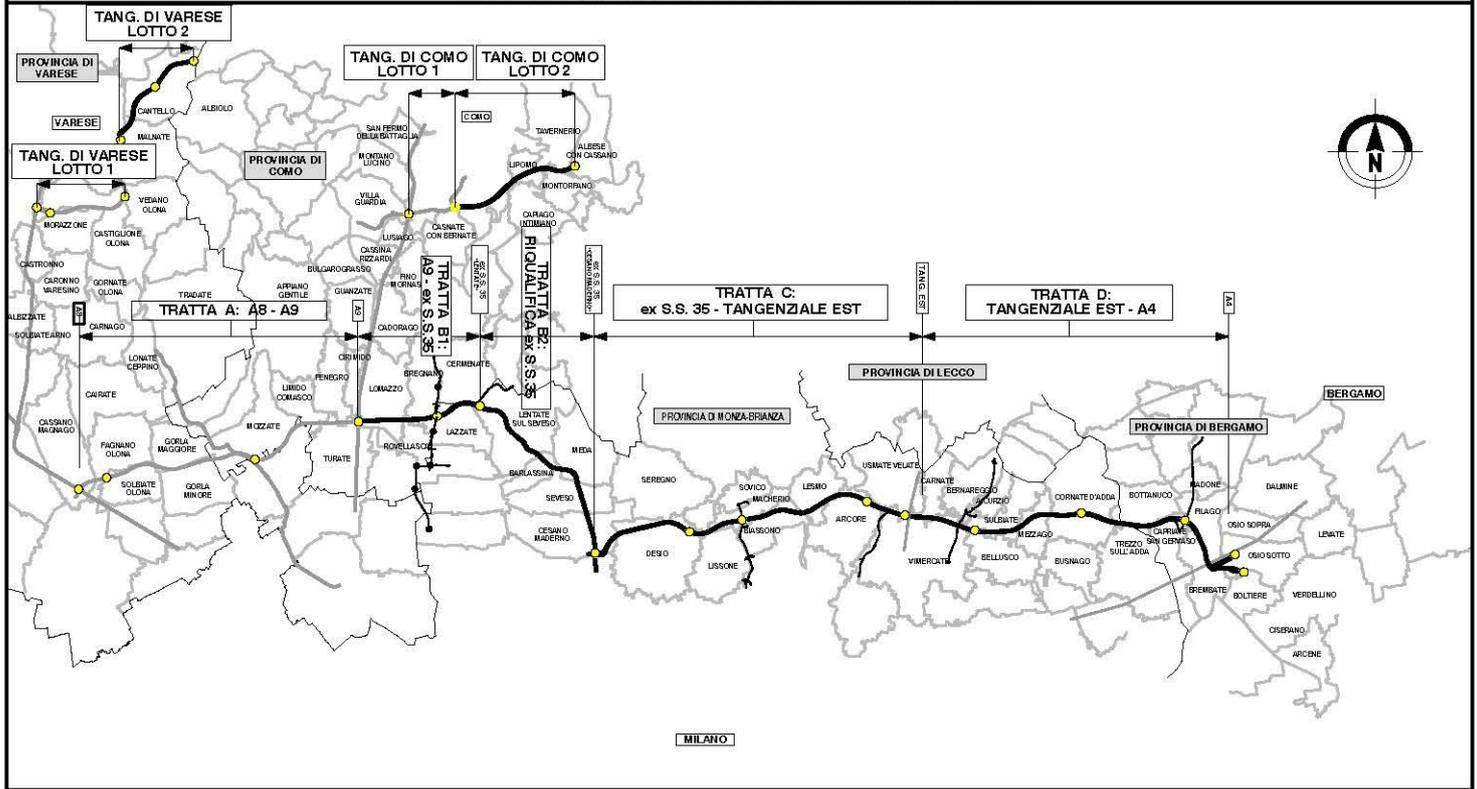


# QUADRO DI UNIONE GENERALE



## COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE

### DALMINE-COMO-VARESE-VALICO DEL GAGGIOLO E OPERE AD ESSO CONNESSE

CODICE C.U.P. F11B06000270007

## PROGETTO ESECUTIVO GENERALE DI PROGETTO

### SITI CONTAMINATI PROGETTO ESECUTIVO DI BONIFICA AREA EX-ICMESA PIANO DI MONITORAGGIO POLVERI

#### IDENTIFICAZIONE ELABORATO

FASE PROGETTUALE	AMBITO	TRATTA	CATEGORIA	OPERA	PARTI DI OPERA	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVA	REVISIONE ESTERNA
E	ST	GE 000	GE00	147	RS	002	A	

