocati dalle opere approvate;

- corrispondenza alle prescrizioni espresse sulla compatibilità ambientale dell'opera;
- individuazione tempestiva degli impatti negativi imprevisi per consentire all'autorità competente di adottare le opportune misure correttive che, nel caso di impatti negativi ulteriori e diversi, ovvero di entità significativamente superiore rispetto a quelli previsti e valutati nel provvedimento di valutazione dell'impatto ambientale, possono comportare, a titolo cautelativo, la modifica del provvedimento rilasciato o la sospensione dei lavori o delle attività autorizzate;
- informazione al pubblico sulle modalità di svolgimento del monitoraggio, sui risultati e sulle eventuali misure correttive adottate, attraverso i siti web dell'autorità competente e delle agenzie interessate.

Il D.Lgs.163/2006 e s.m.i. regola la VIA per le opere strategiche e di preminente interesse nazionale (Legge Obiettivo 443/2001) e definisce per i diversi livelli di progettazione (preliminare, definitiva, esecutiva) i contenuti specifici del monitoraggio ambientale.

Ai sensi dell'Allegato XXI (Sezione II) al D.Lgs.163/2006 e s.m.i.:

- il Progetto di Monitoraggio Ambientale costituisce parte integrante del progetto definitivo (art.8, comma 2, lettera g);
- la relazione generale del progetto definitivo “...riferisce in merito ai criteri in base ai quali si è operato per la redazione del progetto di monitoraggio ambientale con particolare riferimento per ciascun componente impattata e con la motivazione per l'eventuale esclusione di taluna di esse” (art. 9, comma 2, lettera i);
- sono definiti i criteri per la redazione del PMA per le opere soggette a VIA in sede statale, e comunque ove richiesto (art.10, comma 3):
  - il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) deve illustrare i contenuti, i criteri, le metodologie, l'organizzazione e le risorse che saranno impiegate successivamente per attuare il piano di monitoraggio ambientale (PMA), definito come l'insieme dei controlli da effettuare attraverso la rilevazione e misurazione nel tempo di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le componenti ambientali impattate dalla realizzazione e/o dall'esercizio delle opere;
  - il progetto di monitoraggio ambientale dovrà uniformarsi ai disposti del citato D.M. 1° aprile 2004 del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio; in particolare dovranno essere adottati le tecnologie ed i sistemi innovativi ivi previsti. Secondo quanto stabilito dalle linee guida nella redazione del PMA si devono seguire le seguenti fasi progettuali:
    - analisi del documento di riferimento e pianificazione delle attività di progettazione;
    - definizione del quadro informativo esistente;
    - identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici;
    - scelta delle componenti ambientali;
    - scelta delle aree da monitorare;
    - strutturazione delle informazioni;
    - programmazione delle attività.

Per consentire una più efficace attuazione di quanto previsto dalla disciplina di VIA delle opere strategiche e considerata la rilevanza territoriale ed ambientale delle stesse, l'allora "Commissione Speciale VIA" ha predisposto nel 2003, e successivamente aggiornato nel 2007, le "Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al D.Lgs. 163/2006" che rappresentano un utile documento di riferimento tecnico per la predisposizione del PMA da parte dei proponenti e per consentire alla Commissione stessa di assolvere con maggiore efficacia ai propri compiti (art.185 del D.Lgs.163/2006 e s.m.i.).

### 3.4 APPROCCIO METODOLOGICO

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

- *Analisi del progetto;*
- *Individuazione dei principali aspetti ambientali;*
- *Fase ricognitiva dei dati preesistenti:* l'analisi dei dati preesistenti e il censimento dei ricettori ha permesso di caratterizzare l'ambito territoriale interessato dal progetto di monitoraggio svolto;
- *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 nel SIA;
- *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 delle potenzialità di interferenza con le specifiche componenti ambientali in esame.
- *Configurazione della struttura di gestione dei dati:* la quantità e complessità dei dati da gestire necessitano di un sistema di sintesi dei dati (grafiche e numeriche) che semplifichino la caratterizzazione e la valutazione dello stato ambientale AO, CO e PO.
- *Programmazione delle attività:* la complessità dell'opera in 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 ed indicare le possibili soluzioni.

### 3.5 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.

#### 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 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.

L'estensione temporale delle tre fasi di monitoraggio sarà rispettivamente:

- AO: per ogni componente ambientale monitorata sarà specificatamente dettagliata la durata di tale fase;
- CO: la durata del Corso d'Opera è stata desunta dal cronoprogramma dei lavori, individuando le fasi maggiormente impattanti in relazione alla tipologia di interventi da realizzare; precisamente la durata temporale sarà corrispondente alla Fase 0, Fase 1 e Fase 2 relativa ai lavori dell'Area Nuova Pista e corrispondente alla Fase 0, Fase 1 a, Fase 1b e Fase 2 relativa ai lavori dell'Area terminal. Queste fasi sono temporalmente coincidenti, e hanno un'estensione temporale complessiva di circa 2 anni e mezzo;
- PO: per ogni componente ambientale monitorata sarà specificatamente dettagliata la durata di tale fase.

### 3.6 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 per la realizzazione dell'opera in progetto.

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.

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 ambientale. 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.

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.

A seguito delle valutazioni ed analisi degli impatti contenuti nel SIA, si propone, pertanto, il monitoraggio delle seguenti componenti ambientali:

- Atmosfera;
- Acque Superficiali;
- Rumore;
- Vibrazioni;
- Campi elettromagnetici;
- Componenti biotiche.

Di seguito 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

Il presente capitolo definisce gli obiettivi e i criteri metodologici generali del Piano di monitoraggio ambientale relativo alla componente 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 dieci 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 da processi industriali e dalle attività di combustione (biossido di zolfo, composti dell'azoto, monossido di carbonio e polveri totale sospese)- alle sostanze che in area urbana sono emesse principalmente dal traffico (benzene e polveri fini) e agli inquinanti di origine secondaria come ozono e particolato.

L'obiettivo del monitoraggio di questa componente è quello di valutare la qualità dell'aria verificando gli eventuali incrementi nel livello di concentrazione delle polveri e degli inquinanti aerodiospersi derivanti dalla fase di cantiere e di esercizio e le eventuali conseguenze sull'ambiente.

Nel seguito, saranno descritte le metodologie e le considerazioni che sono alla base del PMA al fine di fornire le indicazioni necessarie per una corretta esecuzione delle operazioni di misura, restituzione dati e organizzazione degli stessi.

### 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, pertanto, 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 2008/50/CE – Concernente la qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.
- Direttiva CEE/CEE/CE n° 107 del 15/12/2004, concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente.
- Direttiva della Comunità Europea N. 03 del 12/02/2002, Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio del 12 febbraio 2002 relativa all'ozono nell'aria.
- Direttiva 2000/69/CE del 16 novembre 2000, concernente i valori limite per il benzene ed il monossido di carbonio nell'aria ambiente.
- Direttiva 1999/30/CE del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo.
- Direttiva 96/62/CE del 27 settembre 1996 in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.



- Direttiva 85/203/CEE del 7 marzo 1985 concernente le norme di qualità atmosferica per il biossido di azoto.
- Direttiva 84/360/CEE del 28 giugno 1984 concernente la lotta contro l'inquinamento atmosferico provocato dagli impianti industriali.
- Direttiva 82/884/CEE del 3 dicembre 1982 concernente un valore limite per il piombo contenuto nell'atmosfera.
- Direttiva 80/779/CEE del 15 luglio 1980 relativa ai valori limite e ai valori guida di qualità dell'aria per l'anidride solforosa e le particelle in sospensione.

#### 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

<i>PERIODO di MEDIAZIONE</i>	<i>Valore limite</i>
<b><i>Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)</i></b>	
1 ora	350 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 24 volte per anno civile)
1 giorno	125 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 3 volte per anno civile)
<b><i>Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)</i></b>	
1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 18 volte per anno civile)
Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>
<b><i>Benzene</i></b>	
Anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>
<b><i>Monossido di carbonio (CO)</i></b>	
Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>
<b><i>Ozono (O<sub>3</sub>)</i></b>	
Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore
<b><i>Piombo (Pb)</i></b>	
Anno civile	0,5 µg/m <sup>3</sup>
<b><i>PM<sub>10</sub></i></b>	
1 giorno	50 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 35 volte per anno civile)
Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>
<b><i>PM<sub>2,5</sub></i></b>	
<b>FASE 1</b>	
Anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>
<b>FASE 2</b>	
Anno civile	Valore limite da stabilire con successivo decreto ai sensi dell'art.22, comma 6, tenuto conto del valore indicativo di 20 µg/m <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>PERIODO di MEDIAZIONE</i>	<i>Valore limite</i>
<i>Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)</i>	
Livello critico annuale	20 µg/m <sup>3</sup>
Livello critico invernale	20 µg/m <sup>3</sup>
<i>Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)</i>	
Livello critico annuale	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>FINALITA'</i>	<i>PERIODO di MEDIAZIONE</i>	<i>Soglia</i>
Informazione	1 ora	180 µg/m <sup>3</sup>
Allarme	1 ora	240 µg/m <sup>3</sup>

#### 4.1.3 Normativa Regionale

- L.R. 9 del 11/02/2010 – Norme per la Tutela della qualità dell'aria ;
- D.G.R n.1025 del 6/12/2010 – Zonizzazione e classificazione del territorio regionale ai sensi della L.R. 9/2010 e del D.Lgs. 155/2010 ed individuazione della rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria;
- D.G.R. n.561 del 7 Luglio 2011 è stato dato avvio al procedimento per la formazione del Piano Regionale qualità dell'aria (PQRA) .

## 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 per la realizzazione dell’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 ed all’esercizio dell’opera di progetto sono riconducibili principalmente alle seguenti tipologie:

- diffusione e sollevamento di polveri legate alla movimentazione di materiale o al transito di mezzi d’opera su piste di cantiere (fase di corso d’opera);
- diffusione di inquinanti aerodispersi emessi dai mezzi d’opera (fase di corso d’opera);
- diffusione e sollevamento di polveri ed emissione di inquinanti aerodispersi causati da movimenti degli aeromobili e dai movimenti veicolari da traffico di origine aeroportuale (fase di post operam).

Il presente PMA si pone quindi come obiettivo il monitoraggio ed il controllo sia degli impatti diretti che quelli indiretti con metodiche, durate e frequenze necessariamente differenti in virtù della significativa differenza che contraddistingue dette tipologie di impatto.

Nello specifico, 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, quasi esclusivamente alle interferenze che i cantieri stessi determinano con le “normali” condizioni del deflusso veicolare urbano.

In definitiva nell’ambito dello studio di impatto ambientale – Quadro di riferimento Ambientale, si è provveduto alla valutazione con modellistica dell’impatto atmosferico generato dagli interventi di Master Plan 2014-2029, suddivisi nelle due fasi di attuazione corrispondenti alla fase di cantiere e a quella di esercizio.

Per ciascuna fase si sono verificati i principali impatti e in relazione ad essi e ai loro presumibili effetti viene predisposto il presente programma di monitoraggio.

#### 4.2.1.1 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, il dato strumentale da effettuare sui dati.

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

Parametro	Campion.	Unità di misura	Dato strumentale	Campionamento e determinazione
CO	1h	mg/m <sup>3</sup>	Media su 8 ore / Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)
O <sub>3</sub>	1h	µg/m <sup>3</sup>	Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)
NO <sub>x</sub> , NO, NO <sub>2</sub>	1h	µg/m <sup>3</sup>	Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)

Benzene	1h	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)
PM <sub>10</sub>	24h	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media su 24 h	Gravimetrico (skypost o sim.)
PM <sub>2,5</sub>	1 h	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)
SO <sub>2</sub>	1 h	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)

Da quanto sopra, si evince che i parametri CO, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e benzene verranno rilevati in continuo con apposita strumentazione certificata, installata su laboratorio mobile e restituiti come valore medio orario (o come media mobile su 8 ore laddove richiesto dalla normativa).

Il parametro PM<sub>10</sub> verrà acquisito mediante campionamento gravimetrico su filtro e restituiti come valore medio giornaliero. Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria saranno rilevati su base oraria i parametri meteorologici riportati in tabella:

**Tabella 5: parametri meteorologici di monitoraggio**

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



#### 4.2.1.2 Misure tipo POL- Rilievo della qualità dell'aria con gravimetrici



La tipologia di misurazione POL si riferisce al monitoraggio del materiale particolato e prevede il solo rilevamento di PM<sub>10</sub> prodotto dalle attività/lavorazioni in atto durante la fase di cantiere. Le misurazioni delle polveri saranno effettuate mediante campionatori gravimetrici sequenziali, in conformità al metodo UNI EN 12341:2014.

#### 4.2.2 Parametri rilevati

Riassumendo, 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'opera 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:

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

Per quanto riguarda il particolato:

- o polveri sottili (PM<sub>10</sub>),
- o polveri sottili (PM<sub>2,5</sub>)

Per i dati meteorologici:

- o direzione e velocità del vento,
- o temperatura,
- o umidità,

- pressione atmosferica,
- radiazione netta e globale,
- pioggia.

## 4.2.3 Metodologia di rilevamento e campionamento

### 4.2.3.1 Inquinanti Gassosi

#### 4.2.3.1.1 Ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub>)

Il riferimento normativo è il D. Lgs. 250/2012 (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 (O<sub>3</sub>), che da luogo alla formazione di una molecola di biossido di azoto allo stato eccitato, la quale, riportandosi allo stato fondamentale, emette una radiazione luminosa caratteristica (fenomeno della chemiluminescenza). Le reazioni che si verificano durante il processo sono le seguenti:

- $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2^* + \text{O}_2$
- $\text{NO}_2^* \rightarrow \text{NO}_2 + h\nu$

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:

- $3\text{NO}_2 + \text{Mo} \rightarrow 3\text{NO} + \text{MoO}_3$

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

Per la misura degli ossidi di azoto totali (NO<sub>x</sub>), il gas campione viene fatto passare attraverso il convertitore posto prima della camera di reazione; in questo modo il biossido si trasforma in monossido di azoto. La misura del biossido di azoto viene ottenuta come differenza tra la misura degli ossidi di azoto totali (NO<sub>x</sub>), 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.

#### 4.2.3.1.2 Biossido di zolfo

In base al D. Lgs. 250/2012 (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.

#### 4.2.3.1.3 Benzene

In base al D. Lgs. 250/2012 (Allegato VI “Metodi di riferimento” par. A.6) il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione è descritto nella norma UNI EN 14662:2005, parti 1, 2, 3, “Qualità dell’aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione del benzene”. Tale metodo permette di monitorare la concentrazione del benzene in continuo in modo da fornire, a seconda di quanto richiesto da normativa, dati relativi alle medie orarie o giornaliere anche in tempo reale.

La determinazione delle concentrazioni di benzene in aria-ambiente è basata sulla tecnica gascromatografica. Il campione (volume variabile da 18.5 a 185 ml pre-concentrazione dei composti aromatici), viene aspirato attraverso la trappola di arricchimento a temperatura ambiente. I composti di interesse analitico vengono adsorbiti sulla trappola. Segue l’analisi gascromatografica, in cui l’introduzione del campione viene effettuata con due colonne in serie. Quando il benzene entra nella colonna analitica, la precolonna viene esclusa e lavata in contro corrente per eluire allo scarico i componenti più pesanti.

Dalla colonna analitica, gli aromatici BTX vengono eluiti nel rilevatore PID collegato all’uscita della colonna analitica. Il gas di trasporto (azoto) fluisce attraverso la camera di ionizzazione da una lampada UV che emette fotoni ad una definita energia. La presenza di un componente separato dalla colonna cromatografica, avente potenziale di ionizzazione inferiore o uguale all’energia dei fotoni emessi dalla lampada, dà luogo al processo di ionizzazione che genera una corrente ionica proporzionale alla concentrazione del componente ricercato. Il sistema per essere pronto al ciclo successivo, esegue dopo la fase di adsorbimento, un riscaldamento fino a 180°C della trappola di arricchimento per consentirne la purificazione, poi viene raffreddata a temperatura ambiente.

#### 4.2.3.1.4 Il monossido di carbonio (CO)

Il D. Lgs. 250/2012 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 particolare 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 particolare sospeso si elimina per filtrazione dell’aria.

Gli idrocarburi interferiscono a concentrazioni superiori a 50 ppm come carbonio; sali sostanze, con l’eccezione del metano, possono essere eliminate per mezzo di una trappola raffreddata con biossido di carbonio solido. Alcuni tipi di spettrofotometri IR non dispersivi per la misura del monossido di carbonio sono dotati di dispositivi atti a eliminare le interferenze dell’umidità e del biossido di carbonio.

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

Il rilevatore misura differenze quantitative nella radiazione emergente dalla cella di misura rispetto a quella emergente dalla cella di riferimento contenente un gas che non assorbe radiazioni IR. Per il controllo e la regolazione dello zero è necessario inviare nell’analizzatore aria pura e agire sull’apposito regolatore fino ad ottenere il segnale di zero. Per il controllo e la regolazione della taratura si invia nell’analizzatore un’atmosfera campione contenente una concentrazione di monossido di carbonio tale da dare un segnale compreso tra il 50 e il 90% del fondo scala.



#### 4.2.3.1.5 Ozono (O<sub>3</sub>)

Il riferimento normativo è il D. Lgs. 250/2012 Nell' Allegato VI “Metodi di riferimento”, 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.

#### 4.2.3.1.6 Polveri

Il campionamento del materiale particolato (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>) sarà effettuato, in conformità con le indicazioni tecniche di cui al D. Lgs. 250/2012 e alla direttiva 2008/50/CE con metodo gravimetrico, ovvero con altro metodo certificato ai sensi dello stesso Decreto, come equivalente.

In particolare, si prevede:

- Per le Misurazione ATM
  - PM<sub>2,5</sub>: acquisizione in continuo;
  - PM<sub>10</sub>: campionamento gravimetrico.
- Per le Misurazione POL:
  - PM<sub>10</sub>: campionamento gravimetrico.

Il metodo di riferimento per il campionamento del particolato fine, 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 ed 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 (PM<sub>10</sub>) nell'aria atmosferica, su un periodo di 24 ore, senza distruggere il materiale campionato.

Nella direttiva CE 99/30 Allegato IX, la quale rimanda alla norma EN 12341 – “Qualità dell’aria – Procedura di prova in campo per dimostrare l’equivalenza di riferimento dei metodi di campionamento per la frazione di 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: UNI EN 12341:2014 “Ambiente air – Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM<sub>10</sub> or PM<sub>2,5</sub> mass concentration of suspended particulate matter”.

Il principio del metodo consiste nell’aspirare l’aria ad un flusso costante attraverso un sistema di ingresso di geometria particolare, in cui il materiale particellare sospeso viene separato inerzialmente in frazioni dimensionali definite e raccolto su filtri, condizionati e pesati precedentemente. Le teste indicate nella norma EN 12341 sono teste di riferimento e quindi non richiedono certificazione da parte dei Laboratori Primari di Riferimento. Tale metodica UNI EN 12341:2014 sarà utilizzata per il campionamento gravimetrico del PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>.

Le postazioni di monitoraggio che prevedono l’applicazione del metodo gravimetrico per il campionamento delle polveri saranno 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. In tal caso, il valore delle polveri sarà 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.

#### 4.2.3.2 Parametri meteorologici per misurazioni di tipo ATM

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 6. Tempi di controllo della taratura degli strumenti.**

<i>STRUMENTO</i>	<i>TEMPO</i>
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 risoluzione e all'accuratezza.

**Tabella 7. Range di operatività degli strumenti.**

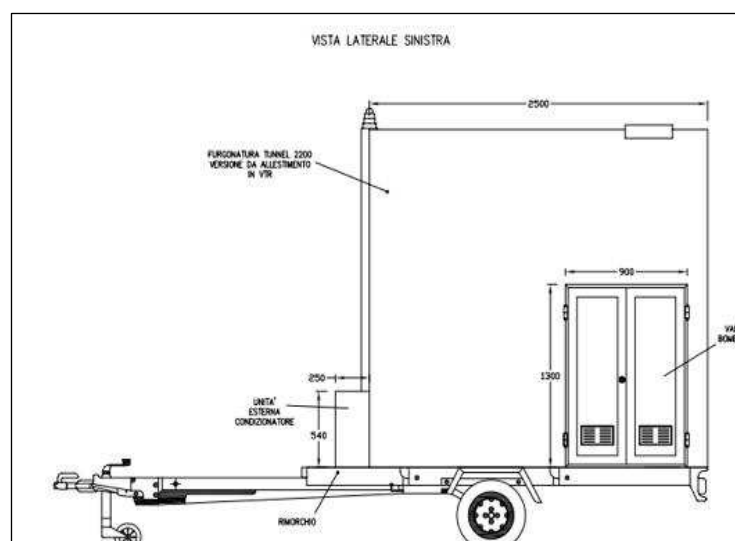
<i>PARAMETRO</i>	<i>UNITA' di MISURA</i>	<i>RANGE</i>	<i>RISOLUZIONE</i>	<i>ACCURATEZZA</i>
Direzione del vento	Gradi sessagesimali	0 - 360	10	±5%
Intensità del vento	m/s	0 - 75	0.5	±0.5 m/s per v<5 m/s ±10 m/s per v>5 m/s
Temperatura	°C	-60 - +60	0.1 k	±0.1 k
Pressione atmosferica	hPa	920 – 1080	0.1	±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

### 4.3 STRUMENTAZIONE DI MISURA

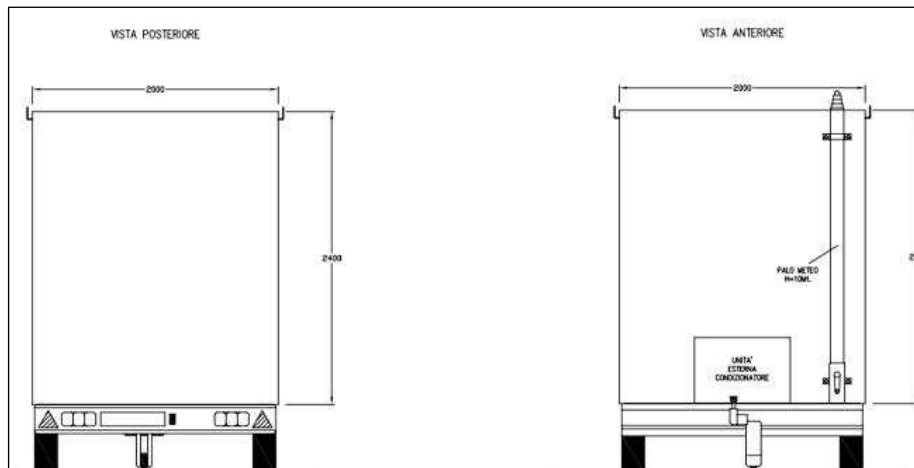
#### 4.3.1 Laboratorio mobile strumentato per misurazioni di tipo ATM

Al fine di descrivere la strumentazione necessaria alla realizzazione del monitoraggio ambientale con misurazioni di tipo ATM, si riporta di seguito un esempio di laboratorio mobile e di specifiche e caratteristiche tecniche degli strumenti di rilevazione.