DATA Agosto 2023  
SCALA -

#### CONCEDENTE



#### CONTRAENTE GENERALE

PEDELOMBARDA NUOVA S.c.p.A.

#### DATA

Agosto 2023

#### REVISIONE

Emissione

#### ELABORAZIONE PROGETTUALE

##### PROGETTISTI

Ing. PROGER

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE  
Ing. Carlo Listorti

Redatto  
Dott.ssa E. Colombo

Visto  
Ing. E. Scantieria

Aprovato  
Ing. M. Sandrucci

#### CONCESSIONARIO



#### PROGETTISTA



## Sommario

1. PREMESSA.....	3
1.1. Struttura del documento .....	3
1.2. Documenti di riferimento e principali atti amministrativi.....	4
2. SINTESI DEL PROGETTO OPERATIVO DI BONIFICA .....	6
3. OBIETTIVI DEL PIANO DI MONITORAGGIO DELL'ARIA .....	7
4. PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI.....	8
4.1. Limiti della qualità dell'aria per diossine .....	8
4.2. Limiti della qualità dell'aria per le polveri.....	12
5. PARAMETRI DA RILEVARE E TIPOLOGIA DI MISURE .....	14
5.1. Metodologie di rilevamento, campionamento ed analisi .....	14
5.1.1. PM10 e PM2.5.....	14
5.1.2. Diossine.....	17
6. FASI DI MONITORAGGIO.....	18
6.1. Monitoraggio stato ante-operam (AO).....	18
6.2. Monitoraggio stato corso d'opera (CO).....	18
7. INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO.....	20
8. RESTITUZIONE DEI DATI.....	27

## 1. PREMESSA

Il presente documento rappresenta il **Piano di monitoraggio della componente atmosfera** allegato al Progetto esecutivo degli interventi di bonifica delle aree occupate dal tracciato della nuova Autostrada Pedemontana interessate dall'incidente ICMESA. Tali aree sono ricomprese tra i Comuni di Barlassina, Cesano Maderno, Desio, Meda e Seveso, nella Provincia di Monza e della Brianza.

Il presente allegato definisce l'insieme dei controlli – attraverso la rilevazione e misurazione nel tempo – di determinati parametri chimico-fisici che caratterizzano la componente “atmosfera” che potrebbe risultare potenzialmente impattata durante l'esecuzione delle attività previste nel Piano Operativo di Bonifica. La bonifica dei terreni contaminati da diossine sarà svolta mediante escavazione e il successivo carico diretto dei terreni contaminati su mezzi appositi per il trasporto degli stessi ad impianti autorizzati.

Le suddette attività sono considerate particolarmente delicate in quanto:

- prevedono la movimentazione di terreno contaminato da diossine;
- si svolgono in un contesto densamente urbanizzato e popolato.

Nel corso dello svolgimento dell'intervento di bonifica, è stato pertanto previsto un monitoraggio dell'atmosfera ai fini di verificare la qualità dell'aria, sia rispetto agli operatori di cantiere, sia rispetto ai cittadini residenti nelle zone prossime a quelle di intervento.

La presente relazione riporta inizialmente una descrizione sintetica del Piano Operativo di Bonifica in progetto. Per l'opera stradale di *Collegamento Autostradale Dalmine-Como-Varese-Valico del Gaggiolo e opere ad esso connesse* ricomprese all'interno delle Tratte B2 da prog. 5+350.00 a 9+638.64 e nella Tratta C dalla prog. 0+000.00 a km 0+650.00, si faccia riferimento alla sezione del “progetto stradale”.

Successivamente, sono descritti gli obiettivi e l'articolazione temporale del Piano di monitoraggio dell'aria nelle fasi di ante-operam e corso d'opera, proseguendo quindi con la definizione delle diverse tipologie di monitoraggio previste, con l'individuazione dei criteri per la definizione delle ubicazioni delle postazioni di misura in corrispondenza delle quali effettuare le rilevazioni e le relative frequenze.

### 1.1. Struttura del documento

Il presente documento è strutturato come segue:

**Capitolo 1.0** Introduzione

**Capitolo 2.0** Sintesi del Progetto Operativo di Bonifica

**Capitolo 3.0** Obiettivi del Piano di monitoraggio dell'aria

**Capitolo 4.0** Principali riferimenti normativi

**Capitolo 5.0** Parametri da rilevare e tipologia di misure

**Capitolo 6.0** Fasi di monitoraggio

**Capitolo 7.0** Individuazione dei punti di monitoraggio

### 1.2. Documenti di riferimento e principali atti amministrativi

Nel seguito si riassumono i principali documenti precedentemente redatti per il sito in oggetto, presi in considerazione per la redazione del presente progetto:

- Collegamento autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo e opere ad esso connesse – Integrazione al progetto esecutivo – Tratta B2 e C – Terre e rocce di scavo, cave e discariche – Piano della caratterizzazione ambientale delle aree Ex ICMESA ai sensi del D.Lgs 152/2006 Conferenza dei servizi – Aggiornamento saggi Piano di Caratterizzazione (Allegato 6) – Agosto 2015.
- Collegamento autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo e opere ad esso connesse – Integrazione al progetto esecutivo – Tratta B2 e C – Cantierizzazione - Terre e rocce di scavo, cave e discariche – Piano della caratterizzazione ambientale delle aree Ex ICMESA ai sensi del D.Lgs 152/2006 Allegato 2 al Titolo V Parte IV – Relazione tecnica descrittiva ed Allegati – Settembre 2015.
- Collegamento autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo e opere ad esso connesse – Integrazione al progetto esecutivo – Tratta B2 e C – Cantierizzazione – Piano di Caratterizzazione delle aree dell'incidente ICMESA contaminate da Diossina – Elaborazione modello concettuale del sito ai sensi del D.Lgs 152/2006 Allegato 2 al Titolo V Parte IV – Relazione tecnica descrittiva ed Allegati – Gennaio 2017.
- Collegamento autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo e opere ad esso connesse – Integrazione al progetto esecutivo – Tratta B2 e C – Cantierizzazione – Piano di Caratterizzazione delle aree dell'incidente ICMESA contaminate da Diossina – Identificazione del livello di concentrazione residua accettabile - Analisi di Rischio ai sensi del D.Lgs 152/2006 Allegato 2 al Titolo V Parte IV – Relazione tecnica descrittiva ed Allegati – Gennaio 2017.
- Collegamento autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo e opere ad esso connesse – Integrazione al progetto esecutivo – Tratta B2 e C – Cantierizzazione – Integrazione al modello concettuale del sito – Riperimetrazione delle aree oggetto del proseguimento dell'iter procedurale di cui all'art. 242 del D.Lgs 152/06.
- Decreto n. 14300 del 16/11/2017 – Direzione generale ambiente, energia e sviluppo sostenibile – Approvazione ai sensi del comma 4 dell'art. 242 del D.Lgs 3 aprile 2006 n. 152, del documento “Elaborazione del modello concettuale del sito – Identificazione dei livelli di concentrazione residua accettabile – Analisi di rischio” e riperimetrazione del sito a conclusione della caratterizzazione delle aree influenzate dall'incidente ICMESA nell'ambito della realizzazione dei lavori concernenti le tratte Svincolo di Lomazzo – B1 – B2 – C – D e opere di compensazione del collegamento autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo e opere ad esso connesse, trasmesso dalla società Autostrada Pedemontana Lombarda S.p.A..
- Collegamento autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo e opere ad esso connesse – Progetto definitivo – Tratta B2- Progetto stradale – Parte Generale – Relazione tecnica stradale, del giugno 2018.
- Collegamento autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo e opere ad esso connesse – Progetto esecutivo – Tratta C- Progetto stradale – Parte Generale – Relazione tecnica stradale, del 2023.