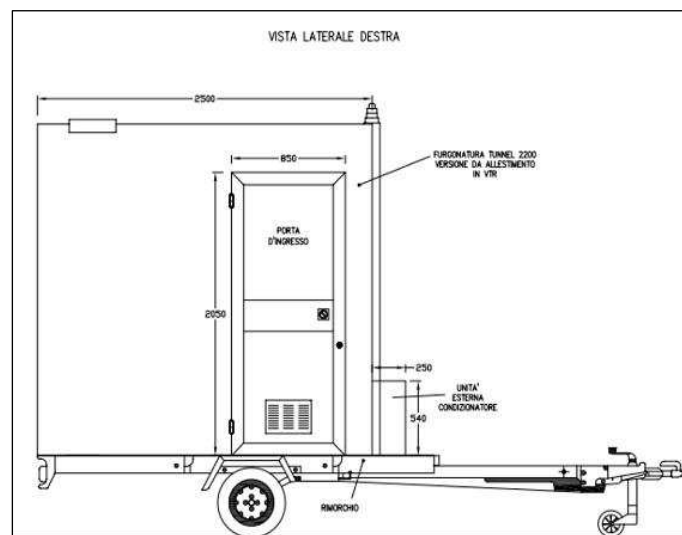
La configurazione di seguito riportata si riferisce espressamente alle misurazioni di tipo ATM, risultando nella fattispecie mobile, dotata di carrello trainabile, estremamente versatile per monitoraggi in aree di cantiere o in aree densamente urbanizzate e trafficate.



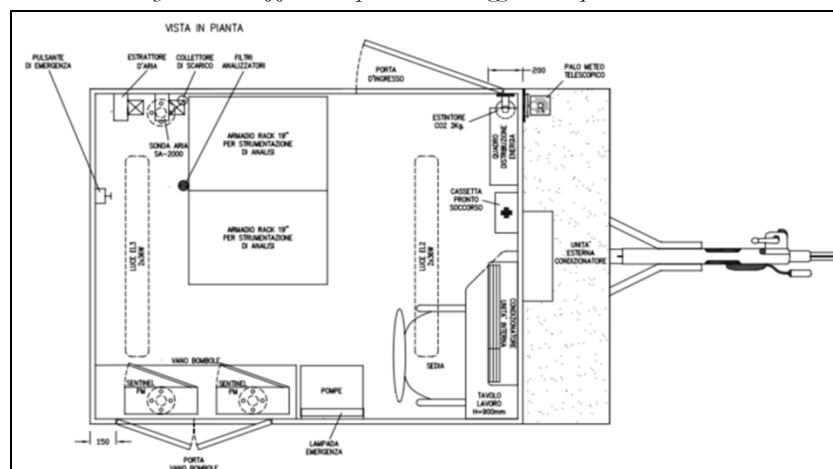
*Immagini d'esempio di mezzo mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria*



*Prospetti d'esempio di mezzo mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria.*



*Layout del mezzo mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria.*



*Planimetria con descrizione della strumentazione analitica del laboratorio automatico per il monitoraggio della qualità dell'aria*

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.

Di seguito si riportano le apparecchiature analitiche necessarie al monitoraggio in oggetto.

### 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 smi [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.



*Analizzatore del CO, mod. Thermo Electron 48i.*

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 < 1000 ppm ±2.5% del fondo scala > 1000 ppm
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

*Caratteristiche tecniche del Thermo Electron 48i.*

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.

### 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 smi [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' NO<sub>x</sub>. 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.



*Analizzatore degli ossidi di azoto, modello Thermo Electron 42i.*

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 (lxhxp)
Peso.	25 kg
Consumi	c.ca 300 W

*Caratteristiche tecniche del Thermo Electron 42i.*

### 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 smi UNI EN 14212:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di zolfo mediante fluorescenza ultravioletta".



*Analizzatore del biossido di zolfo, modello Thermo Electron 43i.*

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

*Caratteristiche tecniche del Thermo Electron 43i.*

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:

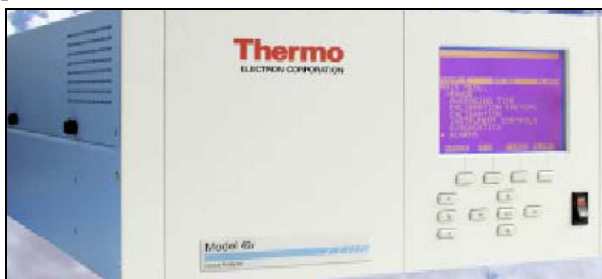
- Approvazione US-EPA;
- Certificazione TUV di qualità;
- Certificazione TUV di conformità alla EN 14212:2005.

### Analizzatore di Ozono (O<sub>3</sub>)

L’analizzatore di O<sub>3</sub>, 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 VI - Sezione A punto 8 del D.lgs 155 del 13/08/2010 e smi [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.



*Analizzatore di Ozono, modello Thermo Electron 49i.*

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/m <sup>3</sup> , ppb, µg/m <sup>3</sup> (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

*Caratteristiche tecniche Analizzatore di Ozono - Modello Thermo Electron 49i.*

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

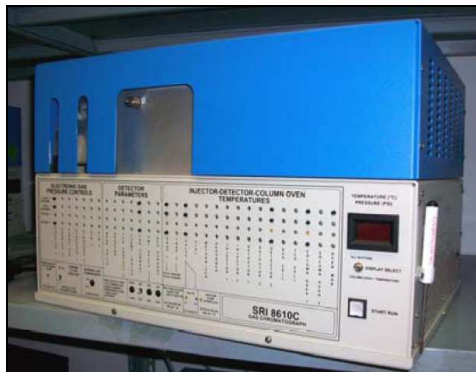
- CEI 64-8, CEI 16-2, CEI 16-3.

L'analizzatore è inoltre dotato delle seguenti approvazioni:

- Approvazione US-EPA;
- Certificazione TUV di conformità alla nuova norma europea EN 14625.

### Analizzatore di BTEX

Il gascromatografo proposto è il modello BTX2000. L'analizzatore, che installa un detector PID, è stato fatto testare e certificare dal CNR – Istituto Inquinamento Atmosferico, come macchina idonea alla determinazione dei BTX (Benzene, Toluene e Cilene) in atmosfera secondo quanto prescritto dal D.M. 159 del 25/11/94 e dall'attuale DM nr. 250/2012.



*Gascromatografo BTEX2000*

Lo strumento è certificato come conforme ai sensi della norma CEI EN 14662:2005 come previsto dall'attuale D. Lgs. 155 del 13/08/2010 Allegato VI Sezione A punto 6 e smi [UNI EN 14662:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di benzene].

Numero massimo di detector installabili nello stesso analizzatore:	4
<b>Caratteristiche minime del PC</b>	
Standard PC/Laptop con SO Windows® Xp	
Porta USB	
Serial Port RS232	
<b>Parametri analisi BTX con detector PID</b>	
Durata ciclo analisi	15-30 min
Durata campionamento:	21 min max.
Limite sensibilità per il benzene:	0,3 µg/m <sup>3</sup>
Campo di misura:	0 – 1000 µg/ m <sup>3</sup>
Colonna capillare metallica:	L=30m, specifica per analisi BTX
Carrier gas:	N <sub>2</sub>

CARATTERISTICHE TECNICHE	
Dimensioni:	49.5 x 36.8 x 31.8 cm
Peso:	30 Kg
Alimentazione:	220 VAC, 50 Hz
Consumi:	600 VA , max 1.5 Kw
<b>Forno per gascromatografia :</b>	
Dimensioni:	19.8 x 19.0 x 7.6 cm
Temperatura:	Ambiente - 400°C
Risoluzione:	0.01°C
Stabilità:	0.1°C
Possibilità di lavorare con rampe o isoterme di temperatura	
Controllo temperatura via software	
<b>Controllo carrier gas:</b>	
EPC (Electronic pressure -pneumatic- control)	0 - 80 psi
Pressione programmabile:	
<b>Detector Standard:</b>	
PID (Photo Ionization Detector):	lampada UV a 10.6 eV
Alimentazione lampada:	0.7 - 1.2 mA.
<b>Detector opzionali:</b>	
TCD (Termal Conductivity detector)	tutte le applicazioni
ECD (Electron Capture Detector )	alogeni
FID (Flame Ionization Detector )	composti organici
NPD (Nitrogen/Phosphorus Detector)	composti con N o P
FPD (Flame Photometric Detector )	composti con S o P
DELCD (Dry Electronic Conductivity Detector)	selettivo verso composti con alogeni
HID (Helium Ionization Detector )	tracce di gas

*Caratteristiche tecniche dell'analizzatore del benzene - modello BTEX2000*

### 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 PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>1</sub>, 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 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 nefelometrico 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

$$\text{SHARP}(t) = Nf_{1n} * (C14f_{\tau v} / Nf_{\tau v})$$

ove:

- $Nf_{1n}$  = Media temporale sul minuto delle misure fornite dal nefelometro ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ );
- $C14f_{\tau v}$  = Concentrazione dinamica derivata dall'attenuazione Beta ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ );

- $Nf_{tv}$  = Concentrazione dinamica derivata dal Nephelometro ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

in cui si vede come la misura di concentrazione in tempo reale fornita dallo strumento, denominata SHARP (t), ovvero l'uscita ibrida fornita dallo strumento, sia effettivamente ottenuta dalla misura istantanea continua fornita dal nefelometro  $Nf(t)$  "pesata" da un fattore correttivo che è il rapporto di medie dinamiche (su un periodo stabilito) delle concentrazioni fornite dal nephelometro e dalla misura mediante attenuazione beta.

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 24 h, 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  $\mu\text{Ci}$ ) 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 TÜV 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  $\text{PM}_{10}$  è quello descritto nella norma EN 12341 "Air quality - Determination of the  $\text{PM}_{10}$  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.

Lo strumento oltre ad essere certificato (TUV Report:936/21203481/A del 06/12/2006) per la misura dei  $\text{PM}_{10}$  secondo la normativa EN12341 recepita in Italia attraverso il D.M. 60 del 2 Aprile 2002 e D.lgs. 155/2010 dispone anche della certificazione europea emessa dallo stesso UBA (TUV-Report 936/21203481/B del 06/12/2006) per la misura dei  $\text{PM}_{2.5}$  in conformità alla normativa EN14907 recepita dal nostro paese sempre attraverso il nuovo D.Lgs. 250/2012.

CARATTERISTICHE TECNICHE	
Campi di misura:	Da 0 a 1,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e da 0 a 10,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Limite di rilevabilità:	$< 0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3 @ 2\sigma$ (risoluzione oraria)
Precisione oraria:	$\pm 2 \mu\text{g}/\text{m}^3 < 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $\pm 5 \mu\text{g}/\text{m}^3 > 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Risoluzione temporale della misura:	1 minuto (aggiornato ogni 4 secondi)
Precisione tra due analizzatori:	$\pm 0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2- $\sigma$ , 24 ore)
Deriva di Span:	0.02% giornaliero
Risoluzione Display:	0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (dati memorizzati e visualizzati a display)
Accuratezza:	$\pm 5\%$
Sorgenti:	Ottica: IRLED, 6 mW, 880 nm Beta: Carbon-14, $< 3.7 \text{ MBq}$ ( $< 100 \mu\text{Ci}$ ), 5700-anni per il dimezzamento
Detector:	Ottico: silicon/hybrid amplifier Beta: proportional counter ( $\alpha$ and $\beta$ )
Flusso operativo:	1 $\text{m}^3/\text{h}$ (16.67 lpm) measured across an internal sub-sonic orifice
Uscite seriali:	Due RS-232 (25-pin e 9-pin)
Uscite analogiche:	4-20mA o 0-10V ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (da selezionare all'ordine)
Temperatura di funzionamento:	$-30 \div 60 \text{ }^\circ\text{C}$ ( $-22 \div 140 \text{ }^\circ\text{F}$ ): Per non avere condensazione
Alimentazione elettrica:	100-240V, 50/60Hz, 330W max., 15W senza pompa o riscaldamento
Alimentazione pompa:	100-110/100-120V, 50/60Hz o 220/240V, 50/60Hz, 100W
Dimensioni analizzatore:	483mm(W) x311mm(H) x 330mm(D)
Dimensioni pompa:	210mm(W) x222mm(H) x 108mm(D)

*Caratteristiche tecniche dello SHARP 5030.*

### 4.3.2 Campionatori gravimetrici di polveri per misurazioni di tipo ATM e POL

Per l'esecuzione dei campionamenti di  $\text{PM}_{10}$  previsti per le misurazione di tipo ATM e POL saranno utilizzati campionatori sequenziali semiautomatici gravimetrici.

Il modulo campionatore, consente la raccolta automatica sequenziale del particolato atmosferico su membrane filtranti diam. 47 mm. Il modulo 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 il campionatore delle polveri facilmente trasportabile ed integrabile nelle cabine di monitoraggio. Ciascun campionatore sequenziale 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 laboratorio. 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 (pre-campionamento) 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 prelievamento 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, saranno svolte da laboratorio certificato che fornirà i filtri a membrana. Il livello medio giornaliero di particolato 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.



*Filtro bianco e filtro dopo il campionamento delle polveri mediante metodo gravimetrico.*

### 4.3.3 Stazione meteorologica per misurazioni di tipo ATM

Ogni stazione di monitoraggio della tipologia ATM sarà 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.

A tal proposito si farà uso della 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.



#### 4.4 ESTENSIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

Le fasi oggetto di monitoraggio per la componente atmosfera saranno:

- *Ante operam*, in modo da fornire il quadro sulla qualità dell'aria e sul meteoclima nell'area geografica interessata dai lavori in periodo antecedente all'avvio dei cantieri;
- *Corso d'Opera*, con lo scopo di consentire il controllo dell'evoluzione degli indicatori di qualità dell'aria e degli indicatori meteoclimatici influenzati dalle attività di cantiere e dalla movimentazione dei materiali.
- *Post Operam*, in modo da fornire il quadro sulla qualità dell'aria e sul meteoclima nell'area geografica interessata dai lavori in periodo successivo all'entrata in esercizio del nuovo aeroporto di Firenze.

Nello specifico la *fase di ante operam e post operam* avrà una durata tale da permettere l'esecuzione di campagne di monitoraggio nelle due stagioni meteoclimatiche significative. La durata del CO è circa due anni e mezzo, come specificatamente descritto al paragrafo 3.5.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa con i punti di monitoraggio posti in prossimità dei punti più critici:

Punto di misura	Parametri da misurare	Durata	Fasi di monitoraggio		
			AO	CO	PO
<b>ATM.01</b>	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> , NO, SO <sub>2</sub> , CO, O <sub>3</sub> , BTEX, meteo	<p><i>Fase AO</i>: 2 Campagne di monitoraggio da 14 gg con utilizzo di laboratorio mobile</p> <p><i>Fase CO</i>: Campagne da 14 gg con frequenza trimestrale con utilizzo di laboratorio mobile</p> <p><i>Fase PO</i>: 2 Campagne di monitoraggio da 14 gg con utilizzo di laboratorio mobile</p>	X	X	X
<b>ATM.02</b>	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> , NO, SO <sub>2</sub> , CO, O <sub>3</sub> , BTEX, meteo	Fase PO: 2 Campagne di monitoraggio da 14 gg nelle con utilizzo di			X

		laboratorio mobile			
<b>POL.01</b>	PM <sub>10</sub>	Campagne da 14 gg con frequenza trimestrale - campionatori gravimetrici		X	
<b>POL.02</b>	PM <sub>10</sub>	Campagne da 14 gg con frequenza trimestrale - campionatori gravimetrici		X	
<b>POL.03</b>	PM <sub>10</sub>	Campagne da 14 gg con frequenza trimestrale - campionatori gravimetrici		X	

L'ubicazione dei punti di monitoraggio è riportata nell'elaborato grafico allegato al presente documento.

#### 4.5 RESTITUZIONE DEI DATI

Nel corso del monitoraggio saranno rese disponibili le seguenti informazioni:

1. Scheda di misura;
2. Relazioni di fase in AO;
3. Relazioni di fase in CO;
4. Relazioni di fase in PO.

Di seguito si riporta il modello delle schede di misure :

Fase di monitoraggio:		Codice misura:		
Foto	CTR scala 1:10000			
LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA				
Località: Comune: Provincia: Regione: Distanza dal tracciato: pk:		Accesso al punto di misura:  Sorgenti esistenti:		
PARAMETRI MISURATI				
PARAMETRO	METODO DI MISURA	COORDINATE		CODICI CAMPIONI
<input type="checkbox"/> PM <sub>10</sub>		X:	Y:	
<input type="checkbox"/> PM <sub>2,5</sub>		X:	Y:	
<input type="checkbox"/> CO		X:	Y:	
<input type="checkbox"/> NO <sub>2</sub>		X:	Y:	
<input type="checkbox"/> O <sub>3</sub>		X:	Y:	
<input type="checkbox"/> BTEX		X:	Y:	
<input type="checkbox"/> SO <sub>2</sub>				
Stazione meteo di riferimento:				
SORGENTI INQUINANTI NON CONNESSE CON L'OPERA				
ATTIVITÀ DI COSTRUZIONE IN CORSO (FASE CORSO D'OPERA)				
NOTE				
Operatore:				



ANALISI CHIMICHE	
Foto	Foto

DATA gg/mm/aaaa	PM <sub>2,5</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	PM <sub>10</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	CO [mg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	O <sub>3</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	SO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]
1							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
n							
MEDIA							
MINIMO							
MASSIMO							

	NOTE



GRAFICO PM<sub>2,5</sub>

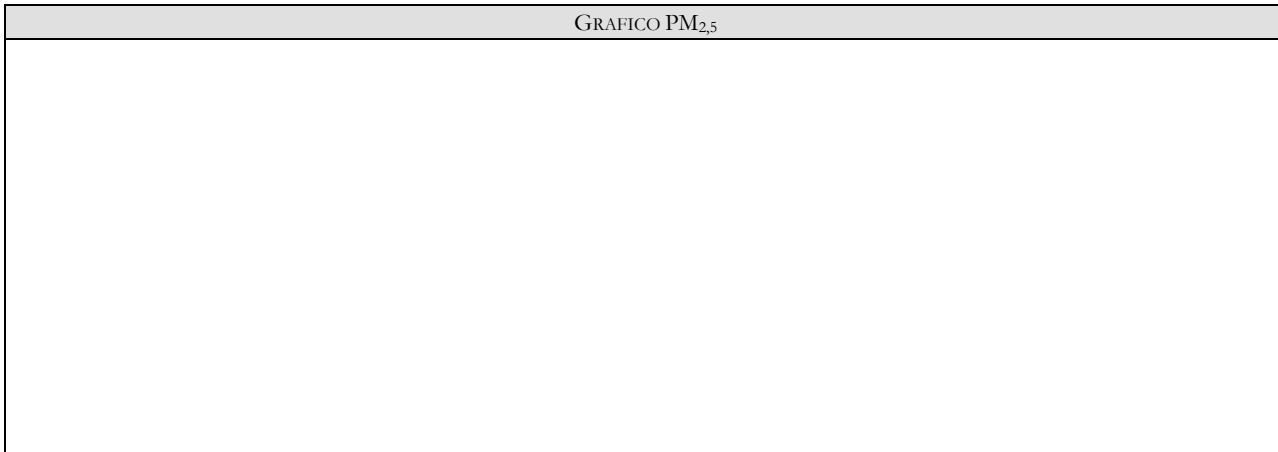


GRAFICO PM<sub>10</sub>

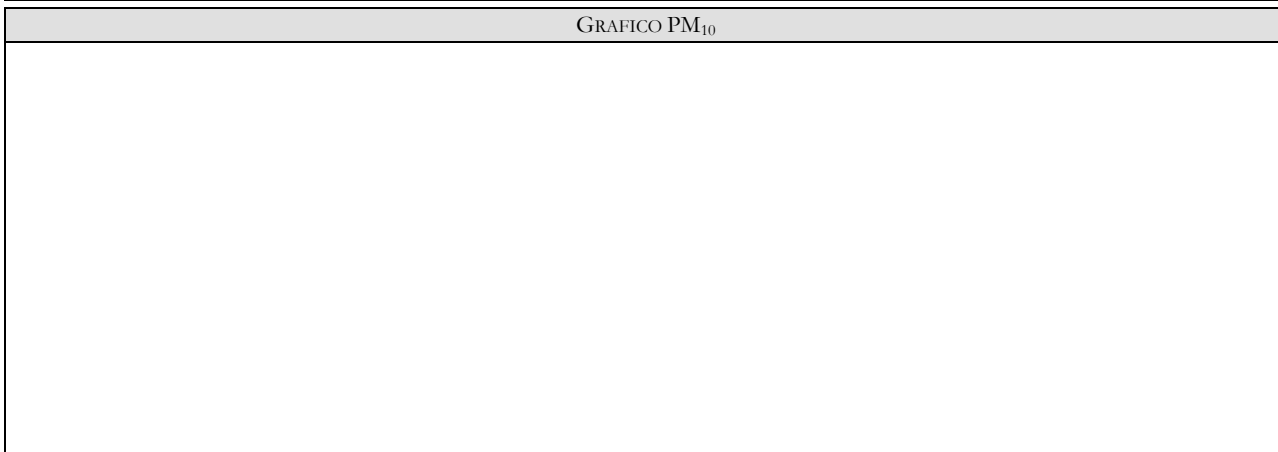


GRAFICO CO

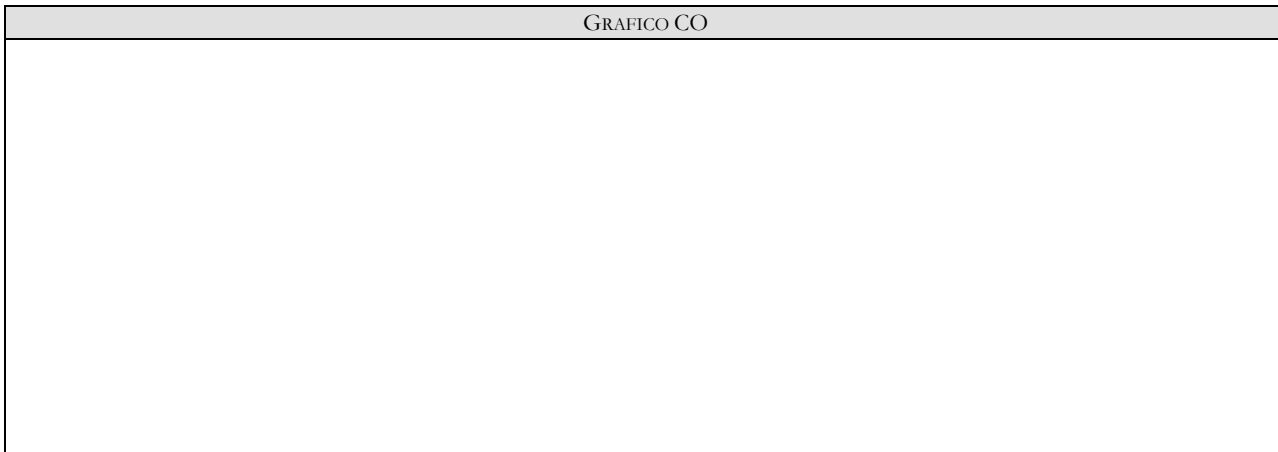




GRAFICO NO<sub>2</sub>

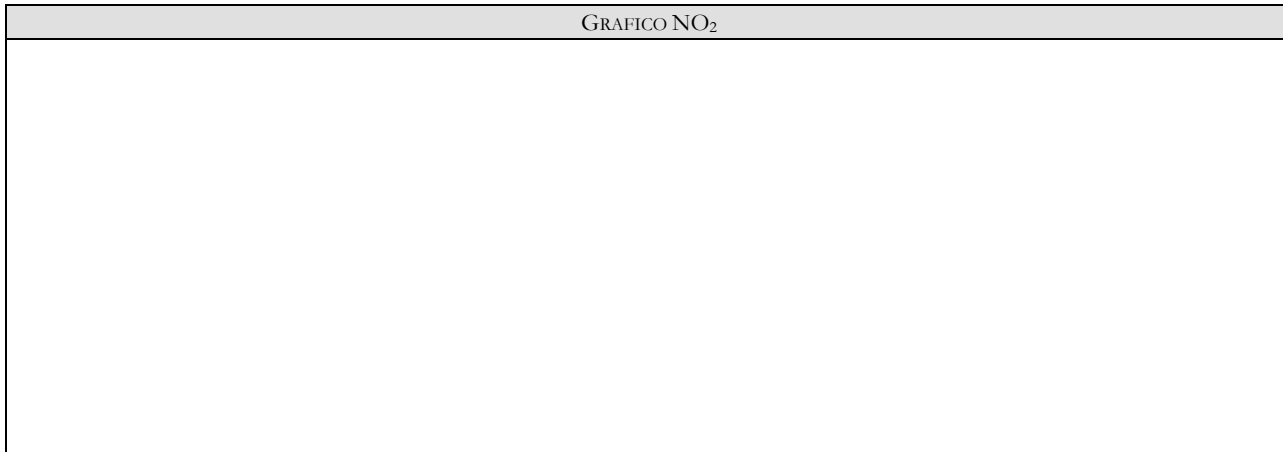


GRAFICO O<sub>3</sub>

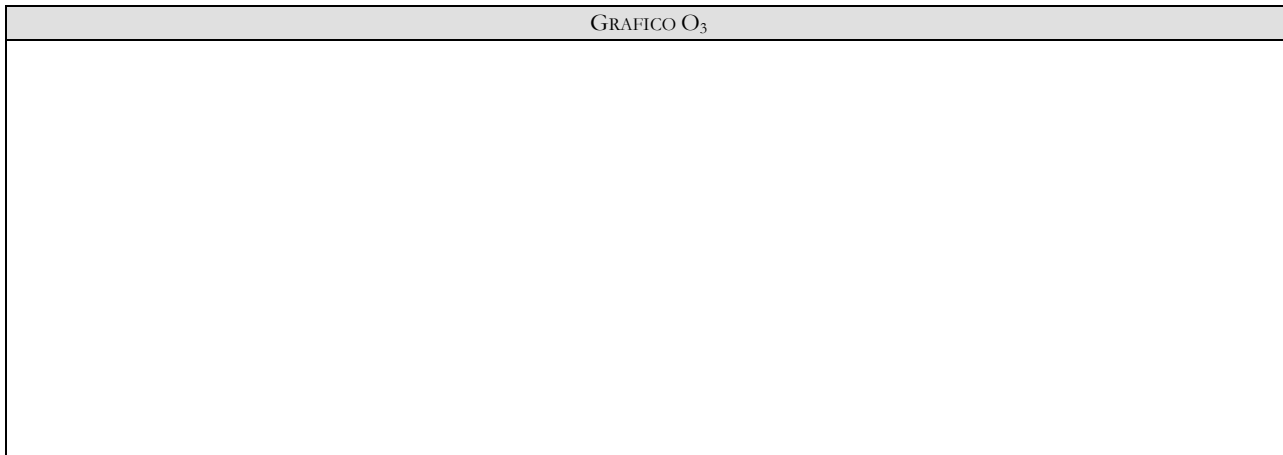


GRAFICO C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

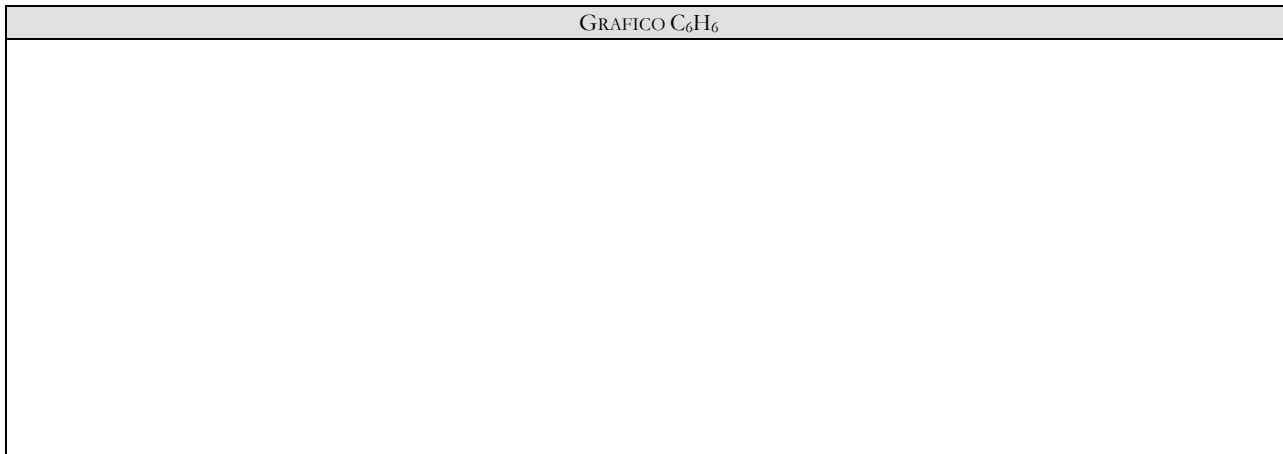
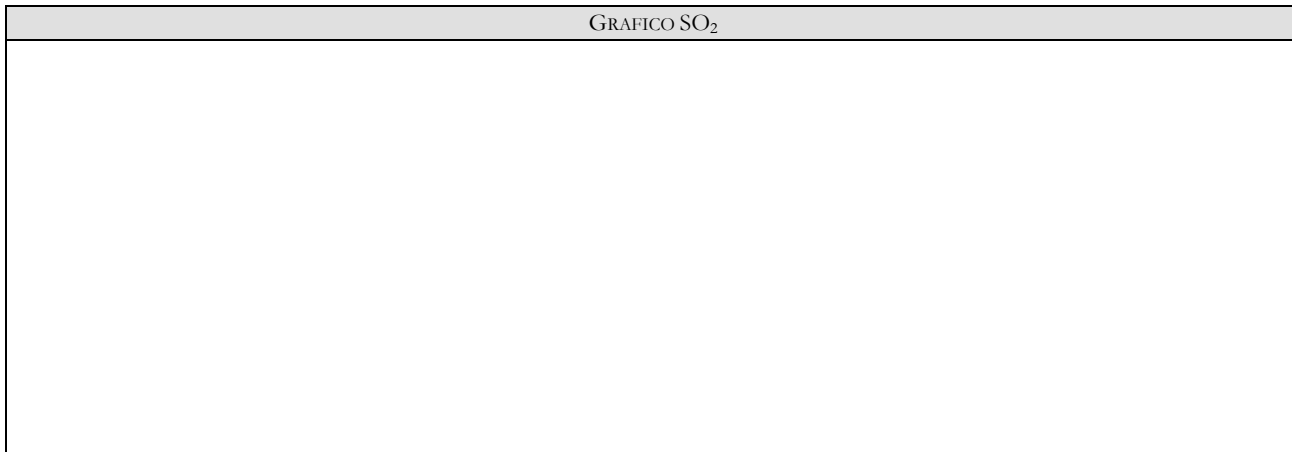


GRAFICO SO<sub>2</sub>





DATI METEOROLOGICI	
Foto	Foto

DATA gg/mm/aaaa	V v [m/s]	T. [°C]	Umidità [%]	Pressione [hPa]	Pioggia [mm]	R netta [W/m²]	R globale [W/m²]
1							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
...							
n							
MEDIA							
MINIMO							
MASSIMO							
DIREZIONE PREVALENTE DEL VENTO:							

NOTE

Operatore:
------------

GRAFICO VELOCITÀ VENTO



GRAFICO TEMPERATURA

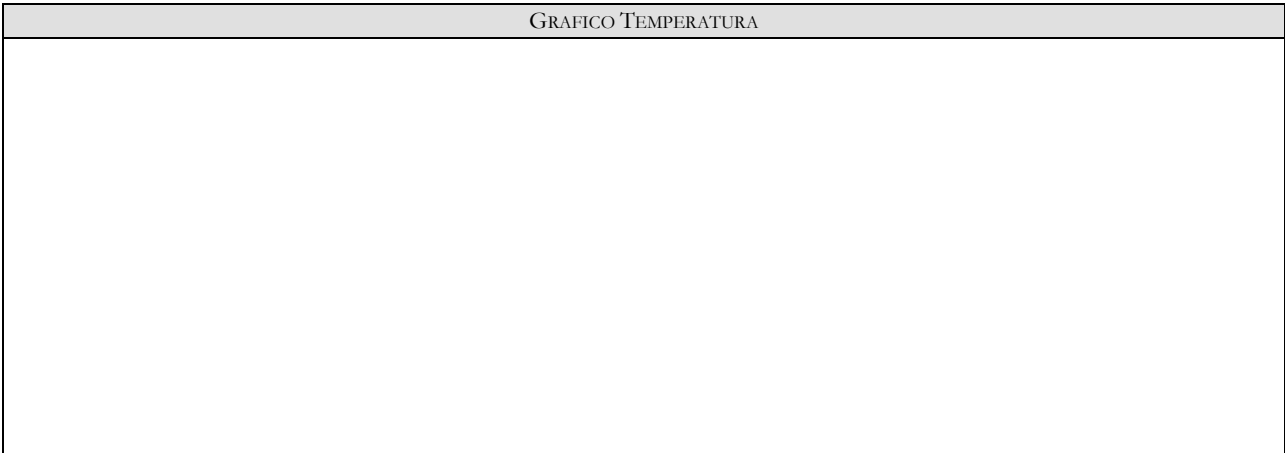


GRAFICO UMIDITÀ

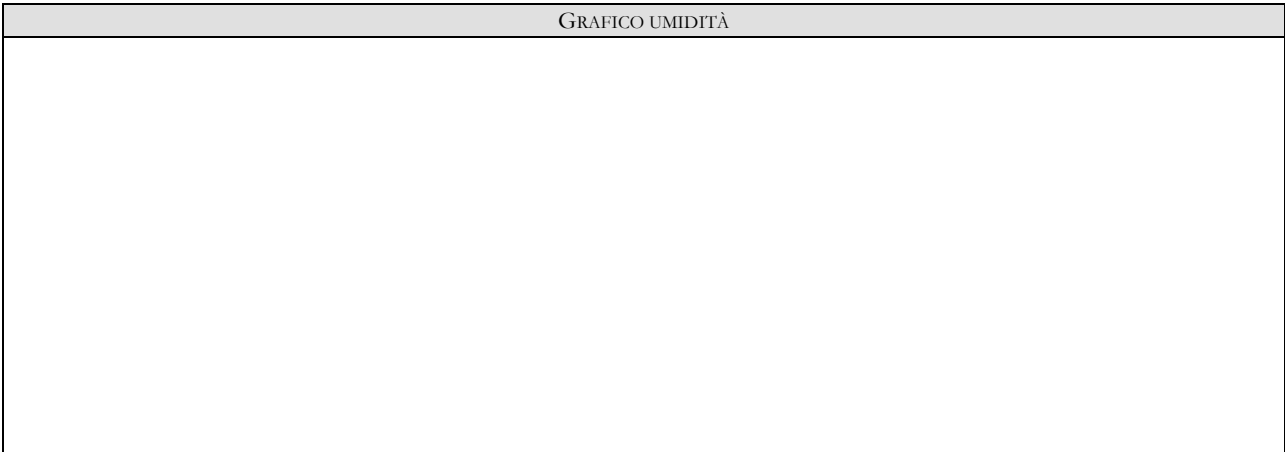




GRAFICO PRESSIONE

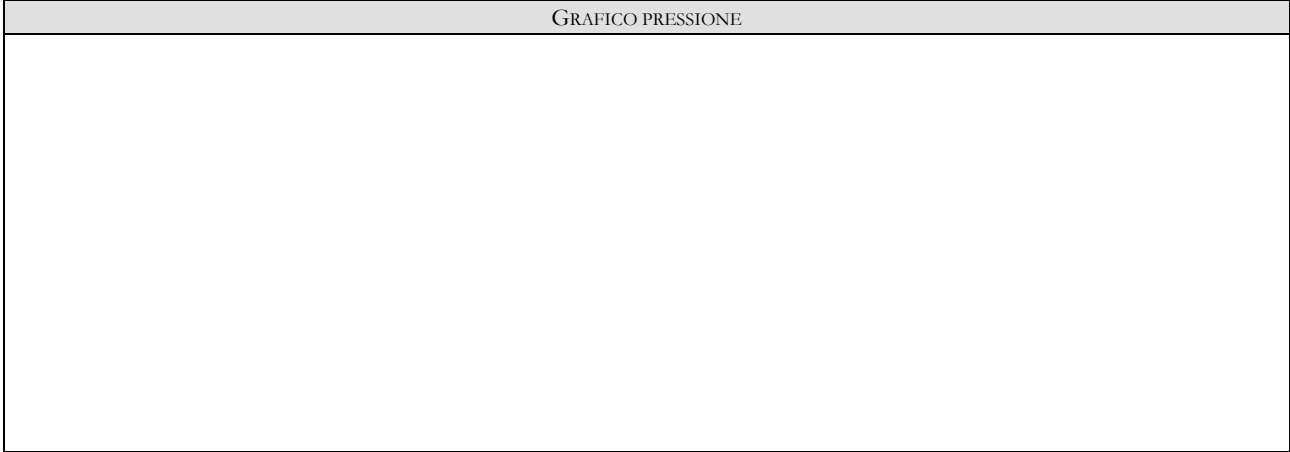


GRAFICO PIOGGIA

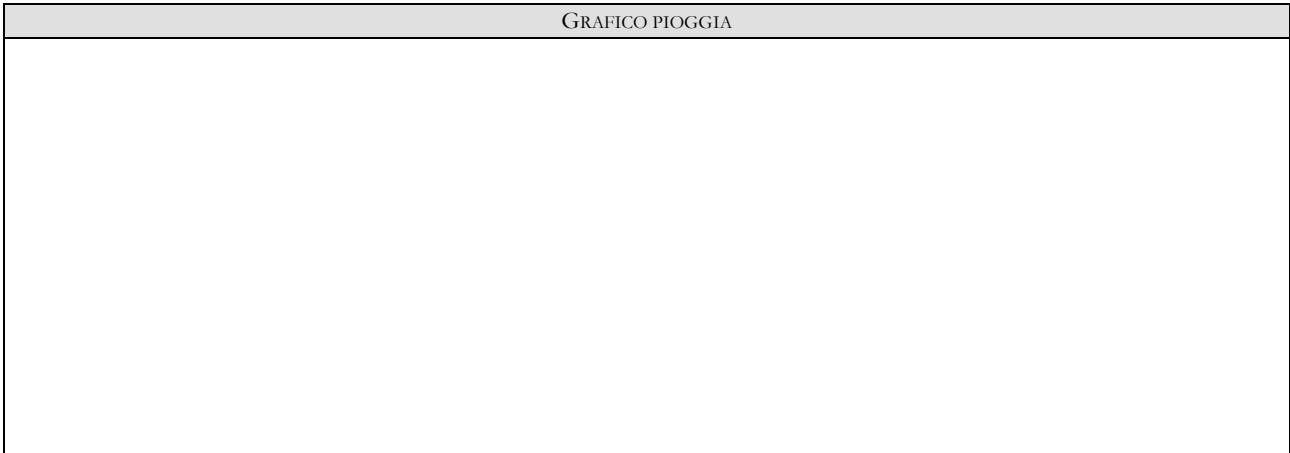
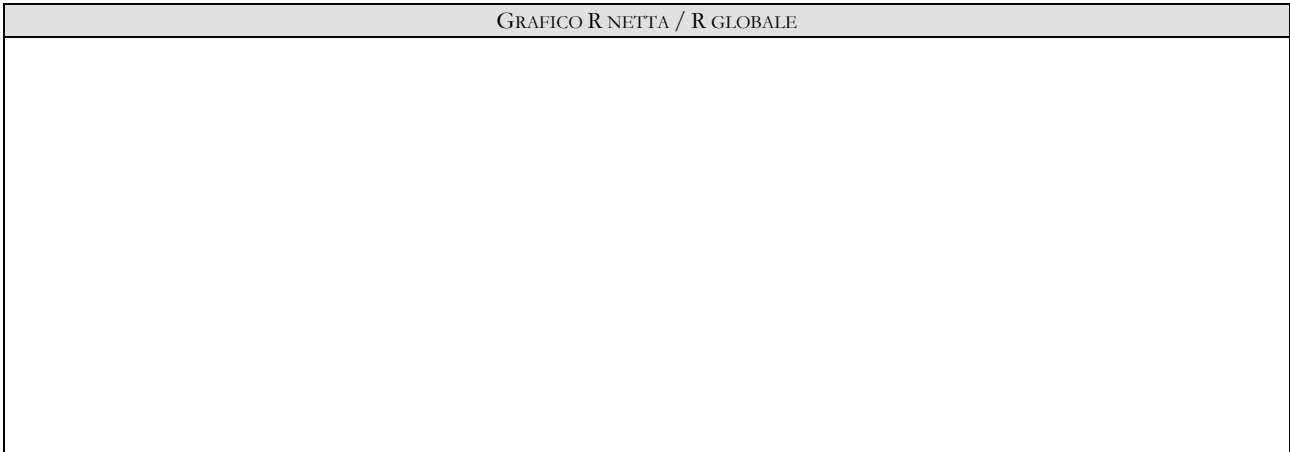


GRAFICO R NETTA / R GLOBALE



#### 4.5.1 Relazione AO

Al fine di illustrare i risultati delle attività preliminari di acquisizione dati, dei sopralluoghi effettuati, delle campagne di misura compiute e delle elaborazioni sui dati, sarà redatta una relazione di fase AO strutturata secondo lo schema seguente.

##### CAPITOLO 1: Generalità

- Identificazione dell'area di indagine
- Descrizione degli obiettivi delle attività svolte
- Descrizione della tempistica di esecuzione delle attività
- Struttura organizzativa che ha svolto le attività di monitoraggio

##### CAPITOLO 2: Normativa e dati pregressi

- Normativa: descrizione della normativa di riferimento. In particolare, saranno evidenziati eventuali aggiornamenti normativi intervenuti dalla redazione del piano di monitoraggio.
- Dati pregressi: descrizione della documentazione acquisita per la redazione del documento. Saranno individuate le reti di rilevamento esistenti con monitoraggio in continuo in prossimità del territorio interessato dal progetto e saranno acquisiti i dati; analogamente saranno ricercate le campagne di misura effettuate con mezzo mobile presso gli enti. Anche per i rilievi meteo saranno indicate le centraline a cui è stato fatto riferimento per l'acquisizione dei dati.

##### CAPITOLO 3: Attività di monitoraggio

- Modalità di effettuazione delle misure
  - Strumentazione:
    - caratteristiche e i modelli degli strumenti utilizzati per le misure in campo ed in laboratorio, principio di funzionamento, range di operatività, limite di rilevabilità ed errore di misura;
    - schede tecniche della strumentazione adottata,
  - Taratura periodica:
    - elenco degli strumenti che sono soggetti a taratura periodica;
    - indicazione dell'ente incaricato della taratura,
  - Modalità di misura. Saranno descritte:
    - Le modalità di campionamento, di conservazione e trasporti dei campioni;
    - i parametri misurati;
    - la frequenza con cui vengono effettuate le misure.
- Punti di monitoraggio: elenco dei punti e delle aree soggette a monitoraggio nella fase
- Sopralluoghi e posizionamento della strumentazione
  - Caratterizzazione dei punti facendo riferimento alla sezione di scheda dedicata all'individuazione della sezione di monitoraggio,
  - Descrizione delle modifiche apportate al PMA con indicazione delle motivazioni e delle conseguenze.

- Descrizione dei criteri generali con cui è stata scelta l'ubicazione della strumentazione facendo riferimento alle schede compilate per ogni punto di monitoraggio,
- Descrizione della metodica di analisi dei dati (secondo quanto indicato dagli enti di controllo)

- Risultati:

- Sintesi, valutazione e commento dei risultati ottenuti con particolare riferimento ai parametri chimici;
- Per ogni punto di monitoraggio e per ogni campagna di misura, sintesi delle valutazioni effettuate, degli indicatori rilevati per la verifica di conformità con i limiti assunti o secondo la procedura di analisi dei dati concordata con gli enti; evidenza dei casi anomali che si sono verificate durante le campagne di misura, siano esse di campo (ulteriori analisi) o cartografiche.
- Condizioni particolari che possono avere influenzato le misure.

CAPITOLO 4: Riferimenti

- Elenco della documentazione bibliografica e dei documenti di progetto utilizzati e citati nei precedenti capitoli della relazione.

ALLEGATI:

- Schede di misura: l'allegato riporterà le schede compilate durante le operazioni di misura e successive elaborazioni secondo quanto indicato nelle specifiche del PMA
- Certificati delle analisi di laboratorio

#### 4.5.2 Relazione CO

Al fine di fornire una sintesi dei dati acquisiti, delle elaborazioni ed analisi effettuate, saranno redatte relazioni durante le fasi CO, strutturate come sotto riportato.

CAPITOLO 1: Generalità

- Identificazione dell'area di indagine
- Descrizione degli obiettivi delle attività svolte
- Descrizione della tempistica di esecuzione delle attività
- Struttura organizzativa che ha svolto le attività di monitoraggio

CAPITOLO 2: Normativa e dati pregressi

- Descrizione della normativa di riferimento e della documentazione acquisita per la redazione del documento. In particolare, saranno evidenziati eventuali aggiornamenti normativi intervenuti dalla redazione del piano di monitoraggio.
- Saranno descritti, come in fase AO, i dati che è stato possibile acquisire presso gli enti di controllo.

CAPITOLO 3: Attività di monitoraggio

- Modalità di effettuazione delle misure
  - Strumentazione:

- caratteristiche e i modelli degli strumenti utilizzati per le misure in campo ed in laboratorio, principio di funzionamento, range di operatività, limite di rilevabilità ed errore di misura;
- schede tecniche della strumentazione adottata.
  - Taratura periodica:
- elenco degli strumenti che sono soggetti a taratura periodica;
- indicazione dell'ente incaricato della taratura.
  - Modalità di misura.