- Collegamento autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo e opere ad esso connesse – Progetto definitivo – Studio sulla qualità dell’aria generale di progetto – Studio per la valutazione della qualità dell’aria a scala regionale, aggiornamento 2018.
- Collegamento autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo e opere ad esso connesse – Progetto definitivo – Studio sulla qualità dell’aria generale di progetto – Studio per la valutazione della qualità dell’aria a scala locale, aggiornamento 2018.
- Collegamento autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo e opere ad esso connesse – Progetto definitivo – Studio sulla qualità dell’aria generale di progetto – Studio per la valutazione della qualità dell’aria a scala locale, luglio 2023.
- Decreto n. 14639 del 11/10/2019 “Adozione della Determinazione di conclusione positiva della Conferenza dei servizi Decisoria Ex Art. 14, comma 2, Legge 241/1990 – Forma simultanea in modalità sincrona – Approvazione ai sensi del comma 7 dell’art 242 del D.Lgs. 3 aprile 2006, n.152, del documento: “Tratta B2 – C: Progetto operativo di bonifica delle aree influenzate dall’incidente ICMESA£ nell’ambito della realizzazione dei lavori concernenti le tratte svincolo di Lomazzo – B1 – B2 – C – D e opere di compensazione del collegamento autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo e opere ad esso connesse, trasmesso dalla Società autostradale Pedemontana Lombarda S.p.A.

## 2. SINTESI DEL PROGETTO OPERATIVO DI BONIFICA

Il Progetto Operativo di Bonifica (POB) riportato nell'elaborato D\_ST\_GE000\_GE00\_RS\_001\_A, riporta la ricostruzione del Modello concettuale delle aree interessate dalla contaminazione di diossina nei Comuni di Barlassina, Cesano Maderno, Desio, Meda e Seveso.

Oggetto del POB è la bonifica del terreno superficiale (strato Top Soil e strato Intermedio) per le aree interessate dall'ampliamento e realizzazione della nuova tratta dell'Autostrada Pedemontana che hanno evidenziato il superamento del parametro Diossina e Furani (PCDD/PCDF) per le specifiche destinazioni d'uso previste dal progetto stradale, aggiornate a seguito della modifica del progetto di riqualificazione delle future tratte B2 e C.

Nei territori di interesse sono stati individuati complessivamente n.37 poligoni potenzialmente contaminati suddivisi in 8 Lotti funzionali. Nel paragrafo 7.0 sono riportate le aree oggetto di bonifica.

In corrispondenza delle aree sottoposte ad intervento di bonifica si prevede la rimozione completa della sorgente contaminata tramite scavo e successivo smaltimento in discarica idonea.

Come riportato nel POB, verranno prodotti dagli scavi di bonifica circa **39.927 m<sup>3</sup>** di terreno contaminato. A tale conteggio si aggiungono circa **232 m<sup>3</sup>** di terreno derivante dalla BOB nelle aree di bonifica.

### 3. OBIETTIVI DEL PIANO DI MONITORAGGIO DELL'ARIA

L'obiettivo del monitoraggio dell'atmosfera, per le fasi di ante-operam e corso d'opera della bonifica delle aree occupate dal tracciato della nuova Autostrada Pedemontana, interessate dall'incidente ICMESA, sarà quello di monitorare le emissioni in atmosfera generate durante l'esecuzione delle attività e il loro eventuale impatto sulle aree circostanti.