Saranno descritte:

- Le modalità di campionamento, di conservazione e trasporti dei campioni;
- i parametri misurati;
- la frequenza con cui vengono effettuate le misure.
- Punti di monitoraggio: elenco dei punti e delle aree soggette a monitoraggio nell'anno di riferimento
- Sopralluoghi e posizionamento della strumentazione
  - Caratterizzazione dei punti che non sono stati oggetto di sopralluoghi in fase AO, facendo riferimento alla scheda di censimento redatta con indicazione delle attività di costruzione che hanno interessato il corso d'acqua ed il periodo in cui si può essere sviluppata la potenziale interferenza.
  - Elenco delle potenziali interferenze individuate nelle aree di cantiere.
  - Descrizione delle modifiche apportate al PMA con indicazione delle motivazioni e delle conseguenze.
  - Descrizione dei criteri generali con cui è stata scelta l'ubicazione della strumentazione facendo riferimento alle schede compilate per ogni punto di monitoraggio aggiunto nella fase.
- Risultati: Sintesi, valutazione e commento dei risultati ottenuti;
  - andamento medio, valori massimi e trend, risultati di elaborazioni di lungo periodo, comprensivi, ove disponibili delle misure degli anni precedenti anche in aree limitrofe;
  - una tabella riepilogativa i risultati dalla fase CO all'ultimo periodo di riferimento confrontati con i limiti assunti o secondo la procedura di analisi dei dati concordata con gli enti;
  - anomalie che si sono verificate durante le campagne di misura;
  - efficacia delle misure rispetto agli obiettivi del PMA;
  - situazioni di criticità;

- eventuali misure ed elaborazioni integrative;
- provvedimenti adottati per far fronte a situazioni critiche;
- risultati degli interventi mitigativi.

#### CAPITOLO 4: Riferimenti

- Elenco della documentazione bibliografica e dei documenti di progetto utilizzati e citati nei precedenti capitoli della relazione.

#### ALLEGATI:

- Schede di misura: l'allegato riporterà le schede compilate durante le operazioni di misura e successive analisi di laboratorio.
- Certificati delle analisi di laboratorio.

### 4.5.3 Relazione PO

Al fine di fornire una sintesi dei dati acquisiti, delle elaborazioni ed analisi effettuate, saranno redatte relazioni durante la fase PO, strutturate come sotto riportato.

#### CAPITOLO 1: Generalità

- Identificazione dell'area di indagine
- Descrizione degli obiettivi delle attività svolte
- Descrizione della tempistica di esecuzione delle attività
- Struttura organizzativa che ha svolto le attività di monitoraggio

#### CAPITOLO 2: Normativa e dati pregressi

- Descrizione della normativa di riferimento e della documentazione acquisita per la redazione del documento.  
In particolare, saranno evidenziati eventuali aggiornamenti normativi intervenuti dalla redazione del piano di monitoraggio.
- Saranno descritti, come in fase AO, i dati che è stato possibile acquisire presso gli enti di controllo.

#### CAPITOLO 3: Attività di monitoraggio

- Modalità di effettuazione delle misure
  - Strumentazione:
    - caratteristiche e i modelli degli strumenti utilizzati per le misure in campo ed in laboratorio, principio di funzionamento, range di operatività, limite di rilevabilità ed errore di misura;
    - schede tecniche della strumentazione adottata.
  - Taratura periodica:
    - elenco degli strumenti che sono soggetti a taratura periodica;
    - indicazione dell'ente incaricato della taratura.

- Modalità di misura. Saranno descritte:
  - le modalità di campionamento, di conservazione e trasporti dei campioni;
  - i parametri misurati;
  - la frequenza con cui vengono effettuate le misure.
- Punti di monitoraggio: elenco dei punti e delle aree soggette a monitoraggio nell'anno di riferimento
- Sopralluoghi e posizionamento della strumentazione
  - Caratterizzazione dei punti che non sono stati oggetto di sopralluoghi in fase AO/CO, facendo riferimento alla scheda di censimento
  - Descrizione delle modifiche apportate al PMA con indicazione delle motivazioni e delle conseguenze.
  - Descrizione dei criteri generali con cui è stata scelta l'ubicazione della strumentazione facendo riferimento alle schede compilate per ogni punto di monitoraggio aggiunto nella fase.
- Risultati: Sintesi, valutazione e commento dei risultati ottenuti.
  - andamento medio, valori massimi e trend, risultati di elaborazioni di lungo periodo, comprensivi, ove disponibili delle misure degli anni precedenti anche in aree limitrofe; redazione di mappe di isoconcentrazione;
  - con una tabella riepilogativa i risultati dalla fase AO all'ultimo periodo di riferimento confrontati con i limiti assunti o secondo la procedura di analisi dei dati concordata con gli enti;
  - anomalie che si sono verificate durante le campagne di misura;
  - efficacia delle misure rispetto agli obiettivi del PMA;
  - situazioni di criticità;
  - eventuali misure ed elaborazioni integrative;
  - provvedimenti adottati per far fronte a situazioni critiche;
  - risultati degli interventi mitigativi.

#### CAPITOLO 4: Riferimenti

- Elenco della documentazione bibliografica e dei documenti di progetto utilizzati e citati nei precedenti capitoli della relazione.

#### ALLEGATI:

- Schede di misura: l'allegato riporterà le schede compilate durante le operazioni di misura e successive analisi di laboratorio
- Certificati delle analisi di laboratorio

## 5 ACQUE SUPERFICIALI

Il monitoraggio delle acque superficiali ha 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. Altro scopo del principale monitoraggio è quello di valutare le interferenze con il reticolo idrografico delle acque basse nella zona circostante la realizzazione dell'opera.

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

#### 5.1.1 Normativa comunitaria

- Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque, e successive modifiche con Decisione 2001/2455/CE del 20 novembre 2001 e Direttiva 2008/32/CE dell'11 marzo 2008.
- Direttiva 2006/118/CE del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

#### 5.1.2 Normativa nazionale

Per quanto riguarda le norme cui far riferimento per l'esecuzione degli accertamenti in campo, nonché per quanto attiene i limiti imposti, il tipo di strumentazione da utilizzare, le grandezze da misurare, ecc., sono elencati i seguenti documenti:

- 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”.
- 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)
- D. Lgs. n. 152 del 03/04/2006 e smi - “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”.

#### 5.1.3 Normativa regionale

- L.R. 31-5-2006 n. 20. Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento;
- D.C.R. 25 gennaio 2005, n.6 approvazione del Piano di Tutela delle acque della Toscana
- Legge Regionale 21 maggio 2007, n. 29: Norme per l'emergenza idrica per l'anno 2007. Modifiche alla legge regionale 21 luglio 1995, n. 81 (Norme di attuazione della legge 5 gennaio 1994, n. 36 “Disposizioni in materia di risorse idriche”) e alla legge regionale 11 dicembre 1998, n. 91 (Norme per la difesa del suolo). (B.U.R. Toscana n. 14 del 24.5.2007)

## 5.2 DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

### 5.2.1 Criteri di scelta e tipologie di misura

#### 5.2.1.1 Caratterizzazione idrologico – idraulica dell'area vasta

La Piana Fiorentina è il territorio pianeggiante situato alle pendici del Monte Morello formatosi con l'attività di sedimentazione ed erosiva dei fiumi Arno e Bisenzio. Il territorio è stato negli anni antropizzato e urbanizzato, passando da un primo utilizzo a scopo agricolo ed assumendo sempre più un carattere industriale ed artigianale.

Il reticolo idraulico principale è composto dai torrenti collinari affluenti dei due canali di Cinta Orientale ed Occidentale e dall'emissario del bacino: il Fosso Reale, che convoglia le acque raccolte fino al fiume Bisenzio e dai canali di bonifica che drenano le acque scolanti a sud dei canali di cinta. Il bacino misura 2,7 kmq.

I canali di acque basse hanno alveo inciso nel terreno naturale, con pendenza delle scarpate 2:3, in alcuni casi è stato previsto il rivestimento del fondo e di parte delle scarpate. Le aree scolanti in sinistra ed in destra si riuniscono nella sezione terminale del Fosso Reale in prossimità delle Porte Vinciane che regolano l'immissione delle acque alte nel fiume Bisenzio. Il Canale Colatore Destro infatti sottopassa con sifone l'alveo del Fosso Reale e si immette nel collettore Principale delle Acque Basse fino a raggiungere l'impianto di sollevamento della Viaccia.

Nella seguente tabella sono riportati alcuni i parametri caratteristici del bacino idrografico.

Bacino idrografico	Superficie	Lunghezza	Pendenza media
Fosso Reale	2.744,90 ha	6 km	0,001 m/m

La configurazione del sistema di drenaggio di dettaglio dell'area interessata dal *Master Plan aeroportuale* è rappresentata nella seguente planimetria.

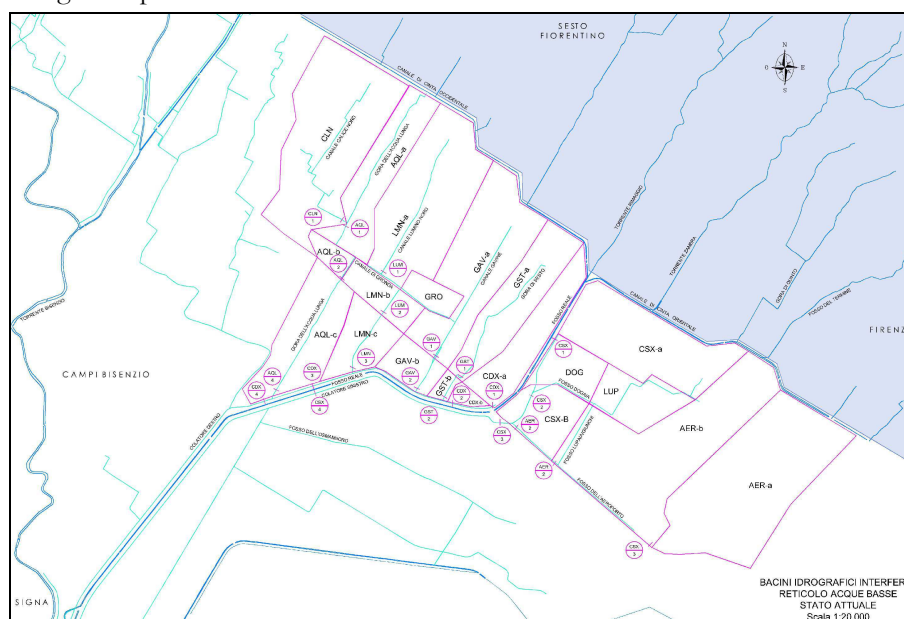


Figura 3. Bacini idrografici del reticolo interessato dal Master Plan aeroportuale

I corsi d'acqua direttamente interessati dall'intervento di *Master Plan aeroportuale*, elencati secondo la suddivisione in *Acque Alte* e *Acque Basse* sono:

- Reticolo delle Acque Alte: **Fosso Reale**
- Reticolo delle Acque Basse: **Gora dell'Acqualunga; Canale di Gronda; Canale Lumino Nord; Canale Gavine o Gaine; Gora di Sesto (Rigognolo); Canale Colatore in Destra; Collettore Acque Basse; Fosso Dogaia; Canale dell'Aeroporto; Canale Colatore in Sinistra.**

La soluzione progettuale per la risoluzione di dette interferenze è riportata all'interno dello studio di impatto ambientale sezione del quadro progettuale. In riferimento all'interferenza del principale reticolo idrografico sono stati posti due punti di monitoraggio secondo il criterio Monte e Valle con la finalità di individuare non solo il



valore assoluto dell'indicatore in ciascun sito, ma anche e soprattutto, la variazione dello stesso tra i due siti: AISU 1 e AISU 2. Il punto di monitoraggio AISU 3 è stato posizionato subito a valle del rilascio della vasca di laminazione. Infine i punti AISU 4 e AISU 5 sono stati posizionati nella zona afferente il reticolo idrografico delle acque basse al fine di valutare eventuali interferenze con il sorvolo degli aerei.

### 5.2.2 Parametri di misura

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 matrici, 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.

#### **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, e questi parametri dovranno essere rilevati in loco.

- Temperatura;
- pH;
- ossigeno disciolto;
- Solidi Sospesi Totali,
- potenziale Redox.

#### **Parametri chimici delle acque**

Il set di parametri descrittivi della qualità della componente oggetto di studio sono quelli ritenuti più significativi perché correlabili alle attività connesse alla realizzazione dell'opera in progetto. In definitiva, si riportano, di seguito, i parametri chimici oggetto di monitoraggio. Quest'ultimi si riferiscono alle fasi di Ante Operam (AO), Corso d'Opera (CO) e Post Operam (PO).

- COD
- BOD<sub>5</sub>
- Azoto totale
- Azoto organico
- Azoto nitrico
- Azoto nitroso
- Azoto ammoniacale
- Fosforo totale
- Ortofosfati
- Idrocarburi totali
- Tensioattivi anionici
- Tensioattivi totali

- Metalli pesanti (Cd, Ni, Hg, Cu, Cr VI, Cr tot, Fe, Zn)
- Olii minerali
- Cloruri
- Solfati

Tutti i valori saranno verificati rispetto ai limiti normativi fissati dal D.Lgs. 152/2006 e smi Parte Terza Allegato 5 Tabella 3 “Valori limite di emissione in acque superficiali ed in fognatura”.

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

### **Parametri microbiologici**

Le analisi microbiologiche danno 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.

- Escherichia coli;
- Coliformi totali;
- Coliformi fecali.

### **5.2.3 Metodologia di rilevamento e campionamento**

**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.

## **5.3 STRUMENTAZIONE DI MISURA**

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

**Determinazione dei parametri in situ:** i parametri in situ saranno rilevati 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 di restituzione.

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.



### 5.3.2 Determinazione dei parametrici chimici e microbiologici

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 chimiche- fisiche.

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 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.

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.

#### 5.3.2.1 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 ESTENSIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

Le fasi oggetto di monitoraggio per la componente acque superficiali 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 per la realizzazione dell'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 fisico-chimici definiti, 1 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 una volta l'anno per tutta la durata del CO (circa due anni e mezzo) 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.

**Post Operam:** il monitoraggio si rende necessario sia per la verifica dell'interferenza con l'esercizio dell'opera sia per l'eventuale verifica di restituzione al corpo idrico della qualità delle acque presente prima della realizzazione dell'opera e dell'esecuzione delle lavorazioni annesse. Il monitoraggio nella fase post operam sarà eseguito una sola volta.

L'ubicazione dei punti è rappresentata nella tavola allegata al presente documento. Di seguito è riportata la schematizzazione dei punti d'indagine per le acque superficiali.

*Ante Operam*

<i>Codice punto</i>	<i>Frequenza</i>	<i>STRUMENTAZIONE</i>
AISU 01	1 volta	Sonda multiparametrica, contenitori etichettati
AISU 02	1 volta	Sonda multiparametrica, contenitori etichettati
AISU 03	1 volta	Sonda multiparametrica, contenitori etichettati
AISU 04	1 volta	Sonda multiparametrica, contenitori etichettati
AISU 05	1 volta	Sonda multiparametrica, contenitori etichettati

*Corso d'Opera*

<i>Codice punto</i>	<i>Frequenza</i>	<i>STRUMENTAZIONE</i>
AISU 01	1 volta/anno	Sonda multiparametrica, contenitori etichettati
AISU 02	1 volta/anno	Sonda multiparametrica, contenitori etichettati
AISU 03	1 volta/anno	Sonda multiparametrica, contenitori etichettati
AISU 04	1 volta/anno	Sonda multiparametrica, contenitori etichettati
AISU 05	1 volta/anno	Sonda multiparametrica, contenitori etichettati

*Post Operam*

<i>Codice punto</i>	<i>Frequenza</i>	<i>STRUMENTAZIONE</i>
AISU 01	1 volta	Sonda multiparametrica, contenitori etichettati
AISU 02	1 volta	Sonda multiparametrica, contenitori etichettati
AISU 03	1 volta	Sonda multiparametrica, contenitori etichettati
AISU 04	1 volta	Sonda multiparametrica, contenitori etichettati
AISU 05	1 volta	Sonda multiparametrica, contenitori etichettati

## 5.5 RESTITUZIONE DEI DATI

Nel corso del monitoraggio saranno rese disponibili le seguenti informazioni:

1. Scheda di misura;
2. Relazioni di fase in AO;
3. Relazioni di fase in CO;
4. Relazioni di fase in PO.

Di seguito si riporta il modello delle schede di misure :

Fase di monitoraggio:	Codice misura:
Foto	CTR scala 1:10000
LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA	
Corpo idrico: Località: Comune: Provincia: Regione:	Accesso al punto di campionamento:
INFORMAZIONI SULLA STAZIONE DI PRELIEVO	
TIPO DI ACQUA	
<input type="checkbox"/> dolce	<input type="checkbox"/> salmastra
PERCORSO DEL FIUME	
<input type="checkbox"/> tortuoso	<input type="checkbox"/> dritto
<input type="checkbox"/> artificialmente raddrizzato	
DINTORNI	
<input type="checkbox"/> prati coltivati	<input type="checkbox"/> campi coltivati
<input type="checkbox"/> centro abitato	<input type="checkbox"/> industria
<input type="checkbox"/> aree incolte	<input type="checkbox"/> boschi
<input type="checkbox"/> strada	<input type="checkbox"/> altro:
LARGHEZZA DELL'ALVEO BAGNATO (.....m) RISPETTO ALL'ALVEO DI PIENA (.....m):	
<input type="checkbox"/> 0-1%	<input type="checkbox"/> 1-10%
<input type="checkbox"/> 10-20%	<input type="checkbox"/> 20-30%
<input type="checkbox"/> 30-40%	<input type="checkbox"/> 40-50%
<input type="checkbox"/> 50-60%	<input type="checkbox"/> 60-70%
<input type="checkbox"/> 70-80%	<input type="checkbox"/> 80-90%
<input type="checkbox"/> 90-100%	
MATERIALE SPONDA	
<input type="checkbox"/> argilla	<input type="checkbox"/> ghiaia
<input type="checkbox"/> roccia	<input type="checkbox"/> sabbia
<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> cemento e sassi
<input type="checkbox"/> sassi	<input type="checkbox"/> altro:
CARATTERISTICHE ALVEO	
H media dell'acqua [cm]:	H max [cm]:
VELOCITÀ MEDIA DELLA CORRENTE	
<input type="checkbox"/> impercettibile o molto lenta	<input type="checkbox"/> lenta
<input type="checkbox"/> media e laminare	<input type="checkbox"/> media con limitata turbolenza
<input type="checkbox"/> elevata turbolenta	<input type="checkbox"/> elevata quasi laminare
<input type="checkbox"/> molto elevata turbolenta	<input type="checkbox"/> molto elevata turbolenta
GRANULOMETRIA SUBSTRATO IN ALVEO (ORDINE DI PREVALENZA)	
roccia	massi
ciottoli	ghiaia
sabbia	limo
PRESENZA DI PIANTE ACQUATICHE NEL CORPO IDRICO	
<input type="checkbox"/> sommerse	<input type="checkbox"/> galleggianti/natanti
<input type="checkbox"/> vegetazione emergente	
RITENZIONE DEL DETRITO ORGANICO	
<input type="checkbox"/> sostenuta	<input type="checkbox"/> moderata
<input type="checkbox"/> scarsa	

PRESENZA DI ANAEROBIOSI SUL FONDO						
<input type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> tracce	<input type="checkbox"/> sensibile localizzata	<input type="checkbox"/> estese			
TORBIDITÀ						
<input type="checkbox"/> trasparente	<input type="checkbox"/> leggermente morbida	<input type="checkbox"/> molto morbida				
BATTERI FILAMENTOSI						
<input type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> scarsi	<input type="checkbox"/> diffusi				
ORGANISMI INCROSTANTI						
<input type="checkbox"/> feltro rilevabile solo al tatto	<input type="checkbox"/> alghe crostose	<input type="checkbox"/> feltro sottile				
<input type="checkbox"/> feltro spesso, anche con pseudofilamenti incoerenti	<input type="checkbox"/> alghe filamentose					
PRESENZA DI FONTI INQUINANTI NON CONNESSE ALL'OPERA IN PROGETTO						
PRESENZA DI CONFLUENZE CON ALTRI CORSI D'ACQUA						
CAMPIONAMENTO						
Data e ora		Distanza da sponda [cm]				
Coordinate	X:                      Y:	Riferimento sponda	<input type="checkbox"/> sinistra	<input type="checkbox"/> destra		
Ombreggiatura superficie [%]	Pendenza sponda		<input type="checkbox"/> verticale			
Colore acqua			<input type="checkbox"/> ripida			
Odore acqua			<input type="checkbox"/> moderatamente ripida			
Codice campione			<input type="checkbox"/> piana			
Volume campionato [l]						
Profondità campione [cm]						
CONDIZIONI METEOROLOGICHE						
METODO DI CAMPIONAMENTO						
Descrivere metodo il tipo di contenitore (materiale, capacità, sistema di chiusura, modalità di contenimento trasporto e conservazione)						
POSIZIONE RISPETTO ALLA POTENZIALE INTERFERENZA						
<input type="checkbox"/> FAL	pk:	<input type="checkbox"/> monte	<input type="checkbox"/> valle			
<input type="checkbox"/> Cantiere	n.:	<input type="checkbox"/> monte	<input type="checkbox"/> valle			
SORGENTI INQUINANTI NON CONNESSE CON IL PROGETTO						
ATTIVITÀ DI COSTRUZIONE IN CORSO (FASE CORSO D'OPERA)						
ESITI INDAGINI IN SITU						
T. aria [°C]	T. acqua [°C]	O <sub>2</sub> [%]	O <sub>2</sub> disciolto [mg/l]	Potenziale Redox [mV]	pH	Conducibilità elettrica [S/cm]
NOTE						
Campionamento effettuato da:						

ANALISI DI LABORATORIO			
PARAMETRO	VALORE	UNITÀ DI MISURA	METODO

ANALISI DI LABORATORIO			
PARAMETRO	VALORE	UNITÀ DI MISURA	METODO
Escherichia coli			
Coliformi Totali			
Coliformi fecali			

Analisi effettuate da:

**5.5.1 Relazione ante operam**

Al fine di illustrare i risultati delle attività preliminari di acquisizione dati, dei sopralluoghi effettuati, delle campagne di misura compiute e delle elaborazioni sui dati, sarà redatta una relazione di fase AO strutturata secondo lo schema seguente.

CAPITOLO 1: Generalità

- Identificazione dell'area di indagine.
- Descrizione degli obiettivi delle attività svolte.
- Descrizione della tempistica di esecuzione delle attività
- Struttura organizzativa che ha svolto le attività di monitoraggio.

CAPITOLO 2: Normativa e dati pregressi

- Normativa: descrizione della normativa di riferimento. In particolare, saranno evidenziati eventuali aggiornamenti normativi intervenuti dalla redazione del piano di monitoraggio.
- Dati pregressi: descrizione della documentazione acquisita per la redazione del documento. Sarà individuato il reticolo idrografico di riferimento, saranno riportati tutti i risultati delle misure eseguite precedentemente alla realizzazione dell'opera, e che possono essere utili per descrivere le caratteristiche chimico-fisiche dei corsi d'acqua, saranno individuate le pressioni ambientali esistenti. Secondo quanto indicato anche dal D. Lgs. 152/06 si valuteranno gli aspetti geografici, meteorologici e le condizioni geologiche. Tali misure, a disposizione delle autorità di controllo, saranno incluse nella documentazione anche se non realizzate ai fini del monitoraggio dell'opera stessa.