Più in particolare il monitoraggio dell'atmosfera ha la finalità di:

- controllare la qualità dell'aria durante l'esecuzione delle attività di bonifica, al fine di attribuire correttamente gli eventuali contributi del cantiere;
- verificare il rispetto dei limiti normativi per la qualità dell'aria al fine di garantire la protezione della salute umana;
- individuare eventuali criticità legate alle lavorazioni, per intervenire con opportune azioni mitigative allo scopo di riportare i valori di qualità dell'aria al di sotto dei limiti accettabili.

In generale, poiché le criticità potenziali sulla componente atmosfera sono quelle derivanti dalle operazioni di scavo, carico e trasporto dei terreni contaminati da diossine, che è prevedibile possano comportare la dispersione di polveri, si vuole impostare un sistema di monitoraggio specifico focalizzato sul rilevamento di:

- Particolato, in particolare PM10 e PM2,5;
- Diossine.

La scelta di questi parametri risponde alla necessità di definire la significatività delle lavorazioni di cantiere su eventuali impatti alla qualità dell'aria. Nel caso in cui le misure di monitoraggio ambientale in fase di corso d'opera evidenziassero un'alterazione qualitativa della componente, tali situazioni di criticità saranno gestite attraverso opportune procedure d'intervento.

## 4. PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI

I principali riferimenti legislativi da considerare per il monitoraggio della componente atmosfera sono i seguenti:

- D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. “Norme in materia ambientale” – Parte Quinta concernente “Norme in materia di tutela dell’aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera”
- D.Lgs. n. 155/2010 e s.m.i. “Attuazione della Direttiva Europea 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa”
- DM 25/08/2000 "Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti, ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1998, n. 203"

Tutte le attività strumentali di rilevamento dei dati di campo, di manipolazione e preparazione di campioni in laboratorio, di elaborazione statistica dei dati relativi alle attività di seguito descritte, dovranno essere effettuate in accordo con la pertinente normativa nazionale e le norme tecniche nazionali ed internazionali (UNI, CNR, ISO, ASTM, USEPA, ecc.). I laboratori che svolgeranno le attività descritte dovranno essere accreditati secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025 e s.m.i. per le principali prove previste.

### 4.1. Limiti della qualità dell’aria per diossine

La diossina (PCDD-PCDF) in aria ambiente è presente pressoché ovunque; sia come marker di fenomeni naturali sia come indicatore del progressivo aumento della pressione antropica.

La natura e i meccanismi di formazione di questi composti ci dimostrano che non esiste un livello di concentrazione pari a zero perché molti processi naturali generano PCDD/F. Qualsiasi combustione naturale di un mezzo contenente cloro genera tali composti in concentrazioni più o meno elevate. Basti pensare che anche in zone remote quale l’artico sono stati osservati valori di PCDD/F fra 4.2-59 fg/m<sup>3</sup> pari a 0.1-2.11 fg (WHO98-TEQ<sup>1</sup>)/m<sup>3</sup> [Hung et al. 2002, Musumeci et al. 2009] e più in generale in zone remote di paesi industrializzati come gli USA i valori registrati (**Tabella 1**) mostrano un valore medio fra 0.1- 2.91 fg (TEQ-WHO05)/m<sup>3</sup> [D. Cleverly et al. 2007].<sup>2</sup>

location	units	1999 <sup>b</sup>	2000	2001	2002
rural mean TEQ <sub>DF</sub>	fg m <sup>-3</sup>	10.43 ± 6.18 (7.25–13.60)	11.39 ± 8.6 (7.37–15.42)	10.40 ± 8.85 (6.37–14.43)	10.47 ± 6.85 (7.43–13.5)
remote mean TEQ <sub>DF</sub>	fg m <sup>-3</sup>	1.41 ± 0.94 (0.1–2.91)	0.99 ± 0.59 (0.36–1.61)	0.7 ± 0.25 (0.44–0.96)	1.07 ± 0.61 (0.50–1.63)
rural mean TEQ <sub>PCB</sub>	fg m <sup>-3</sup>	0.62 ± 0.28 (0.45–0.80)	0.69 ± 0.47 (0.46–0.91)	0.59 ± 0.31 (0.44–0.74)	0.70 ± 0.46 (0.49–0.92)
remote mean TEQ <sub>PCB</sub>	fg m <sup>-3</sup>	0.16 ± 0.01 (0.12–0.21)	0.22 ± 0.15 (0.08–0.38)	0.18 ± 0.11 (0.06–0.30)	0.32 ± 0.21 (0.12–0.52)