## CAPITOLO 3: Attività di monitoraggio

- Modalità di effettuazione delle misure
  - o Strumentazione:
    - o caratteristiche e i modelli degli strumenti utilizzati per le misure in campo ed in laboratorio, principio di funzionamento, range di operatività, limite di rilevabilità ed errore di misura;
    - o Schede tecniche della strumentazione adottata.
  - o Taratura periodica:
    - o elenco degli strumenti che sono soggetti a taratura periodica;
- Modalità di misura. Saranno descritte:
  - o Le modalità di campionamento, di conservazione e trasporti dei campioni;
  - o i parametri misurati;
  - o la frequenza con cui vengono effettuate le misure.
  - o Punti di monitoraggio: elenco dei punti e delle aree soggette a monitoraggio nella fase.
  - o Sopralluoghi e posizionamento della strumentazione.
  - o Caratterizzazione dei punti facendo riferimento alla sezione di scheda dedicata all'individuazione della sezione di monitoraggio.
  - o Descrizione delle modifiche apportate al Progetto di Monitoraggio Ambientale con indicazione delle motivazioni e delle conseguenze.
  - o Descrizione dei criteri generali con cui è stata scelta l'ubicazione della strumentazione facendo riferimento alle schede compilate per ogni punto di monitoraggio.
  - o Risultati:
    - o Sintesi, valutazione e commento dei risultati ottenuti.
- Per ogni punto di monitoraggio e per ogni campagna di misura, sintesi delle valutazioni effettuate, degli indicatori rilevati per la verifica di conformità con i limiti assunti (anche secondo la procedura di analisi dei dati condivisa con gli enti di controllo territorialmente competenti); evidenza dei casi anomali che si sono verificati durante le campagne di misura, siano esse di campo (ulteriori analisi) o cartografiche.
- Condizioni particolari che possono avere influenzato le misure.

## CAPITOLO 4: Riferimenti

- Elenco della documentazione bibliografica e dei documenti di progetto utilizzati e citati nei precedenti capitoli della relazione.

## ALLEGATI:

- Schede di caratterizzazione dei ricettori
- Schede di misura: l'allegato riporterà le schede compilate durante le operazioni di misura e successive elaborazioni secondo quanto indicato nelle specifiche del piano di monitoraggio ambientale.
- Certificati delle analisi di laboratorio.

**5.5.2 Relazione corso d'opera**

Al fine di fornire una sintesi dei dati acquisiti, delle elaborazioni ed analisi effettuate nell'anno di riferimento, una valutazione dell'efficacia delle misure di mitigazione previste in fase di progetto e di quelle eventualmente introdotte a seguito delle risultanze del monitoraggio stesso, saranno redatte relazioni durante la fase corso d'opera, strutturate come sotto riportato.

## CAPITOLO 1: Generalità

- Identificazione dell'area di indagine.
- Descrizione degli obiettivi delle attività svolte.

- Descrizione della tempistica di esecuzione delle attività
- Struttura organizzativa che ha svolto le attività di monitoraggio.

#### CAPITOLO 2: Normativa e dati pregressi

- Descrizione della normativa di riferimento e della documentazione acquisita per la redazione del documento. In particolare, saranno evidenziati eventuali aggiornamenti normativi intervenuti dalla redazione del piano di monitoraggio.

#### CAPITOLO 3: Attività di monitoraggio

- Modalità di effettuazione delle misure.
  - Strumentazione:
    - caratteristiche e i modelli degli strumenti utilizzati per le misure in campo ed in laboratorio, principio di funzionamento, range di operatività, limite di rilevabilità ed errore di misura;
    - Schede tecniche della strumentazione adottata.
  - Taratura periodica:
    - elenco degli strumenti che sono soggetti a taratura periodica;
    - indicazione dell'ente incaricato della taratura.
  - Modalità di misura. Saranno descritte:
    - le modalità di campionamento, di conservazione e trasporti dei campioni;
    - i parametri misurati;
    - la frequenza con cui vengono effettuate le misure.
- Punti di monitoraggio: elenco dei punti e delle aree soggette a monitoraggio nell'anno di riferimento.
- Sopralluoghi e posizionamento della strumentazione.
- Risultati: Sintesi, valutazione e commento dei risultati ottenuti:
  - andamento medio, valori massimi e trend, risultati di elaborazioni di lungo periodo, comprensivi, ove disponibili delle misure degli anni precedenti anche in aree limitrofe;
  - con una tabella riepilogativa i risultati dalla fase ante operam all'ultimo periodo di riferimento confrontati con i limiti assunti, i dati saranno anche elaborati secondo la procedura di analisi concordata con gli enti di controllo territorialmente competenti e sarà effettuato un confronto tra i dati relativi al punto di monte e quello di valle rispetto l'interferenza;
  - metodo di analisi dei dati adottato (sarà indicata la procedura concordata con gli enti di controllo per l'analisi dei dati);
  - anomalie che si sono verificate durante le campagne di misura;
  - efficacia delle misure rispetto agli obiettivi del PMA;

- situazioni di criticità;
- eventuali misure ed elaborazioni integrative;
- provvedimenti adottati per far fronte a situazioni critiche;
- risultati degli interventi mitigativi.

#### CAPITOLO 4: Riferimenti

- Elenco della documentazione bibliografica e dei documenti di progetto utilizzati e citati nei precedenti capitoli della relazione.

#### ALLEGATI:

- Schede di misura: l'allegato riporterà le schede compilate durante le operazioni di misura e successive analisi di laboratorio.
- Certificati delle analisi di laboratorio.

#### 5.5.3 Relazione Post Operam

Al fine di illustrare i risultati delle attività di acquisizione dati, dei sopralluoghi effettuati, delle campagne di misura compiute e delle elaborazioni sui dati, sarà redatta una relazione di fase PO strutturata secondo lo stesso schema utilizzato per l'ante operam.

## 6 RUMORE

Il monitoraggio della componente “rumore” ha lo scopo di caratterizzare dal punto di vista acustico l’ambito interessato dalla realizzazione dell’aeroporto.

Nell’ambito dello Studio di Impatto Ambientale – Quadro di Riferimento Ambientale, si è provveduto alla valutazione previsionale dell’impatto acustico generato dagli interventi di Master Plan 2014-2029, suddivisi nelle due fasi di attuazione corrispondenti alla fase di cantiere e a quella di esercizio.

Per ciascuna fase si sono verificate le principali sorgenti presenti e in relazione ad esse e ai loro presumibili effetti viene predisposto il presente programma di monitoraggio.

In particolare, nell’ambito della fase di cantiere si prevedono emissioni acustiche in grado di generare potenziali interferenze sia di tipo diretto, ovvero direttamente prodotte dalle lavorazioni e dalle macchine operatrici impiegati, sia di tipo indiretto, ovvero prodotte da sorgenti sonore indirettamente correlate all’esecuzione dei lavori quali, nel caso specifico di interesse, il traffico indotto dei mezzi pesanti atti all’approvvigionamento e all’allontanamento dei materiali al/dal cantiere.

Nella fase di esercizio, la principale sorgente sonora in grado di produrre un potenziale disturbo ai ricettori e alla popolazione esposta è rappresentata, senza dubbio, dal traffico aereo.

Ciò premesso, l’individuazione e la definizione delle più opportune stazioni di monitoraggio derivano dall’applicazione dei seguenti criteri metodologici:

- Per il monitoraggio dell’impatto acustico di esercizio vengono sottoposti a monitoraggio di controllo, attraverso misurazioni della tipologia RUM-A:
  - i ricettori più rappresentativi fra quelli presenti all’interno dell’ambito territoriale sotteso all’isofonica LVA 60 dB(A);
  - i ricettori sensibili presso i quali sono previsti in progetto interventi diretti di risanamento acustico;
  - i ricettori più rappresentativi delle limitate aree omogenee in corrispondenza delle quali la verifica del rumore aeroportuale espresso in termini di Livello equivalente diurno e notturno evidenzia un possibile superamento dei vigenti limiti acustici di Piano Comunale di Classificazione Acustica
- Per il monitoraggio dell’impatto acustico di cantiere vengono sottoposti a controllo:
  - i ricettori più esposti al rumore direttamente prodotto dalle lavorazioni e dalle macchine operatrici, attraverso misurazioni della tipologia RUM-C;
  - i ricettori più esposti agli impatti indiretti correlati al traffico indotto dal cantiere, dislocati lungo le viabilità percorse dai mezzi pesanti in entrata/uscita a/dal cantiere, attraverso misurazioni della tipologia RUM-S.

### 6.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Ai fini della definizione e programmazione delle misurazioni fonometriche si è fatto riferimento agli strumenti normativi attualmente vigenti, sia in ambito nazionale sia internazionale.

Tali norme sono relative alle grandezze ed ai parametri da rilevare, ai sistemi di rilevazione, alle caratteristiche della strumentazione impiegata, ai criteri spaziali e temporali di campionamento, alle condizioni meteorologiche ed alle modalità di raccolta e presentazione dei dati.

#### 6.1.1 Normativa comunitaria

Attualmente le direttive di riferimento sono le seguenti:

- 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.
- 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.

### 6.1.2 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";
- DM 31/10/97 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale";
- DPCM 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- 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.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 ed applicabilità dei valori limite differenziali. (GU n. 217 del 15-9-2004).

Inoltre, al fine di proporre una serie di indicazioni tecnico/pratiche utili per il monitoraggio e controllo del rumore aeroportuale si fa riferimento alle "Linee Guida per la progettazione e la gestione delle reti di monitoraggio acustico aeroportuale" emanate da Ispra.

L'impatto acustico della fase di cantiere ha caratteristiche di transitorietà; in tale fase, quindi, l'obiettivo è valutare la rumorosità indotta dalle lavorazioni per l'esecuzione delle opere previste, verificando il rispetto dei limiti per i ricettori più esposti.

### 6.1.3 Normativa regionale

- Legge regionale n. 89 del 1.12.1998 "Norme in materia di inquinamento acustico" e s.m.i.

## 6.2 DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

### 6.2.1 Criteri di scelta e tipologie di misura

La scelta dei punti da sottoporre a monitoraggio ambientale poggia, oltre che sui criteri di carattere generale, anche su una serie di condizioni determinate da fattori di criticità ambientale e di rappresentatività della situazione acustica attuale e futura, sia per la fase di ante operam, sia per quella di corso d'opera che di post operam.

Come già descritto in premessa, l'individuazione e la definizione delle più opportune stazioni di monitoraggio derivano dall'applicazione dei seguenti criteri metodologici:

- Per il monitoraggio dell'impatto acustico di esercizio vengono sottoposti a monitoraggio di controllo, attraverso misurazioni della tipologia RUM-A:
  - i ricettori più rappresentativi fra quelli presenti all'interno dell'ambito territoriale sotteso all'isofonica LVA 60 dB(A);
  - i ricettori sensibili presso i quali sono previsti in progetto interventi diretti di risanamento acustico;
  - i ricettori più rappresentativi delle limitate aree omogenee in corrispondenza delle quali la verifica del rumore aeroportuale espresso in termini di Livello equivalente diurno e notturno evidenzia un possibile superamento dei vigenti limiti acustici di Piano Comunale di Classificazione Acustica
- Per il monitoraggio dell'impatto acustico di cantiere vengono sottoposti a controllo:
  - i ricettori più esposti al rumore direttamente prodotto dalle lavorazioni e dalle macchine operatrici, attraverso misurazioni della tipologia RUM-C;
  - i ricettori più esposti agli impatti indiretti correlati al traffico indotto dal cantiere, dislocati lungo le viabilità percorse dai mezzi pesanti in entrata/uscita a/dal cantiere, attraverso misurazioni della tipologia RUM-S.

### 6.2.2 Parametri rilevati

La tipologia delle misurazioni previste nel presente piano di monitoraggio ambientale e i parametri rilevati sono riportati di seguito:

**Misure di tipo RUM-S:** Rilevamento di rumore indotto dal traffico dei mezzi di cantiere.

Per tale tipologia di misura si prevede campagne di monitoraggio settimanali da eseguirsi sia in fase AO che in fase di CO

RUM-S – misure *da 7 giorni con postazione fissa*

Questa metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dei livelli di rumorosità nei ricettori più esposti agli impatti indiretti correlati al traffico indotto dal cantiere, dislocati lungo le viabilità percorse dai mezzi pesanti in entrata/uscita a/dal cantiere, attraverso misurazioni della tipologia RUM-S.

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo del rumore per 7 giorni consecutivi. 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:

1. il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A  $L_{Aeq,1min}$ ;
2. il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow ( $L_{AImax}$ ,  $L_{AFmax}$ ,  $L_{ASmax}$ );

3. i livelli statistici L1, L10, L50, L90, L99;
4. il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h) relativamente a ciascun giorno della settimana ed alla settimana stessa (calcolato in fase di analisi).

**Misure di tipo RUM-C:** campagne di misura nei ricettori più esposti al rumore direttamente prodotto dalle lavorazioni e dalle macchine operatrici, attraverso misurazioni della tipologia RUM-C

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 L1, L5, L10, L50, L90, L99.
- 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.

Per la caratterizzazione del clima acustico dei ricettori limitrofi alle aree di cantiere il tipo di misura prevede il rilievo per 24 ore in continuo dei seguenti parametri acustici:

- andamento temporale del  $L_{Aeq}$  con tempo di integrazione pari a 10 minuti;
- $L_{Aeq}$  nel periodo di massimo disturbo;
- $L_{Aeq}$  con tempo di integrazione di 1 ora;
- livelli statici cumulativi L1, L10, L50, L90, L99;
- $L_{Aeq}$  sul periodo diurno (06-22);
- $L_{Aeq}$  sul periodo notturno (22-06);
- time history delle eccedenze, ovvero dei superamenti della soglia posta a 70 dB(A).

#### **Misure di tipo RUM-A: rumore aeroportuale**

Per il monitoraggio dell'impatto acustico di esercizio vengono sottoposti a monitoraggio di controllo, attraverso misurazioni della tipologia RUM-A:

- a. i ricettori più rappresentativi fra quelli presenti all'interno dell'ambito territoriale sotteso all'isofonica LVA 60 dB(A);
- b. i ricettori sensibili presso i quali sono previsti in progetto interventi diretti di risanamento acustico;
- c. i ricettori più rappresentativi delle limitate aree omogenee in corrispondenza delle quali la verifica del rumore aeroportuale espresso in termini di Livello equivalente diurno e notturno evidenzia un possibile superamento dei vigenti limiti acustici di Piano Comunale di Classificazione Acustica

Tale tipologia di misura sarà eseguita durante la fase di esercizio (PO) che avrà durata di un anno. Le modalità di valutazione del rumore aeroportuale stabilite dal DM 31/10/97 prevedono, per il calcolo dell'indice di rumore aeroportuale  $L_{va}$ , l'esecuzione di misure di durata pari a ventuno giorni, ossia tre misure settimanali, ciascuna delle quali scelta all'interno dei seguenti periodi:

- Ottobre- 31 Gennaio
- Febbraio – 31 Maggio
- Giugno – 30 Settembre

I parametri da rilevare sono :

- LAeq sul periodo diurno (06-22);
- LAeq sul periodo notturno (22-06);
- Lva diurno;
- Lva notturno;
- Lva giornaliero.

A tale scopo vengono utilizzate le seguenti tipologie di rilievi fonometrici:

Tipo misura	Descrizione	Durata
RUM-A	Rilevamento di rumore aeroportuale	3 misure settimanali
RUM-C	Rilevamento di rumore indotto dalle lavorazioni effettuate all'interno delle aree di cantiere	24 h
RUM-S	Rilevamento di rumore indotto dal traffico dei mezzi di cantiere	Una settimana

### 6.2.3 Metodologia di rilevamento

Il sistema di misura del rumore aeroportuale va distinto in :

- sistema assistito;
- sistema non assistito.

Il sistema assistito è specifico per misure effettuate con strumentazione mobile in cui può essere utilizzato un fonometro o integratore di classe 1 con caratteristiche previste dalle Norme CEI 29-1 e CEI 29-10. Il fonometro deve essere in grado di misurare almeno il SEL e di poter memorizzare in forma numerica, su registratore di livello grafico o elaboratore elettronico, il LAF (livello di pressione sonora ponderata "A" in costante tempo FAST) dei movimenti aerei. Il sistema di misura assistito deve essere in grado di mantenere le specifiche CEI 29-10 anche nelle condizioni climatiche più avverse.

Il sistema non assistito è specifico per misure fisse di monitoraggio. Esso deve essere del tipo di analizzatore di livelli, dotato di microfono per esterni con sistema di autotaratura. Deve avere la possibilità di individuare automaticamente i profili dei sorvoli, nonché attribuire ad ognuno di questi il valore di SEL corrispondente.

Individuazione degli eventi per i sistemi assistiti: Nei sistemi assistiti è l'operatore che inizia la registrazione grafica o numerica al verificarsi dell'evento da misurare ovvero può ricavare gli eventi a posteriori da una registrazione grafica o numerica continua, potendo usare anche l'intermediazione di un registratore magnetico digitale dalle caratteristiche elettriche non inferiori a quelle indicate dalle norme CEI 29-1 e CEI 29-10 e successive modifiche, per quanto attiene la risposta in frequenza, stabilità e dinamica.

Individuazione degli eventi per i sistemi non assistiti: Nei sistemi non assistiti, la procedura di rilevamento deve consentire la discriminazione degli eventi sonori prodotti dagli aeromobili civili da quelli di altra origine. A tale scopo può essere adottato il criterio di definire una soglia per il livello sonoro LAF che deve essere superata da quest'ultimo per un periodo di tempo non inferiore ad una durata minima. Il valore di soglia deve essere il più basso possibile e comunque non inferiore ai limiti previsti dalla zonizzazione comunale. La durata minima di superamento della soglia stessa, è determinata sperimentalmente al fine di ottimizzare la discriminazione degli eventi sonori prodotti dagli aeromobili. Il livello sonoro LAF deve essere rilevato mediante catena fonometrica rispondente alle specifiche di precisione della classe 1 indicate nella norma CEI 29-10, e successive modifiche.



Determinazione del SEL e dei parametri correlati: I sistemi di rilevamento non assistiti devono essere in grado di determinare:

- 1) il livello dell'evento sonoro SEL;
- 2) l'intervallo di tempo in cui è stata superata la soglia prefissata;
- 3) il tempo in cui si verifica;
- 4) rappresentazione grafica del LAF.

Nei sistemi assistiti è l'operatore che determina l'arco di tempo all'interno del quale, al verificarsi di un sorvolo, viene misurato il SEL.

Posizione del microfono: Sia per i sistemi assistiti che non assistiti, il microfono deve essere posizionato in modo che la linea di vista tra il microfono e tutte le possibili rotte di sorvolo non sia interrotta da alcun ostacolo solido. Il microfono dovrà essere posizionato su di una superficie solida acusticamente riflettente, ad una altezza non inferiore ai 3 m dal piano di campagna nel caso di superfici libere ovvero del piano di appoggio di un edificio. La distanza del microfono da eventuali superfici riflettenti verticali deve essere almeno pari alla loro altezza riferita al microfono stesso.

Caratteristiche del microfono : Nei sistemi di misura assistiti, deve essere usato un microfono con caratteristiche di precisione indicate al precedente comma 1 e dotato di schermo antivento. Nei sistemi di misura non assistiti, i microfoni della catena fonometrica devono essere in grado di mantenere le specifiche di precisione indicate al comma 1 nelle condizioni climatiche più sfavorevoli. Il microfono deve essere inoltre protetto da schermo antivento e protezione antivolatili.

Condizioni meteorologiche: Nel rapporto di misura dovranno essere specificate le condizioni meteorologiche presenti durante i rilievi fonometrici ed i valori misurati di temperatura, pressione, umidità e velocità del vento.

Verifica di stabilità e calibrazione: Nei sistemi non assistiti, la stabilità dell'intera catena fonometrica (dal microfono al dispositivo di acquisizione e lettura dati) deve essere verificata almeno ogni 24 ore mediante una sorgente sonora di livello noto. Si deve procedere, inoltre, alla calibrazione mediante sorgente campione conforme almeno alla classe 1 della norma CEI 29-14 ogni volta che sia stato eseguito un intervento tecnico sulla catena stessa. Quanto detto è valido anche per i sistemi assistiti con la differenza che la calibrazione va effettuata prima e dopo ogni campagna di misura.

Verifica di conformità e taratura: L'intera catena fonometrica del sistema non assistito, nonché la strumentazione del sistema assistito, incluso il calibratore di livello sonoro, devono essere sottoposti a verifica di conformità alle specifiche della classe 1 indicate dalle norme CEI 29-1, 29-10 e 29-14, e successive modificazioni e/o integrazioni, ogni due anni e dopo ogni intervento di riparazione, a cura di un centro autorizzato. In caso di scostamenti dalle tolleranze previste, la strumentazione deve essere sottoposta a taratura di cui deve essere rilasciata certificazione documentativa.

### 6.3 ESTENSIONE TEMPORALE DI MONITORAGGIO

La durata della fase di ante operam e post operam sarà di un anno, mentre la fase di CO avrà una durata di circa due anni e mezzo come riportato specificatamente al paragrafo 3.5 del presente documento.

#### Ante Operam

<i>Codice punto</i>	<i>Frequenza</i>	<i>Durata</i>
RUM-C01	1 volta	24 h
RUM-C02	1 volta	24 h
RUM-C03	1 volta	24 h
RUM-S 01	1 volta	settimanali
RUM-S 02	1 volta	settimanali
RUM-S 03	1 volta	settimanali

#### Corso d'Opera

<i>Codice punto</i>	<i>Frequenza</i>	<i>Durata</i>
RUM-C01	trimestrale	24 h
RUM-C02	trimestrale	24 h
RUM-C03	trimestrale	24 h
RUM-S 01	semestrale	settimanali
RUM-S 02	semestrale	settimanali
RUM-S 03	semestrale	settimanali

#### Post Operam

<i>Codice punto</i>	<i>Frequenza</i>	<i>Durata</i>
RUM-A01	3 volte	settimanale
RUM-A02	3 volte	settimanale
RUM-A03	3 volte	settimanale
RUM-A04	3 volte	settimanale
RUM-A05	3 volte	settimanale
RUM-A06	3 volte	settimanale
RUM-A07	3 volte	settimanale
RUM-A08	3 volte	settimanale
RUM-A09	3 volte	settimanale
RUM-A10	3 volte	settimanale
RUM-A11	3 volte	settimanale



### 6.4 RESTITUZIONE DEI DATI

Nel corso del monitoraggio saranno prodotti i seguenti documenti:

1. Schede di misura;
2. Relazione di fase AO;
3. Relazione di fase CO;
4. Relazione di fase PO.

Di seguito si riporta, a titolo esplicativo, il modello delle schede di misure:

Fase di monitoraggio:				Codice misura:				
Foto				CTR scala 1:10000				
INIZIO MISURA		TERMINE MISURA		TEMPO DI MISURA				
gggg gg/mm/aa ore hh:mm		gggg gg/mm/aa ore hh:mm						
MISURA								
PUNTO				COORDINATE				
	hm	hm	hm	hm	hm	hm	hm	EDIO
day								
night								
TIME HISTORY								
SORGENTI DI RUMORE NON CONNESSE CON L'OPERA								



SORGENTI DI RUMORE CONNESSE CON LA COSTRUZIONE O L'ESERCIZIO DELL'OPERA	
NOTE	
Tecnico competente:	Firma:

GRAFICI GLOBALI	
RAPPRESENTAZIONE GIORNALIERA DEL $L_{EQ}$ AD INTERVALLI ORARI	
RAPPRESENTAZIONE GIORNALIERA DEL $L_{MAX}$ AD INTERVALLI ORARI	
RAPPRESENTAZIONE GIORNALIERA DEL $L_{MIN}$ AD INTERVALLI ORARI	

#### **6.4.1 Restituzione dati del monitoraggio Ante Operam**

Le indagini preliminari, i sopralluoghi, l'installazione delle postazioni e tutti i rilievi in campo consentiranno una migliore caratterizzazione acustica dell'area utile alla progettazione ambientale definitiva ed esecutiva. Per ogni postazione è prevista una campagna di misura secondo la metodica prevista, e al termine del monitoraggio ante operam sarà completamente configurato il sistema di conoscenze sullo stato iniziale dell'ambiente. E' infatti prevista una relazione sullo stato iniziale dell'ambiente, con allegate tutte le schede di misura, da consegnarsi al termine del monitoraggio ante operam.