Tabella 1 Medie annuali di PCDD/F in aree remote e rurali in USA in TEQ-WHO05 (da National Dioxin Ambient Air Monitoring Network [Cleverly et al., 2007])

<sup>a</sup> ± One standard deviation about the mean. Numbers in parentheses (...) are 95% confidence interval. <sup>b</sup> Includes 1998 sampling moments.

<sup>1</sup> TEQ-WHO<sub>98</sub> basato sui WHO TEFs pubblicati nel 1998 (Van den Berg et al. 1998).

<sup>2</sup> TEQ-WHO05 basati sui WHO TEFs pubblicati nel 2005 (Van den Berg et al. 2006).

Inoltre, è possibile utilizzare come riferimento il valore caratteristico per ambienti urbani, pari a 100 fg I-TEQ/Nm<sup>3</sup> fissato dal WHO (WHO, 2000).<sup>3</sup>

In **Figura 1** e in **Figura 2** sono riportati valori riscontrati nella letteratura internazionale per studi condotti in varie aree geografiche. Se ci si limita al contesto italiano (**Tabella 2**), il range di variazione è del tutto simile. Si nota che il range di variazione è compreso tra valori minimi di qualche fg TEQ/m<sup>3</sup> a valori massimi di decine di fg TEQ/m<sup>3</sup>. Per la città di Milano il valore di background è posto a 100 fg TEQ/m<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> I-TEQ è riferito agli International TEQ, che sono gli equivalenti tossici a 2,3,7,8-TCDD basati sui fattori di tossicità equivalenti (TEFs) stabiliti dalla North Atlantic Treaty Organization (NATO) ed accettati dalla U.S. EPA nel 1989 (U.S. EPA 1989). Gli I-TEQ sono stati cambiati dal metodo dei TEF del World Health Organization (WHO); tuttavia, alcune misure ed alcuni criteri di qualità sono ancora espressi in I-TEQ.

Italia	Venezia-Mestre (Via lissa)	Urbano	1.1	119.3	
Italia	Venezia-P.Marghera	Industriale	7.4	159.3	ARPAV 2009
Italia	Venezia (Sacca Fisola)	Insulare	1.3	68.1	

Tabella 2 Confronto tra i dati di concentrazione di PCDD/F in alcune città italiane