#### **6.4.2 Restituzione dati del monitoraggio in Corso d'Opera**

Il monitoraggio nella fase di corso d'opera è quello che richiede la maggiore tempestività nella restituzione dei dati, al fine di consentire un efficace intervento da parte del Responsabile di PMA laddove si riscontrassero situazioni di criticità. Il Responsabile di Settore redigerà, alla fine del Corso d'Opera, una relazione annuale di monitoraggio per la componente rumore, che dovrà contenere:

1. analisi dei rilievi effettuati, correlata da tutte le schede di misura complete;
2. evidenza degli eventuali superamenti dei limiti;
3. resoconto degli eventuali fermi di cantiere dovuti al disturbo da rumore e dei provvedimenti di mitigazione adottati per proteggere i ricettori.

#### **6.4.3 Restituzione dati del monitoraggio in Post Operam**

Per ogni postazione è prevista una campagna di misura secondo la metodica prevista, e al termine del monitoraggio post operam sarà prevista una relazione sullo stato iniziale dell'ambiente, con allegate tutte le schede di misura, da consegnarsi al termine del monitoraggio post operam.

## 7 VIBRAZIONI

Il monitoraggio relativo alla componente vibrazioni ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente nel corso della costruzione dell'opera e di valutare se tali variazioni sono imputabili alla costruzione dell'opera, al fine di ricercare le azioni correttive che possono ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni accettabili. Il monitoraggio dello stato ambientale, eseguito prima e durante la realizzazione dell'opera consentirà di:

- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto;
- verificare l'efficacia degli accorgimenti di mitigazione previsti;
- garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nella fase di costruzione;
- rilevare tempestivamente emergenze ambientali impreviste per potere intervenire con adeguati provvedimenti.

Le finalità del monitoraggio della fase di corso d'opera sono le seguenti:

- documentare l'eventuale alterazione dei livelli vibrometrici rilevati nello stato ante-operam;
- individuare eventuali situazioni critiche che si dovessero verificare nella fase di cantiere, allo scopo di prevedere delle modifiche alla gestione delle attività del cantiere e/o al fine di realizzare degli adeguati interventi di mitigazione, di tipo temporaneo.

### 7.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

#### 7.1.1 Norme tecniche di riferimento

Ad oggi non è disponibile alcuna legge nazionale, ma solo norme ed indicazioni a livello comunitario di cui si riportano i riferimenti.

- UNI 9614 «Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo»
- UNI 9916 «Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici».
- UNI ENV 28041 «Risposta degli individui alle vibrazioni. Apparecchiatura di misura».
- UNI 11048: «Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo».
- ISO 2631 «Evaluation of human exposure to whole-body vibration».
  - ISO 2631-1 «General requirements».
  - ISO 2631-2 «Continuous and shock-induced vibrations in buildings (1 to 80 Hz)».
  - ISO 2631-3 «Evaluation of exposure to whole-body z-axis vertical vibration in the frequency range 0,1 to 0,63 Hz».
- ISO 4866 «Mechanical vibration and shock - Vibration of buildings - Guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their effects on buildings».
- ISO 5347 «Methods for the calibration of vibration and shock pick-ups. Basic concepts».
- ISO 5348 «Mechanical vibration and shock - Mechanical mounting of accelerometers».
- DIN 4150.

- DIN 4150-1 «Vibration in buildings. Principles, predetermination and measurement of the amplitude of oscillations».
- DIN 4150-2 «Vibration in buildings. Influence on persons in buildings».
- DIN 4150-3 «Structural vibration in buildings. Effects on structures».
- BS 6472 «Guide to evaluation of human exposure to vibration in buildings (1 Hz to 80 Hz)».

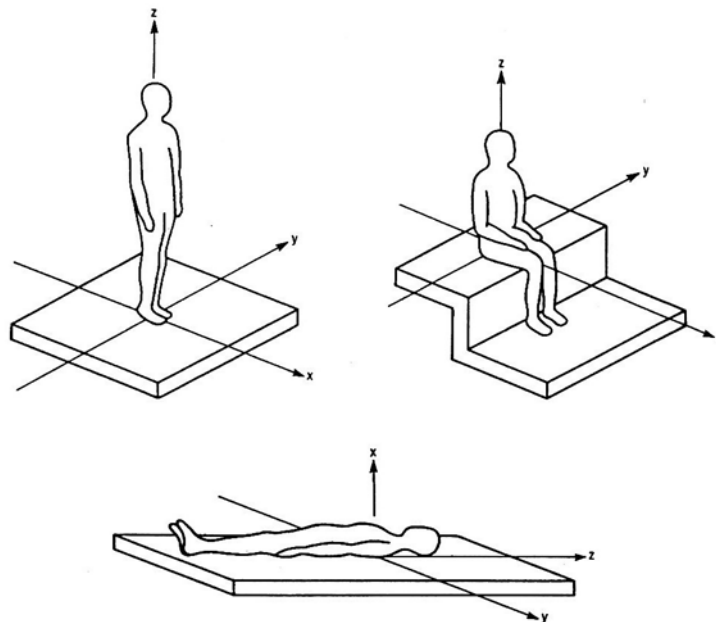
In particolare, per la valutazione del disturbo alle attività umane si fa riferimento alla norma UNI 9614, mentre per la valutazione degli effetti sugli edifici si fa riferimento alla norma UNI 9916.

### 7.1.2 Disturbo alle attività umane

La norma UNI 9614 concorda nei contenuti con la ISO 2631-2. Essa considera 3 tipi di vibrazioni:

- di livello costante: quando il livello di accelerazione ponderato in frequenza rilevato con costante di tempo “slow” varia in un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB;
- di livello non costante: quando il livello di accelerazione ponderato in frequenza rilevato con costante di tempo “slow” varia in un intervallo di ampiezza superiore a 5 dB;
- impulsive: quando sono originate da eventi di breve durata costituiti da un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può comportare o meno, a seconda dello smorzamento della struttura, una serie di oscillazioni che tendono ad estinguersi nel tempo.

Si applica a vibrazioni trasmesse da superfici solide lungo gli assi x, y e z per persone in piedi, sedute o coricate.



La giornata viene suddivisa in due periodi di riferimento:

- diurno, dalle 7 alle 22;
- notturno, dalle 22 alle 7.

La gamma di frequenze considerate va da 1 a 80 Hz. La grandezza per caratterizzare l'intensità del fenomeno vibratorio è l'accelerazione che viene espressa in termini di valore efficace (RMS):

$$a_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) \cdot dt}$$

dove:

$a(t)$  = accelerazione in funzione del tempo

$T$  = tempo di integrazione.

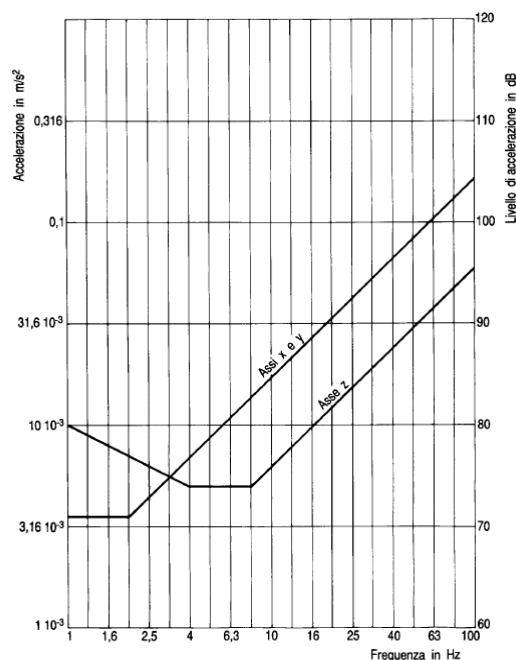
La Normativa UNI 9614 permette di caratterizzare la vibrazione anche attraverso l'espressione del livello di accelerazione in dB:

$$L = 20 \cdot \text{Log}_{10} \frac{a}{a_0}$$

dove  $a$  il valore efficace r.m.s. dell'accelerazione sul periodo  $T$  di misura, e  $a_0$  è il valore dell'accelerazione di riferimento, pari a  $10^{-6} \text{ m/s}^2$  (ISO 1683).

La norma individua una “soglia di percezione delle vibrazioni” che varia a seconda della frequenza considerata e dell'asse di riferimento, e che può essere sintetizzata nella curva seguente.

***Curve di soglia di percezione delle vibrazioni***



Viene anche definita una soglia di percezione cumulativa, da confrontarsi con i valori di accelerazione ponderati in frequenza secondo opportuni filtri di pesatura.

Tale soglia si pone a  $5.0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2$  (74 dB) per l'asse z e  $3.6 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2$  (71 dB) per gli assi x e y.

I valori cumulati di accelerazione si calcolano secondo la formula:

$$L_w = 10 \cdot \left( \text{Log}_{10} \sum_i 10^{L_{i,w}/10} \right)$$



dove  $L_{i,w}$  rappresenta il livello di accelerazione per la banda di frequenza  $i$ -esima, pesato secondo i valori riportati nella tabella seguente.

*Attenuazione dei filtri di ponderazione*

<i>Frequenza [Hz]</i>	<i>Asse z [dB]</i>	<i>Assi x- y [dB]</i>	<i>Postura non nota o variabile [dB]</i>
1	6	0	0
1.25	5	0	0
1.6	4	0	0
2.0	3	0	0
2.5	2	2	0.5
3.15	1	4	1
4.0	0	6	1.5
5.0	0	8	2
6.3	0	10	2.5
8.0	0	12	3
10.0	2	14	5
12.5	4	16	7
16.0	6	18	9
20.0	8	20	11
25.0	10	22	13
31.5	12	24	15
40.0	14	26	17
50.0	16	28	19
63.0	18	30	21
80.0	20	32	23

La curva limite per posture non note o variabili tiene conto del fatto che, in alcuni casi (per esempio all'interno di edifici residenziali utilizzati da persone in piedi o coricate in diverse ore del giorno) non è possibile definire un asse specifico di vibrazione. Essa è calcolata a partire dalla relazione:

$$\text{Attenuazione} = 10 \text{Log}_{10}(1 + (f / 5.6)^2)$$

dove  $f$  è la frequenza di banda considerata.

Infine, la norma 9614 definisce i criteri per la scelta della strumentazione di misura, per il confronto con le vibrazioni residue e indica le informazioni da riportare nel resoconto di misura. I criteri per la valutazione del disturbo sono riportati in allegato, e non costituiscono parte integrante della norma. Tuttavia, essendo gli unici parametri di riferimento nell'ambito della normativa italiana, li descriviamo nel seguito. In generale, i quattro

parametri fisici per la determinazione del comportamento umano alle vibrazioni sono: l'intensità, la frequenza, la direzione e la durata (tempo di esposizione) delle vibrazioni.

La risposta allo stimolo vibratorio è riferita a tre tipi di reazione soggettiva:

- mantenimento dell'efficienza lavorativa
- conservazione dello stato di salute e sicurezza
- mantenimento del comfort

per le quali sono stati stabiliti dei limiti di esposizione.

I limiti per quanto riguarda la risposta umana alle vibrazioni all'interno di edifici tengono pertanto conto del periodo del giorno, del tipo di vibrazione e distinguono tra i diversi tipi di insediamento. In particolare, la norma differenzia i limiti per le cosiddette aree critiche, identificabili con sale operatorie, laboratori di precisione, locali in cui si svolgono lavori manuali delicati, precisando che la criticità dell'area è limitata al periodo di tempo in cui vi si svolgono le attività sensibili alle vibrazioni.

### 7.1.3 Limiti per vibrazioni di livello costante

L'appendice alla normativa definisce diversi livelli di riferimento per l'asse z e per gli assi x e y. Riportiamo i limiti per gli assi x e y, dal momento che sono i più restrittivi e che ad essi occorre fare riferimento anche nel caso di accelerazioni misurate per situazioni di postura non nota o variabile.

*Valori limite di vibrazione per gli assi x,y, e per postura variabile (UNI 9614)*

<i>Luogo</i>	<i>A [m/s<sup>2</sup>]</i>	<i>L [dB]</i>
Aree critiche	3.3 * 10 <sup>-3</sup>	71
Abitazioni (notte)	5.0 * 10 <sup>-3</sup>	74
Abitazioni (giorno)	7.2 * 10 <sup>-3</sup>	77
Uffici	14.4 * 10 <sup>-3</sup>	83
Fabbriche	28.8 * 10 <sup>-3</sup>	89

I valori esposti nella tabella precedente vanno confrontati con i valori di accelerazione complessiva ponderata in frequenza, facendo riferimento ai valori più elevati riscontrati sui tre assi. Il giudizio sulla accettabilità (tollerabilità) delle vibrazioni deve poi essere temperato con altri fattori (frequenza con cui si verifica il fenomeno vibratorio, durata, etc...)

### 7.1.4 Limiti per vibrazioni di livello non costante

Per vibrazioni di livello non costante i limiti esposti devono essere confrontati con l'accelerazione equivalente misurata in un intervallo di tempo significativo T, espressa in metri al secondo quadrato o in decibel, come indicato dalle relazioni seguenti.

$$a_{w,eq} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [a_w(t)]^2 \cdot dt}$$

$$L_{w,eq} = 10 \cdot \text{Log} \left[ \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [a_w(t)/a_0]^2 \cdot dt} \right]$$

### 7.1.5 Limiti per vibrazioni impulsive

Secondo la norma UNI 9614, le vibrazioni impulsive possono essere rilevate misurando il valore di picco dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza; tale valore va moltiplicato per il fattore 0.71 per stimare il corrispondente valore efficace (nel caso di livelli in dB, va diminuito di 3 dB). Il valore efficace così determinato si confronterà con i limiti esposti nella tabella seguente.

*Valori limite di accelerazione per le vibrazioni impulsive*

<i>Luogo</i>	<i>Asse z [m/s<sup>2</sup>]</i>	<i>Assi x e y [m/s<sup>2</sup>]</i>
Aree critiche	5.0 * 10 <sup>-3</sup>	3.6 * 10 <sup>-3</sup>
Abitazioni (notte)	7.0 * 10 <sup>-3</sup>	5.0*10 <sup>-3</sup>
Abitazioni (giorno)	0.30	0.22
Uffici e fabbriche	0.64	0.46

Tali limiti vanno adottati se il numero di eventi impulsivi giornalieri non è maggiore di 3. Nel caso che gli eventi siano in numero superiore, si applicano fattori correttivi che abbassano progressivamente i limiti, fino a farli coincidere con quelli per vibrazioni costanti. Al termine dell'appendice la norma raccomanda il calcolo del fattore di cresta, dal momento che, per fattori di cresta superiori a 6, i criteri descritti potrebbero sottostimare l'effetto delle vibrazioni. A questo proposito si ricorda che, per eventi con fattori di cresta elevati, sono spesso utilizzati due indicatori: il MTVV ed il VDV. Il MTVV (maximum transient vibration value) si ottiene come massimo, su tutto il tempo di misura, del running rms, cioè del valore quadratico medio calcolato, ad ogni istante integrando sul secondo precedente:

$$a_w(t_0) = \left[ \frac{1}{\tau} \int_{(t_0-\tau)}^{t_0} a_w^2(t) dt \right]^{1/2}, \text{ con } \tau = 1 \text{ sec.}$$

$$MTVV_{(T)} = |a_w(t_0)|_{\max}$$

I valori di MTVV si confrontano con limiti che variano in funzione del numero di eventi, fino a coincidere, nel caso di 100 o più eventi, con i limiti per vibrazioni di livello costante.

Il VDV (vibration dose value) di quarto grado è definito come

$$VDV = \left[ \int_0^T a_w^4 \right]^{1/4}$$

e fornisce una misura dell'esposizione più sensibile alle brusche oscillazioni. Nel caso in cui il soggetto sia esposto ad un numero n di eventi, si definisce il VDV globale come:

$$VDV_{total} = \left[ \sum_{i=1}^n (VDV)_i^4 \right]^{1/4}$$

Per ulteriori dettagli, si può fare riferimento a:

- Griffin, M.J. "Handbook of human vibration", Academic press, London, 1990.
- Harris-Piersol "Harris' Shock and vibration handbook – 5th edition", McGraw-Hill, 2002

### 7.1.6 Effetti sugli edifici

Relativamente al problema in oggetto l'unico riferimento normativo nazionale è costituito dalla norma UNI 9916:1991 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici" la quale fornisce indicazioni generiche in merito ai criteri di misura delle vibrazioni sugli edifici, mentre solo a carattere informativo, cita dei criteri di accettabilità dei livelli di vibrazione riprendendo alte normative europee. E' inoltre inclusa nella norma una classificazione degli edifici in funzione delle categorie di struttura, di fondazione, di terreno.

Tale norma è stata revisionata nel 2004. La nuova norma UNI 9916 fornisce una guida per la scelta delle metodologie appropriate per la misurazione, il trattamento dei dati e la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici.

Essa identifica inoltre le possibili sorgenti di vibrazione ed i fattori che influenzano la risposta strutturale dell'edificio alle vibrazioni.

Le vibrazioni possono essere generate dall'esterno, trasmesse attraverso il terreno o causate da sovrappressioni d'aria (per esempio traffico aereo, vento), ovvero dall'interno, dovute ad attività antropiche o ad azioni di macchinari.

Si considerano vibrazioni di carattere sia transitorio che continuo. Sono presi in considerazione solo gli effetti diretti delle vibrazioni sugli edifici: altri effetti delle vibrazioni, quali il movimento di oggetti non fissati all'interno degli edifici, la possibilità di danni ad apparecchiature e gli effetti delle vibrazioni sugli occupanti non sono trattati nella norma.

La norma fornisce criteri e metodologie atti a valutare la potenzialità delle vibrazioni a causare danni di tipo architettonico e fornisce nell'Appendice D valori indicativi di riferimento, i quali non possono tuttavia essere considerati come limiti assoluti di accettabilità o non accettabilità.

La norma si applica in generale a tutte le tipologie di edifici di carattere abitativo, industriale e monumentale. Ciminiere, ponti e strutture sotterranee, quali gallerie e tubazioni, non vengono considerate.

Effetti di vibrazioni generate da terremoti e da onde marine sono al di fuori del campo di interesse della norma. Inoltre essa non considera le molte altre cause di danno negli edifici che possono manifestarsi anche in assenza di vibrazioni.

Le raccomandazioni fornite nella nuova UNI 9916 sulla risposta strutturale degli edifici, si limitano agli effetti delle vibrazioni che possono comportare l'insorgere di "danno architettonico o di soglia".

I valori e le metodologie semplificate riportati non sono generalmente applicabili ai casi di insorgenza di "danno maggiore" per il quale è necessario ricorrere a valutazioni ed approfondimenti specifici.

Nelle tabelle seguenti riportiamo i valori di riferimento (riportati nell'appendice D della UNI 9916:2004 e già indicati nelle DIN 4150-3) per il danno di soglia agli edifici, rispettivamente per le vibrazioni di breve durata (cioè tali da escludere problemi di fatica e amplificazioni dovute a risonanza nella struttura interessata) e per le vibrazioni di lunga durata.

**Valori di riferimento per la velocità di vibrazione (p.c.p.v) al fine di valutare l'azione di vibrazioni di breve durata sulle costruzioni**

		Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.c.p.v. in [mm/s]			
		Fondazioni			Piano alto
Classe	Tipo di edificio	Da 1 a 10 HZ	Da 10 a 50 HZ	Da 50 a 100 HZ*	Tutte le frequenze
1	Costruzioni industriali, edifici industriali e costruzioni strutturalmente simili	20	Varia linearmente da 20 ( $f = 10$ Hz) a 40 ( $f = 50$ Hz)	Varia linearmente da 40 ( $f = 50$ Hz) a 50 ( $f = 100$ Hz)	40

		<i>Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.c.p.v. in [mm/s]</i>			
		Fondazioni			Piano alto
2	Edifici residenziali e costruzioni simili	5	Varia linearmente da 5 ( $f = 10$ Hz) a 15 ( $f = 50$ Hz)	Varia linearmente da 15 ( $f = 50$ Hz) a 20 ( $f = 100$ Hz)	15
3	Costruzioni che non ricadono nelle classi 1 e 2 e che sono degne di essere tutelati (per esempio monumenti storici)	3	Varia linearmente da 3 ( $f = 10$ Hz) a 8 ( $f = 50$ Hz)	Varia linearmente da 8 ( $f = 50$ Hz) a 10 ( $f = 100$ Hz)	8
* per frequenze oltre 100 Hz possono essere usati i valori di riferimento per 100 Hz					

*Valori di riferimento per le componenti orizzontali della velocità di vibrazione (p.c.p.v) al fine di valutare l'azione di vibrazioni lunga durata sulle costruzioni*

Classe	Tipo di edificio	Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.c.p.v. in [mm/s] (per tutte le frequenze)
1	Costruzioni industriali, edifici industriali e costruzioni strutturalmente simili	10
2	Edifici residenziali e costruzioni simili	5
3	Costruzioni che non ricadono nelle classi 1 e 2 e che sono degne di essere tutelati (per esempio monumenti storici)	2.5

Entrambe le tabelle fanno riferimento al p.c.p.v (peak component particle velocity) definito come il valore massimo del modulo di una delle tre componenti ortogonali misurate simultaneamente in un punto o ottenute mediante integrazione.

Definizioni dei punti di monitoraggio e

## 7.2 DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

La scelta dei punti di monitoraggio è guidata dai seguenti fattori:

- tipologia e livelli di emissione delle sorgenti di vibrazioni attese dalle lavorazioni;
- natura geolitologica del terreno;
- tipo e natura dei ricettori (destinazione d'uso e caratteristiche strutturali, età, tipo di fondazioni, etc.);
- presenza di edifici tutelati in base al D.Lgs. 42/2004.

I principali driver che hanno guidato la scelta dei punti di monitoraggio sono quindi i seguenti:

- ✓ tipologia e livelli di vibrazione collegati alle attività di cantiere;
- ✓ natura dei ricettori e loro distanza dal cantiere.

### 7.3 PARAMETRI RILEVATI

#### 7.3.1 Definizioni

Le vibrazioni che si propagano attraverso un mezzo elastico possono essere caratterizzate attraverso tre grandezze di base:

- il vettore spostamento  $(s_x \ s_y \ s_z)$  misurato in m
- il vettore velocità  $(v_x \ v_y \ v_z)$  misurato in m/s
- il vettore accelerazione  $(a_x \ a_y \ a_z)$  misurato in m/s<sup>2</sup>

Queste grandezze possono alternativamente essere espresse, invece che in m, m/s, m/s<sup>2</sup>, come livelli in dB rispetto a dei valori di riferimento, secondo le seguenti espressioni:

$$L_s = 20 \cdot L \quad s_0 = 10^{-12} m \quad \text{Livello di spostamento in dB}$$

$$L_v = 20 \cdot L \quad v_0 = 10^{-9} m/s \quad \text{Livello di velocità in dB}$$

$$L_a = 20 \cdot L \quad a_0 = 10^{-6} m/s^2 \quad \text{Livello di accelerazione in dB}$$

Poiché le vibrazioni sono caratterizzate da estrema variabilità dei valori istantanei, si rileva l'esigenza di individuare, su un dato intervallo temporale, un indicatore che sia sufficientemente rappresentativo del fenomeno. L'indicatore comunemente utilizzato è il valore quadratico medio.

Si definisce valore efficace o valore quadratico medio (RMS - Root Mean Square) di accelerazione, sul tempo di integrazione T come:

$$a_{RMS,T} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [a(t)]^2 \cdot dt}$$

dove  $a(t)$  è il valore istantaneo dell'accelerazione.

Il corrispondente livello di accelerazione RMS è definito come:

$$L_{RMS,Y} = 10 \cdot \text{Log} \left[ \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [a(t)/a_0]^2 \cdot dt} \right]$$

In modo analogo vengono definiti anche i valori efficaci di velocità e spostamento.

Durante il monitoraggio saranno valutati, in un intervallo di tempo rappresentativo, l'accelerazione equivalente o il livello di accelerazione equivalente, ponderati secondo le curve definite nella norma UNI 9614 e definiti come:

$$a_{w,eq} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [a_w(t)]^2 \cdot dt}$$

$$L_{w,eq} = 10 \cdot \text{Log} \left[ \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [a_w(t)/a_0]^2 \cdot dt} \right]$$

dove:

$am(t)$  è l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza

$T$  è la durata del rilievo.

Saranno inoltre riportati i valori di  $a$  in modulo, senza fattore di ponderazione.

Si definisce  $a_{max}$  (e, analogamente, la versione ponderata  $am_{max}$ ) il massimo tra i valori di accelerazione  $a_{RMS,1}$  su tempo di integrazione pari ad un secondo, calcolato per tutti gli istanti che compongono il tempo di misura.

Si definisce valore di picco ( $am_{peak}$ ) la massima oscillazione in valore assoluto dell'accelerazione ponderata in frequenza; tale valore non è ricavato da una media integrale. Si definisce fattore di cresta come il rapporto tra il valore di picco e il valore efficace, dove il valore efficace, secondo la norma UNI 9614, deve essere rilevato su un intervallo temporale di ampiezza superiore a 1 minuto.

### 7.3.2 Indicatori da rilevare

In ciascun punto di monitoraggio è prevista l'acquisizione dei seguenti dati per ogni asse x, y, z:

- time history del rilievo ( $a$ ,  $a_w$ ,  $v$ ) con una risoluzione pari a 1 secondo;
- $a_{wmax}$ ,  $a_{max}$ , relativi all'intero periodo di registrazione;
- Velocità di vibrazione p.c.p.v. in [mm/s] relativo all'intero periodo di registrazione: sarà riportato il valore massimo tra tutte le bande di frequenza, e la frequenza a cui è stato rilevato;
- predisposizione dello spettro di  $a$  per l'intero periodo di misura (spettro medio, spettro dei massimi); nel caso di misure da 24 ore, per i periodi di riferimento diurno e notturno;
- time history del rilievo, per tutte le bande di frequenza da 1 a 80 Hz, con risoluzione pari ad 1 secondo (dato di controllo, da non riportare nella scheda di misura).

Inoltre, la valutazione dei risultati dovrà comprendere l'analisi dei superamenti della soglia di sensibilità (che nella UNI 9614 è posta pari a  $5 \cdot 10^{-3} m/s^2$  per l'asse z e  $3.6 \cdot 10^{-3} m/s^2$  per gli assi x e y, riferiti ai valori di accelerazione ponderati in frequenza). Per ognuno di questi eventi, saranno riportati i seguenti dati:

- ✓ data e ora di inizio dell'evento;
- ✓ durata dell'evento;
- ✓ valori di  $a$ ,  $a_w$ ,  $a_{wmax}$ ,  $v_{max,f}$  (banda e valore), relativi all'intera durata dell'evento;
- ✓  $a_{wpeak}$  e fattore di cresta, nel caso di evento impulsivo;
- ✓ spettro di  $a$  per l'intero evento (spettro medio, spettro dei massimi).

Durante l'esecuzione delle misure in campo verranno rilevate una serie di informazioni complementari, che saranno inserite nel rapporto di misura:

- denominazione del ricettore e indirizzo;
- coordinate geografiche del punto di misura;
- fotografia del punto di misura;
- descrizione dell'esatto posizionamento della strumentazione di misura (nell'ambito dell'edificio: il piano; nell'ambito del piano: la stanza);
- tipo e caratteristiche delle sorgenti di vibrazione interagenti con il punto di monitoraggio;
- caratteristiche costruttive dell'edificio e delle fondazioni;
- lesioni agli edifici derivanti da cedimenti o altri dissesti e non/forse alle vibrazioni;

- traffico su infrastrutture stradali e ferroviarie;
- lavorazioni effettuate in cantieri e anomalie.

## 7.4 METODOLOGIA DI RILEVAMENTO

### 7.4.1 Scelta delle grandezze da misurare

Il moto può essere misurato attraverso una qualunque delle grandezze cinematiche che lo caratterizzano (accelerazione, velocità, spostamento). Si deve però ricordare che:

- l'accelerazione è la grandezza normalmente utilizzata per la valutazione del disturbo alle attività umane;
- l'accelerazione è la grandezza più facilmente misurabile grazie alla disponibilità di strumenti (accelerometri) molto efficienti che possiedono sensibilità e risposta in frequenza adeguate e robustezza e facilità di impiego elevata;
- la velocità è la grandezza normalmente utilizzata per definire parametri e valori di riferimento nella valutazione del danno alle strutture, essendo direttamente legata all'energia cinetica. La strumentazione esistente presenta però dei limiti nella risposta alle basse frequenze.
- Lo spostamento assoluto è di difficile misurazione e di scarso significato fisico ai fini della valutazione del danno. E' invece di interesse la misurazione di spostamenti relativi tra le parti strutturali (ad esempio tra i bordi di lesioni esistenti) perché possono essere indici della capacità del fenomeno vibratorio di produrre danno.

In virtù delle considerazioni esposte in precedenza, si ritiene opportuno misurare direttamente l'accelerazione e ottenere poi la velocità per integrazione. Nel rapporto di misura sarà riportata in dettaglio la descrizione del processo di integrazione (analogico o digitale) adottato.

### 7.4.2 Posizionamento della strumentazione per le misurazioni ai ricettori

La strumentazione sarà posta al piano più alto e nel locale abitativo nel quale sono prevedibili i livelli di vibrazione più elevati, preferibilmente in uno dei locali più sensibili al disturbo dovuto alle vibrazioni, come nella zona notte per le abitazioni. Gli accelerometri saranno fissati al centro dei solai. Le modalità di fissaggio degli accelerometri devono consentire la fedele riproduzione del moto vibratorio dell'elemento sul quale essi sono fissati, senza che siano introdotte alterazioni del moto stesso imputabili al sistema di accoppiamento del trasduttore. Il sistema di fissaggio sarà quindi quanto più rigido possibile. Il fissaggio degli accelerometri agli elementi strutturali sarà conforme alle indicazioni della norma UNI ISO 5348. Le modalità adottate saranno indicate nel rapporto di prova. Nei limiti del possibile saranno evitati elementi di supporto del trasduttore; in ogni caso l'elemento di supporto deve potersi considerare rigido nel campo di frequenze tra 1 e 300 Hz. Esso può essere fissato all'elemento strutturale per mezzo di viti o resine incollanti ad essiccazione rapida. Il fissaggio diretto del captatore è sempre preferibile. Sono ammessi il collegamento meccanico con viti, l'incollaggio e il fissaggio magnetico, in ogni caso il metodo adottato non deve provocare alterazioni della grandezza da misurare nel campo di frequenza di interesse.



### 7.4.3 Condizioni meteorologiche per l'esecuzione delle misurazioni ai ricettori

Per ciò che riguarda la propagazione delle vibrazioni non esiste una vera e propria stagionalità se non quella derivante dalla fluttuazione del livello di falda, che può determinare variazioni nello spettro di emissione e nell'intensità vibrometrica, e dalla variazione di rigidità degli strati superficiali del terreno nei periodi di gelo invernali. E' pertanto sconsigliato procedere alle misure nei mesi in cui le temperature ambientali scendono sotto zero (per il caso in esame evenienza piuttosto rara) o qualora si osservino ristagni d'acqua nei terreni. Oltre ai fattori climatici, i rilievi sono influenzati dalle variazioni cicliche dei flussi di traffico. Sono perciò escluse le misure in periodi anomali (giorni festivi e prefestivi, mese di agosto, ecc.). Per quanto attiene le condizioni climatiche previste per il corretto funzionamento della strumentazione, sarà verificato che alla temperatura d'utilizzo non intervengano fenomeni di deviazione della sensibilità degli accelerometri in relazione alla temperatura stessa.

## 7.5 TIPOLOGIA DI MISURAZIONI

Il monitoraggio ai ricettori prevede l'esecuzione di misurazioni della tipologia VIB-G, aventi durata pari a 24 ore, non presidiate. Le misurazioni prevedono l'acquisizione sia del parametro velocità sia del parametro accelerazione, e risultano conformi alla UNI 9916 e alla UNI 9614.

## 7.6 STRUMENTAZIONE DI MISURA

### 7.6.1 Tipologia di strumentazione

La catena di misura si compone usualmente di:

- ✓ Accelerometri monoassiali/triassiali;
- ✓ Amplificatore di carica (se gli accelerometri non sono di tipo IEPE);
- ✓ Analizzatore di spettro in tempo reale;
- ✓ PC portatile;
- ✓ Software dedicato per l'acquisizione dati.

Potranno essere utilizzati sensori triassiali oppure tre sensori monoassiali disposti secondo le tre componenti ortogonali di accelerazione.

### 7.6.2 Requisiti tecnici degli strumenti

La strumentazione di misura deve rispondere alle norme IEC 184, IEC 222 e IEC 225, come indicato dalla norma UNI 9614. Nel rapporto di prova sarà completamente descritta la catena di misura e acquisizione dati e saranno precisate le caratteristiche di risposta in frequenza del sistema di misura. Per ogni sensore e per il relativo circuito di condizionamento occorre siano definite e note le caratteristiche prestazionali, in particolare:

- curva di taratura;
- risposta in frequenza del sistema trasduttore + unità di condizionamento;
- campo di misura;
- sensibilità;
- linearità;
- precisione;

- tensione di alimentazione (se necessaria).

Oltre alle caratteristiche dei sensori, rivestono importanza anche quelle relative all'intera catena di misura; in particolare:

- le caratteristiche dei cavi;
- la schermatura e la messa a terra (es: congruenza tra i riferimenti di massa);
- le caratteristiche degli amplificatori e dei filtri (se necessari);
- la distanza tra i trasduttori e le unità di condizionamento (eventualità di adottare captatori alimentati in corrente, ripetitori di segnale);
- la protezione delle unità di condizionamento e dei sistemi di acquisizione.

Le caratteristiche degli accelerometri di previsto utilizzo sono di seguito indicate:

<i>Caratteristiche accelerometri</i>	
<i>Grandezza</i>	<i>Valore</i>
Range di frequenza	1 ÷ 300 Hz
Range di misura	50 m/s <sup>2</sup>
Risoluzione	≤ 0.1 mm/s <sup>2</sup>
Linearità	≤ ± 1 %
Sensibilità trasversale	≤ ± 5 %

Si osserva che i valori appena riportati sono stati valutati considerando le norme ISO 2631/1 e 2, UNI 9614 e UNI 9916.

### 7.6.3 Taratura e calibrazioni

La catena complessiva di misura (trasduttori, apparecchi per il condizionamento del segnale ed il sistema di acquisizione dati) utilizzata sarà corredata da certificato di taratura, non anteriore a 2 anni dalla misura, rilasciato da laboratorio qualificato secondo le norme UNI ISO 5347:1993. Il controllo periodico sarà eseguito presso laboratori accreditati ACCREDIA e avverrà comunque ogni qual volta vi sia un evento traumatico per la strumentazione o la riparazione della stessa. È ammessa la taratura indiretta della strumentazione consistente nel confronto tra le indicazioni del sensore da tarare/calibrare ed un sensore campione munito di certificato SIT. All'inizio e alla fine di ogni rilievo sarà eseguita la calibrazione della catena di misura, utilizzando appositi calibratori tarati. Il modo più comodo per eseguire in campo il controllo periodico della calibrazione consiste nell'impiego di una sorgente di vibrazione calibrata alimentata a batteria. In caso di utilizzo di un sistema di registrazione e di riproduzione, i segnali di calibrazione saranno registrati.

## 7.7 ESTENSIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

Le fasi oggetto di monitoraggio saranno:

- Ante Operam, in modo da definire i livelli vibrometrici sito-specifici prima dell'inizio dell'attività di costruzione dell'opera aeroportuale e dell'apertura dei cantieri.

- Corso d’Opera, con lo scopo di caratterizzare i livelli vibrometrici presso i ricettori più esposti alle attività previste in progetto.
- Post operam

## 7.8 DURATA, PERIODICITÀ E PROGRAMMA DELLE MISURE

Le attività di monitoraggio si svolgeranno come segue:

### Fase Ante Operam

- Misure VIB-G: 2 misurazione presso 2 postazioni di misura

### Fase Corso d’Opera

- Misure VIB-G: misurazioni con frequenza semestrale (in corrispondenza dei periodi di potenziale massima esposizione) presso 2 postazioni di misura

### Fase Post Operam

- Misure VIB-G: 2 misurazione presso 2 postazioni di misura

Per la localizzazione dei punti di misura si rimanda alla tavola di localizzazione dei punti di monitoraggio allegata al presente documento.

## 7.9 RESTITUZIONE DEI DATI

Nel corso del monitoraggio saranno prodotti i seguenti documenti:

4. Schede di misura;
5. Relazione di fase AO;
6. Relazione di fase CO;
7. Relazione di fase PO.

Di seguito si riporta a titolo esplicativo le schede di restituzione:



Fase di monitoraggio:	Codice misura:
Foto ricettore	Foto di dettaglio del piano di misura
Foto dell'ambiente in cui è situata la postazione di misura	Foto di dettaglio sul posizionamento degli accelerometri
Stralci cartografici con indicazione del ricettore indagato	

POSIZIONE RISPETTO ALLA POTENZIALE INTERFERENZA

FAL                                      pk:                                       Cantiere                                      n.:

INIZIO MISURA	TERMINE MISURA	TEMPO DI MISURA



STRUMENTAZIONE	CALIBRATORE
Accelerometro X: Accelerometro Y: Accelerometro Z: Analizzatore:	

UBICAZIONE PUNTO	COORDINATE	
Piano: Lato dell'edificio: Ambiente:	X:	Y:

**DESCRIZIONE DELLE SORGENTI DI VIBRAZIONE**

Numero di eventi impulsivi durante la misura:

**NOTE**

Operatore:

**RISULTATO DELLE MISURE (INTERO PERIODO)**

	asse	a (mm/s <sup>2</sup> )	a <sub>w</sub> (mm/s <sup>2</sup> )	a <sub>wmax</sub> (mm/s <sup>2</sup> )	banda v <sub>max,f</sub> (Hz)	valore v <sub>max,f</sub> (mm/s)	L <sub>w</sub> (dB)	L <sub>wmax</sub> (dB)
Intera Registrazione	x							
	y							
	z							
Periodo Diurno (07-22)	x							
	y							
	z							
Periodo Notturno (22-07)	x							
	y							
	z							

**RISULTATO DELLE MISURE (EVENTI)**

N .	Inizio (hh:mm:ss)	Durata (s)	asse	a (mm/s <sup>2</sup> )	a <sub>w</sub> (mm/s <sup>2</sup> )	a <sub>wmax</sub> (mm/s <sup>2</sup> )	banda velocità	valore velocità	a <sub>wpeak</sub> (mm/s <sup>2</sup> )	Fatt Cresta a <sub>w</sub>
1			x							
			y							
			z							
			Descrizione							
2			x							
			y							
			z							
			Descrizione							
...			x							
			y							
			z							
			Descrizione							

**NOTE**

Operatore:



GRAFICI GLOBALI: TIME HISTORY ACCELERAZIONE (NON PONDERATO)

X

Y

Z

NOTE

GRAFICI GLOBALI: ASSE X	
TIME HISTORY $a_w$	
SPETTRO DI $a$ (NON PONDERATO)	
Inserire lo spettro sovrapposto alle curve limite previste dalla ISO 2631	Inserire tabella con valori dello spettro
SPETTRO DEI MASSIMI DI $a$ (NON PONDERATO)	
Inserire lo spettro sovrapposto alle curve limite previste dalla ISO 2631	Inserire tabella con valori dello spettro
NOTE	

GRAFICI GLOBALI: ASSE Y

TIME HISTORY  $a_w$



SPETTRO DI  $a$  (NON PONDERATO)

Inserire lo spettro sovrapposto alle curve limite previste dalla ISO 2631

Inserire tabella con valori dello spettro

SPETTRO DEI MASSIMI DI  $a$  (NON PONDERATO)

Inserire lo spettro sovrapposto alle curve limite previste dalla ISO 2631

Inserire tabella con valori dello spettro

NOTE



GRAFICI GLOBALI: ASSE Z	
TIME HISTORY $a_w$	
SPETTRO DI $a$ (NON PONDERATO)	
<p>Inserire lo spettro sovrapposto alle curve limite previste dalla ISO 2631</p>	<p>Inserire tabella con valori dello spettro</p>
SPETTRO DEI MASSIMI DI $a$ (NON PONDERATO)	
<p>Inserire lo spettro sovrapposto alle curve limite previste dalla ISO 2631</p>	<p>Inserire tabella con valori dello spettro</p>
NOTE	

GRAFICI EVENTO 1: ASSE SU CUI SI VERIFICA IL SUPERAMENTO DI SOGLIA

TIME HISTORY  $a_w$



SPETTRO DI  $a$  (NON PONDERATO)

Inserire lo spettro sovrapposto alle curve limite previste dalla ISO 2631

Inserire tabella con valori dello spettro

SPETTRO DEI MASSIMI DI  $a$  (NON PONDERATO)

Inserire lo spettro sovrapposto alle curve limite previste dalla ISO 2631

Inserire tabella con valori dello spettro

NOTE

### **7.9.1 Restituzione dati del monitoraggio Ante Operam**

Prima dell'inizio dell'attività di cantiere saranno portate a termine tutte le indagini preliminari. I risultati ottenuti nella fase ante operam saranno resi disponibili per provvedere a eventuali cambiamenti da apportare al PMA durante la fase di Corso d'Opera. Al fine di illustrare i risultati delle attività preliminari di acquisizione dati, dei sopralluoghi effettuati, delle campagne di misura compiute e delle elaborazioni sui dati, sarà redatta una relazione di fase ante operam.

### **7.9.2 Restituzione dati del monitoraggio in Corso d'Opera**

I dati raccolti nel corso d'opera necessitano di una rapida accessibilità, infatti al Responsabile di Piano di Monitoraggio Ambientale si deve permettere di agire rapidamente sulle base delle criticità individuate. Il Rs avrà il compito di redigere una relazione per la componente vibrazioni, con tutti i rilievi effettuati (e relative schede di misura), con le situazioni di superamento dei limiti previsti e con tutti gli interventi adottati per la mitigazione presso i ricettori.

### **7.9.3 Restituzione dati del monitoraggio in Post Operam**

Al termine della fase di post operam sarà redatta una relazione di fase di post operam con i risultati delle campagne di misura effettuate per ciascuna postazione di misura.

## 8 CAMPI ELETTROMAGNETICI

All'interno del presente capitolo si riporta la descrizione del piano di monitoraggio relativo alla componente elettromagnetica.

Scopo del presente monitoraggio ambientale è quello di individuare e mettere a punto una procedura che permetta di misurare le quantità significative per la protezione delle persone dall'esposizione ai CEM emessi da impianti radar.

I punti di monitoraggio prescelti sono quelli posti nelle vicinanze del radar primario del tipo 33S che controlla l'avvicinamento degli aerei all'aeroporto *Amerigo Vespucci di Firenze Peretola*, localizzato nell'immediata periferia di Firenze.

### 8.1 QUADRO NORMATIVO

L'esposizione della popolazione ai CEM è regolata in Italia dalla legge n. 36, del 22 febbraio 2001 che indica i principi fondamentali e dal DPCM dell'8 luglio 2003, che stabilisce i limiti di esposizione in termini di intensità del campo elettrico (in V/m) o di densità di potenza ( $W/m^2$ ), al variare della frequenza.

Purtroppo, per quel che concerne gli impianti radar, il suddetto DPCM 08/07/2003 (Art.1, comma 3) afferma che i limiti verranno stabiliti da un successivo DPCM, che però a tutt'ora non ha visto la luce.

Lo stesso DPCM (Art.1, comma 4) fornisce una soluzione temporanea stabilendo che "per i CEM generati da sorgenti non riconducibili ai sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi, si applica l'insieme completo delle raccomandazioni stabilite nella raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 luglio 1999. Quest'ultima, accogliendo le indicazioni contenute nelle linee guide dell'ICNIRP, chiede di limitare la densità di potenza di picco dei CEM pulsati (e quindi anche dei CEM emessi dagli impianti radar) ad un valore ottenuto moltiplicando per 1000 la densità di potenza media (media su 6 minuti), o, equivalentemente, di usare come limite per il campo elettrico di picco il valore che si ottiene moltiplicando per 32 il limite per il campo elettrico medio. In sostanza, i limiti per il picco dei campi pulsati sono definiti 30 dB sopra quelli prescritti per i valori medi.

Riassumendo, in attesa di un decreto specifico, per i limiti dei campi emessi dai radar si hanno queste alternative:

1. Un approccio più cautelativo, con il quale per il campo elettrico si assume, il valor medio di 6 V/m (previsto dal DPCM 08/07/2003) e il valore di picco di  $32 \cdot 6 \text{ V} = 192 \text{ V/m}$ ;
2. Un'adesione puntuale al DPCM 08/07/2003, il quale rimanda alla raccomandazione dell'UE del 12/07/1999 e quindi prescrive per il campo medio il limite di  $1.375 \times f^{1/2} \text{ V/m}$ , per  $f$  compresa fra 400 MHz e 2000MHz e 61 V/m per  $f$  da 2GHz a 300GHz; questi valori vanno moltiplicati per 32 per i valori di picco.

Per quanto concerne i lavoratori, la Normativa di riferimento è il D.Lgs. 81/2008 (conforme alla direttiva CE 2004/40, che a sua volta è conforme alle già citate Linee Guida ICNIRP per la parte relativa ai lavoratori) che afferma: "per la frequenze comprese tra i 10 MHz e 300 GHz i valori di azioni di picco sono calcolati moltiplicando i valori efficaci (rms) corrispondenti per 32 nel caso delle intensità di campo e per 1000 nel caso della densità di potenza di onda piana equivalente.