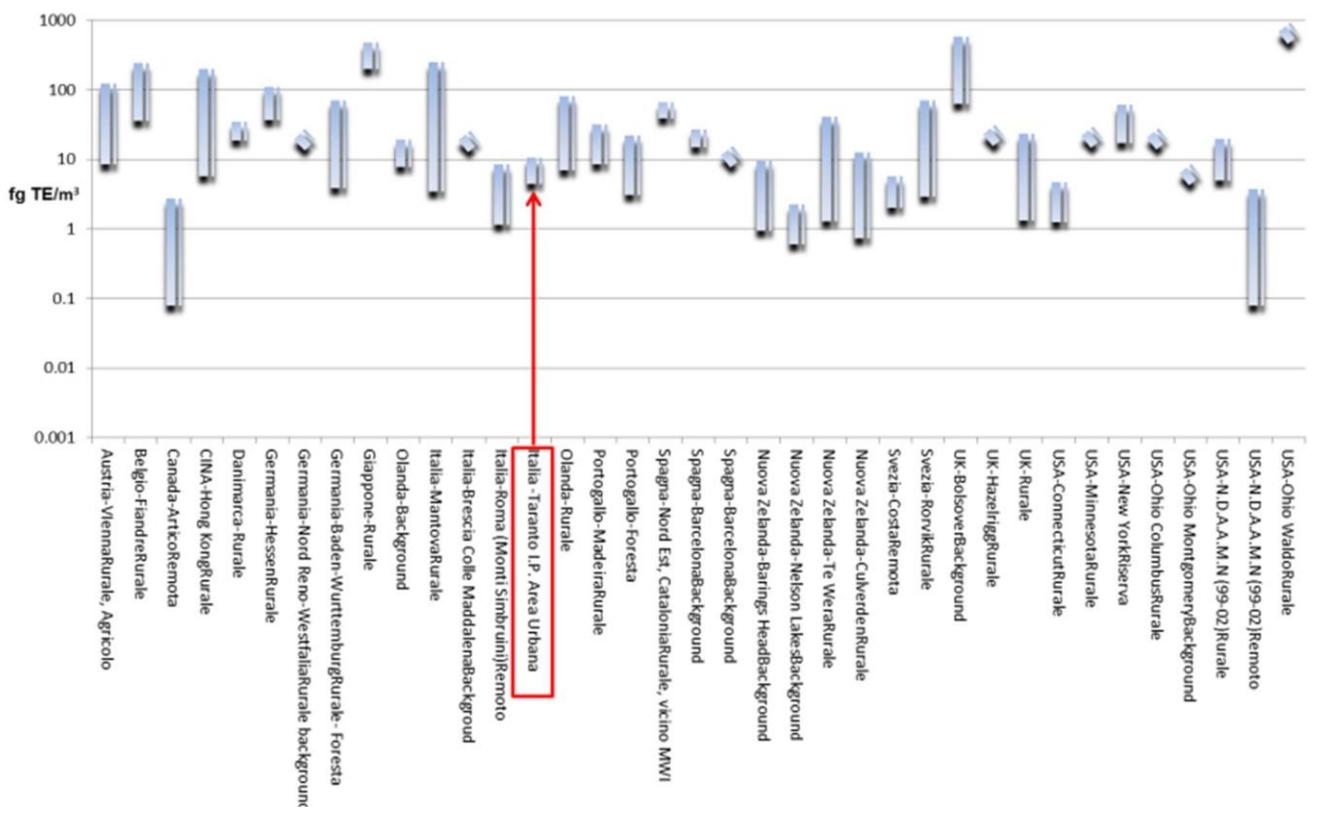


Figura 1 Confronto delle concentrazioni di PCDD/F (PCDD/F TEQ fg/m3) misurate in zone remote o rurali