### 8.2 PROCEDURE DI MISURA E SCELTA DELLE GRANDEZZE DA MISURARE

Le quantità da misurare in una campagna per la protezione dai campi elettromagnetici sono sostanzialmente tre.

- **la frequenza di lavoro**; la determinazione della frequenza è necessaria perché i limiti esposizione dipendono, in generale, dalla frequenza e le apparecchiature che intervengono nella catena di misura (antenna, cavo di collegamento fra antenna e ricevitore) richiedono l'utilizzazione di parametri, quali il fattore d'antenna (AFC) e l'attenuazione del cavo (AttCAVO), che dipendono significativamente dalla frequenza.
- La **densità di potenza media  $S_m$**  (in  $W/m^2$ ), che è presente nel punto di misura. Il valor medio, secondo lo standard vigente in Italia, va effettuato su intervalli di 6 minuti.

Il valore del limite viene però tipicamente riferito al valore efficace (espresso in V/m) del campo elettrico  $E_m$  di un'onda piana che trasporti la specificata densità di potenza. Le due quantità sono, come è noto, legate dalla relazione

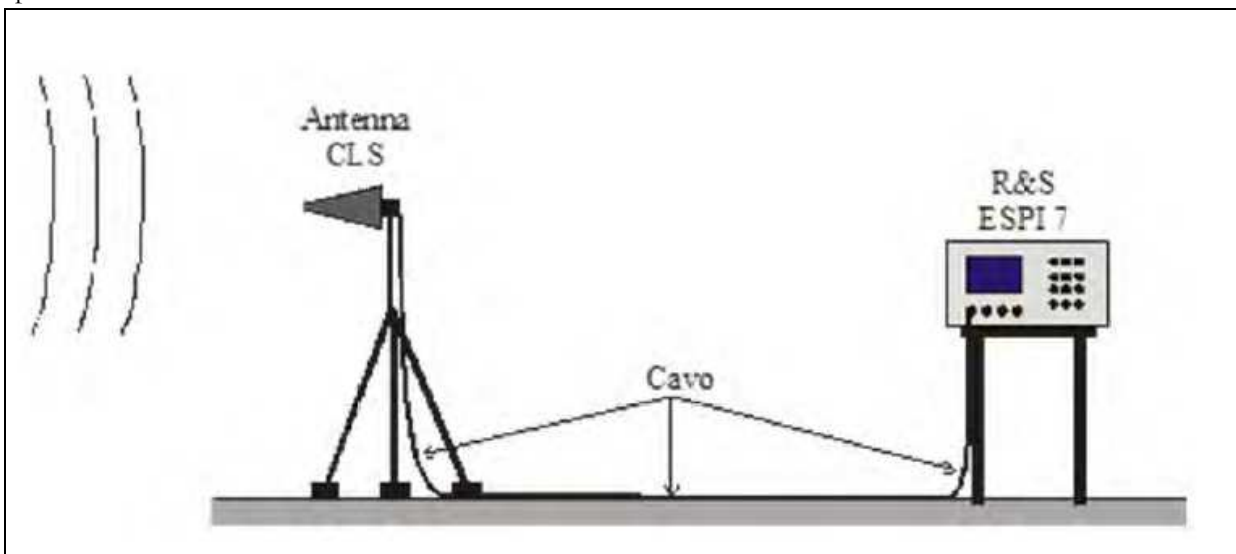
$$E^2 = \eta_0 \cdot S_m \text{ dove } \eta_0 = 377\Omega$$

indica l'impedenza dello spazio libero.

- o La **densità di potenza di picco  $S_{pk}$** , che indica il valore massimo raggiunto dalla densità di potenza, in qualsiasi momento, nel punto di misura. Anche per la densità di potenza di picco si è soliti riferirsi al campo elettrico di picco (in valore efficace)  $E_{pk}$  legato alla densità di potenza dalla già citata relazione:

$$E_{pk}^2 = \eta_0 \cdot S_{pk}$$

La procedura proposta è in grado di rilevare tutte le grandezze di interesse suddette utilizzando un analizzatore di spettro moderno e un'antenna calibrata.



**Figura 4. Rappresentazione schematica del set-up di misura**

Nel dettaglio la strumentazione che dovrà essere utilizzata per le misure è costituita dai seguenti componenti:

**1. Antenna calibrata.** L'antenna deve essere adatta per le bande di frequenza in cui operano i radar, o almeno quelli di maggior potenza per i quali sono richieste campagne di misura. Scelte convenienti sono la Spirale logaritmica (banda tipica: 1 , 10 GHz) e la Tromba Double ridged (750 MHz , 18GHz). L'antenna deve essere provvista di ACF (Antenna Calibration Factor) per poter calcolare il campo elettrico  $E$  dal valore della tensione  $V_a$  presente ai capi dell'antenna:  $E = ACF \times V_a$ .

**2. Cavo di collegamento RF.** Ha il compito di portare il segnale dall'antenna al ricevitore. Ne deve essere nota l'attenuazione ( $Att_{CAVO}$ ) alla frequenza di operazione del radar in modo da poter ricavare la tensione ai capi dell'antenna da quella  $V_r$  misurata dal ricevitore  $V_a = Att_{CAVO} \times V_r$ .

**3. Ricevitore.** Anche se è possibile e talvolta conveniente utilizzare apparecchiature meno sofisticate, quali un diodo rivelatore ed un oscilloscopio, lo strumento più adatto e tipicamente maggiormente utilizzato è lo Spettro Analizzatore (SA).

Lo SA, fornendo una rappresentazione in funzione della frequenza di tutti i segnali che incidono sull'antenna, permette di individuare la presenza di impianti radar e di effettuare misure su tutti i parametri di interesse del segnale: frequenza della portante; potenza di picco; durata degli impulsi, frequenza di ripetizione degli impulsi, larghezza del fascio dell'antenna, tempo di rotazione dell'antenna.

Lo SA deve coprire la gamma di frequenza in cui si pensa operi il radar. Uno SA che arrivi fino a 7GHz è sufficiente, mentre gli spettro analizzatori per le telecomunicazioni, specie quelli più economici che si fermano normalmente a 3 GHz, sono purtroppo insufficienti.

Altra caratteristica di interesse è la Resolution Bandwidth (RBW), parametro che indica la larghezza del filtro di media frequenza e che deve essere sufficientemente elevato per una corretta ricezione degli impulsi di cui è costituito il segnale radar. Un criterio per la scelta è che RBW sia quattro volte o più dell'inverso della durata dell'impulso  $t^4$ , ovvero  $RBW \geq 4/t$ .

Inoltre lo SA deve poter operare in modalità zero span e in modalità channel power. Una volta misurata l'intensità del segnale  $V_r$  all'ingresso del ricevitore, si può ricavare l'intensità alla bocca dell'antenna e da questa si calcola il campo elettrico  $E$ .

Se, come è tipico, lo SA fornisce l'intensità del segnale in dBm, allora la formula seguente permette di passare dalla tensione  $V_r$  in dBm al campo elettrico  $E$  in dBV/m (V/m espressi in dB):

$$E(\text{dBV/m}) = V_r(\text{dBm}) - 13 + \text{ACF}(\text{dB}) + \text{AttCAVO}(\text{dB}) \quad (1)$$

Quindi da  $E(\text{dBV/m})$  si ricava  $E$  in V/m con la ben nota relazione:

$$E(\text{V/m}) = 10^{(E(\text{dBV/m}))/20} \quad (2)$$

La procedura di misura si compone dei seguenti passi:

○ ***Individuazione e misura della frequenza (o delle frequenze) di lavoro***

Si utilizza lo SA. Inizialmente si imposta la RBW più elevata disponibile e uno SPAN elevato (es. 1 - 7GHz) in modo da essere sicuri che il radar sia compreso nella banda esplorata. La presenza di alcuni rapidi guizzi indica la frequenza del radar. Si imposta la frequenza centrale sul valore a cui si sono notati i guizzi e si riducono SPAN (ad es. ad 1 MHz) e RBW (es. 100kHz).

○ ***Misura della potenza di picco***

Per la potenza di picco, la procedura prevede due modalità di misura: nel dominio della frequenza e nel dominio del tempo. Una volta acquisito il valore  $V_{pk}$  di picco del segnale sul ricevitore, questo può essere inserito nella (1) e quindi nella (2), ottenendo il valore di picco  $E_{pk}$  (in V/m) del campo elettrico da confrontare con quanto previsto dalla normativa prescelta.

▪ **Misura nel dominio della frequenza**

Si scelgono queste impostazioni per lo SA: frequenza centrale, quella operativa del radar, già determinata; RBW, la massima disponibile (es. 10 MHz); SPAN, due volte la RBW; sweep su SINGLE con un tempo di spazzolata (SWT) sufficientemente lungo da far sì che la permanenza in ciascun punto dello schermo sia uguale alla durata di una rotazione dell'antenna; rivelatore di Picco. Una volta terminata la spazzolata si posiziona un marker sul massimo dello spettro e si misura  $V_{pk}$ .

▪ **Misura nel dominio del tempo**

Si utilizza lo SA in modalità ZERO SPAN. Si visualizzano le sequenze di impulsi sullo schermo e si misura il più elevato degli impulsi. Per fare questo, si utilizza il TRIGGER VIDEO, alzandone il livello in modo da far partire la traccia con l'impulso più elevato e usando il trigger off-set per far apparire questo verso il centro dello schermo. L'uso del marker permette quindi di rilevare  $V_{pk}$ . La procedura nel dominio del tempo, al momento descritta, è più complessa ed in genere maggiormente prona ad errori che non quella nel dominio della frequenza descritta precedente, che è pertanto da preferire.

○ ***Misura della potenza media***

La potenza media può essere ottenuta con una misura nel dominio della frequenza oppure può essere calcolata dalla potenza di picco. E' bene eseguire la misura con l'una e l'altra delle procedure. I valori ottenuti possono essere confrontati fra loro e fornire un'indicazione della incertezza della misura.

Una volta ottenuta la potenza media del segnale  $V_{rm}$  (in dBm) all'ingresso dello SA, si calcola con la (1) e la (2) il campo elettrico medio  $E_m$  che incide sull'antenna e che va confrontato con i valori indicati dalla normativa prescelta.

▪ **Misura nel dominio del tempo**

Il segnale radar è costituito da sequenze di impulsi di durata  $t$  che si ripetono con periodo  $T_R$ . Le sequenze di impulsi arrivano nel punto di misura in corrispondenza al passaggio del fascio dell'antenna sul punto di osservazione. I passaggi del fascio sono separati fra loro dal tempo di rotazione dell'antenna  $T_{Rot}$ . Poiché l'antenna è molto direttiva, il fascio ha un'apertura a molto stretta e quindi il tempo di esposizione al campo EM dura un tempo  $T_i$ , che è una piccola frazione del tempo di rotazione e può essere espresso dalla semplice formula (con  $\alpha$  in gradi):

$$T_i = \frac{\alpha}{360} T_{Rot}$$

Le quantità suddette possono essere misurate con lo SA in modalità ZERO SPAN oppure con il set-up diodi rivelatore/oscilloscopio. La procedura di misura richiede di agganciare la partenza della traccia adattando il livello del trigger all'altezza dell'impulso e aggiustando il tempo di sweep a seconda delle diverse scale temporali, ovvero:

- Alcune decine di secondi, per il tempo di rotazione  $T_{Rot}$ ;
- Alcune decine di millisecondi, per il tempo di illuminazione  $T_i$ ;
- Alcuni millisecondi per il tempo di ripetizione  $T_R$ ;
- Alcuni microsecondi, per la durata dell'impulso  $t$ .

Nota la potenza di picco dell'impulso  $V_{rpk}$ , l'intensità media del segnale  $V_{rm}$ , in dBm, si calcola con la formula seguente:

$$V_{rm} \text{ (dBm)} = V_{rpk} \text{ (dBm)} + 10 \log \left( \frac{\tau}{T_R} \right) + 10 \log \left( \frac{T_i}{T_{Rot}} \right)$$

nella quale la somma del primo e del secondo termine (che è il logaritmo del duty cycle  $t/TR$ ) dà luogo alla potenza media ad "antenna ferma", mentre l'aggiunta del secondo termine tiene conto della riduzione della potenza media causata dalla rotazione dell'antenna.

▪ **Misura nel dominio della frequenza (CHPW)**

In modalità *channel power* (CHPW) lo SA calcola la potenza del segnale compreso in una banda di frequenza che definiamo impostando il parametro CHBW.

### 8.3 ESTENSIONE TEMPORALE DI MONITORAGGIO

Le campagne di misura previste sono da effettuarsi una sola volta nella fase di esercizio (PO) in due postazioni: CEM 01 e CEM 02.

Per la localizzazione dei punti di misura si rimanda alla consultazione dell'elaborato grafico allegato alla presente relazione.

### 8.4 RESTITUZIONE DEI DATI

Nel corso del monitoraggio sarà prodotta la relazione con le relative schede dei risultati nella fase di PO rispettivamente per le due postazioni di misura.

## 9 COMPONENTI BIOTICHE

Il monitoraggio delle componenti biotiche hanno lo scopo di verificare, durante la costruzione, la situazione ambientale, in modo da rilevare tempestivamente eventuali situazioni non previste e predisporre le necessarie azioni correttive.

Le aree oggetto di monitoraggio proposto per le componente biotica è finalizzato a:

- o Verificare le parziali interferenze con il SIC “stagni della piana fiorentina”, ovvero verificare la parte di area SIC non direttamente interferita dalla realizzazione dell’opera;
- o Verificare le aree non direttamente interferite dal SIC, ma prospicienti il perimetro di quest’ultimo;
- o Verificare ed indagare l’area di compensazione studiando il sistema di relazione e connessione tra quest’ area e le aree non direttamente interferite dal SIC (come riportato al punto precedente).

Pertanto per le succitate motivazioni il monitoraggio faunistico è finalizzato a verificare l’impatto generato dai cantieri e successivamente dall’esercizio della nuova opera per l’avifauna e per gli anfibi, poiché risultati principalmente significativi vista l’area umida che caratterizza il SIC parzialmente interferito dalla realizzazione della nuova pista aeroportuale.

### 9.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Di seguito sono elencati i principali riferimenti normativi di interesse per la componente biotica che sono stati considerati per la redazione del presente progetto di monitoraggio:

#### 9.1.1 Normativa Comunitaria

- Direttiva 97/62/CE del Consiglio del 27 ottobre 1997: G.U.C.E n. L 305 dell’8/11/1997, recante adeguamento al progresso tecnico e scientifico della direttiva 92/43/CEE del Consiglio relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche;
- Regolamento CEE 1390/97 della Commissione del 18/07/97 (G.U.C.E. 19/07/97, L.190) che modifica il Regolamento CEE 1021/94 della Commissione relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l’inquinamento atmosferico;
- Regolamento CEE 1091/94 della Commissione del 29/04/94 (G.U.C.E. 18/06/94, L.126) relativo, alle modalità di applicazione del Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio sulla protezione delle foreste della Comunità contro l’inquinamento atmosferico;
- Regolamento CEE 2157/92 del Consiglio del 23/07/92 (G.U.C.E. 31/07/92, L. 217) che modifica il Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l’inquinamento atmosferico;
- Direttiva (CEE) 92/43 del Consiglio, 21 maggio 1992: G.U.C.E. 22 luglio 1992, n. L 206. Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche;
- Direttiva (CEE) 79/409 del Consiglio, 2 aprile 1979: G.U.C.E. 25 aprile 1979, n. L 103 (e successive modifiche ed integrazioni) Conservazione degli uccelli selvatici;
- Regolamento CEE 1696/87 della Commissione del 10/06/87 (G.U.C.E. 17/06/87, L.161) relativo, alle modalità di applicazione del Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio sulla protezione delle foreste della Comunità contro l’inquinamento atmosferico;
- Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio del 17/11/86 (G.U.C.E. 20/11/86, L.326) relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l’inquinamento atmosferico.

#### 9.1.2 Normativa Nazionale

- Decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357: Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e semi-naturali, nonché della flora e



della fauna selvatiche (G.U. N. 284 DEL 23-10-1997, S.O. n.219/L). Testo coordinato al D.P.R. n. 120 del 2003.(G.U. n.124 del 30.05.2003);

- Legge 6 dicembre 1991, n. 394 “Legge quadro sulle aree protette” che detta i principi fondamentali per l’istituzione e la gestione delle aree protette al fine di conservare e valorizzare il patrimonio naturale del paese;
- Legge 8 agosto 1985, n. 431 “Disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale”;
- Ex Decreto 431/1985 dei beni vincolati (ora art. 146 D.Lgs. 490/99; D.Lgs. 42/04 – Codice dei beni culturali e del paesaggio - , modificato dal D.Lgs. 22 gennaio 2006) relativo alla tutela dei beni paesaggistici e ambientali di notevole interesse pubblico, in particolare le aree ricoperte da boschi o vegetazione naturale (zone boscate) e fasce di rispetto dei corsi d’acqua.

### 9.1.3 Criteri di scelta dei punti di monitoraggio ambientale

Le aree oggetto di monitoraggio sono state scelte in modo da verificare:

- le parziali interferenze con il SIC stagni della piana fiorentina, ovvero verificare la parte di area del SIC non direttamente interferita dalla realizzazione dell’opera;
- le aree non direttamente interferite dal SIC, ma prospicienti il perimetro del SIC;
- l’area di compensazione studiando il sistema di relazione e connessione tra questa area e le aree non direttamente interferite dal SIC (come riportato al punto precedente).

## 9.2 PARAMETRI OGGETTO DI MONITORAGGIO E TIPOLOGIA DI MISURAZIONI

In merito ai popolamenti faunistici, nell’ambito del Progetto di Monitoraggio Ambientale, si svolgeranno i censimenti volti ad individuare la presenza di popolamenti significativi ovvero di specie protette.

In linea generale si prevede il monitoraggio dei seguenti Taxa:

- anfibi;
- avifauna.

I censimenti verranno condotti lungo i transetti significativi mediante il metodo del “Visual census” e, per l’avifauna, mediante punti o transetti con l’ascolto al canto (Vocal individuality count) e osservazione visiva standard (Direct count). La durata indicativa di ciascun punto o transetto di ascolto-osservazione è compresa tra 10-15 minuti.

In corrispondenza di ciascuna area indagata, in base ai censimenti condotti lungo gli opportuni transetti ed effettuati come sopra descritto, verranno sintetizzati i seguenti indicatori:

- indice di ricchezza totale (N° specie in totale) ;
- presenza/assenza di specie tutelate e/o di interesse conservazionistico e, per l’avifauna:
- la valutazione qualitativa delle specie di uccelli nidificanti nell’area.

La localizzazione delle aree campione e dei transetti di censimento verrà rappresentata in un opportuno elaborato grafico, alla scala 1:1.000 o adeguate, su base cartografica oppure su ortofoto. I risultati delle attività di censimento verranno riportati in opportune schede di rilevamento, check-list, tabelle.

Le misurazioni delle popolazioni di anfibi si potranno basare su metodi di:

- Rilevamento per osservazione diretta
- Cattura - marcatura - ricattura

Il metodo del *rilevamento per osservazione diretta* potrà essere effettuato per quadrati campione, ossia suddividendo l’area da studiare in quadrati di uguali dimensioni e all’interno dei quadrati selezionati verranno cercati e contati

tutti gli esemplari presenti di anfibi. Il metodo permette, attraverso il rapporto tra l'area campionata e l'area totale di indagine, di calcolare il numero totale di esemplari presenti.

Lo stesso metodo potrà essere effettuato per transetti, che consistono in percorsi lineari di lunghezza prestabilita, percorrendo i quali si conteranno gli esemplari che si osservano a sinistra e destra della linea percorsa. Il metodo permette di stimare la variazione e l'abbondanza relativa delle specie lungo un gradiente ambientale.

Il metodo di *Cattura - marcatura - ricattura* prevede la cattura di un campione di popolazione, la marcatura e il rilascio; dopo un tempo prestabilito, sufficiente affinché gli animali catturati si mescolino alla popolazione di origine. Si procederà poi ad una seconda campagna di catture, durante la quale verranno ricatturati parte degli animali precedenti; mediante l'applicazione di un indice si calcolerà il volume e, quindi, l'entità della popolazione.

### 9.2.1 Frequenza del rilievo di monitoraggio

- Corso d'Opera: per caratterizzare eventuali variazioni dello stato qualitativo delle componenti biotiche durante la costruzione dell'opera e indirizzare, laddove necessario, verso opportuni interventi integrativi di mitigazione.
- Post Operam: per caratterizzare lo stato qualitativo delle componenti biotiche una volta terminati i lavori e ripristinati i luoghi, in modo da verificare l'efficacia e la durabilità delle operazioni di ripristino e degli interventi/opere di mitigazione/compensazione.

Il monitoraggio della **fauna** verrà eseguito secondo l'articolazione prevista

- n.1 rilievo/anno su 3 aree di indagine per la fase di CO.
- n.1 rilievo su 3 aree di indagine per la fase id PO.

## 9.3 RESTITUZIONE DEI DATI

Nel corso del monitoraggio saranno rese disponibili le seguenti informazioni:

- Schede di misura
- Relazioni di fase in CO
- Relazioni di fase in PO

### 9.3.1 Relazione corso d'opera e post operam

CAPITOLO 1: Generalità

- Identificazione dell'area di indagine specificando quali aree e siti soggetti a ripristini sono stati indagati
- Descrizione degli obiettivi delle attività svolte
- Descrizione della tempistica di esecuzione delle attività
- Struttura organizzativa che ha svolto le attività di monitoraggio

CAPITOLO 2: Normativa e dati pregressi

- Descrizione della normativa di riferimento e della documentazione acquisita per la redazione del documento. In particolare, saranno evidenziati eventuali aggiornamenti normativi intervenuti dalla redazione del PMA

### CAPITOLO 3: Attività di monitoraggio

- Modalità di misura.

Saranno descritti:

- i parametri misurati;
- la frequenza con cui vengono effettuate le misure.
- Punti di monitoraggio: elenco dei punti e delle aree soggette a monitoraggio nell'anno di riferimento
- Sopralluoghi e posizionamento della strumentazione:
  - caratterizzazione delle aree e dei punti che non sono stati oggetto di sopralluoghi in fase ante operam;
  - elenco delle potenziali interferenze individuate sia su FAL sia nelle aree di cantiere;
  - descrizione delle modifiche apportate al PMA con indicazione delle motivazioni e delle conseguenze.
- Risultati: sintesi, valutazione e commento dei risultati ottenuti.
  - commento ai risultati riportati nelle schede di rilevazione per ogni singola area di monitoraggio;
  - giudizio complessivo sulle condizioni fitosanitarie e sulle possibili interazioni con l'attività di costruzione;
  - anomalie che si sono verificate durante le osservazioni;
  - efficacia degli interventi rispetto agli obiettivi del PMA;
  - situazioni di criticità;
  - eventuali misure ed elaborazioni integrative;
  - provvedimenti adottati per far fronte a situazioni critiche.

### CAPITOLO 4: Riferimenti

- Elenco della documentazione bibliografica e dei documenti di progetto utilizzati e citati nei precedenti capitoli della relazione.

ALLEGATI:

- Schede di misura: l'allegato riporterà le schede compilate durante le operazioni di rilievo in campo.