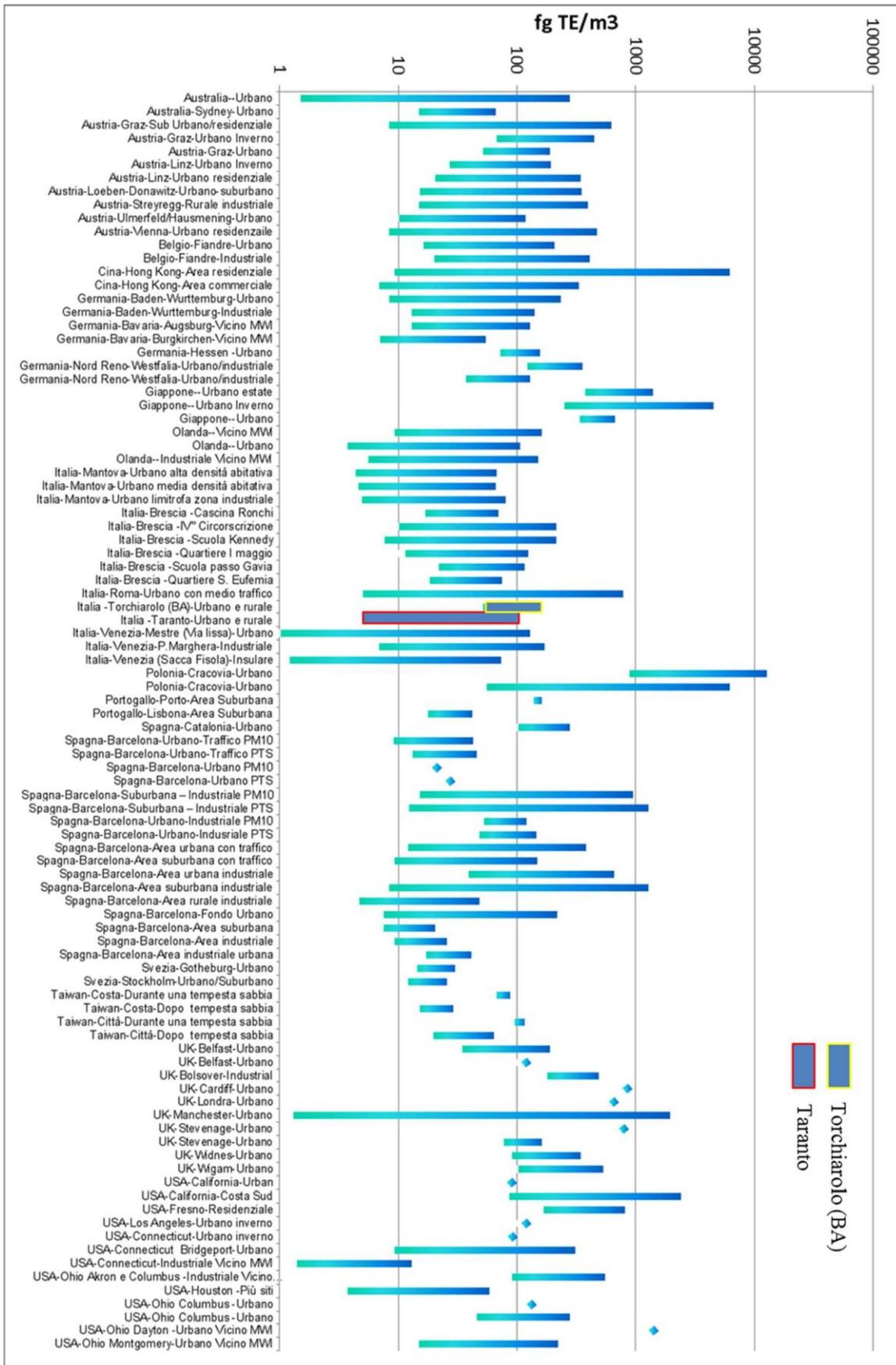


Figura 2 Confronto tra i dati di concentrazioni di PCDD/F (PCDD/F TEQ fg/m<sup>3</sup>) misurati in varie zone urbane

**Non esistono normative ufficiali per PCDD/F per la qualità dell'aria né in Italia né in altre nazioni Europee**, in quanto l'inalazione diretta rappresenta solo una piccola frazione dell'esposizione totale. L'inalazione tipicamente di PCDD/F è generalmente minore del 5% (WHO 2000). Nessuno stato membro della UE ha stabilito criteri di qualità per le deposizioni di PCDD/F.

L'unico riferimento reperito in letteratura, esclusivamente per PCDD e PCDF, sono le linee guida della Germania (LAI- Laenderausschuss fuer Immissiosschutz - Comitato degli Stati per la protezione ambientale) pari a:

- Linea guida per aria ambiente: 150 fg I-TEQ/m<sup>3</sup>.

Ci sono pochi standards di qualità sviluppati da agenzie nazionali fuori dall'Europa (**Tabella 3**). Il Giappone ha definito uno standard di qualità per le diossine (JMEOE 2001). Lo stato australiano del Queensland ha sviluppato uno standard di qualità basato sulle misure orarie (Queensland Health 2000). La Provincia canadese dell'Ontario usa uno standard di qualità per diossine sulle 24 ore (Ontario MOE 2012). Il Connecticut ed il Texas hanno sviluppato standard di qualità per le diossine (CDEP 2006; TCEQ 2012).

Alla luce delle considerazioni soprariportate, il limite di riferimento per le diossine in aria ambiente verrà definito sulla base degli esiti del monitoraggio ante operam dell'aria, che costituisce lo scenario cosiddetto "di bianco" rispetto alla quale effettuare la valutazione comparata con i controlli da effettuarsi nelle successive fasi del monitoraggio (si vedano i Capitoli successivi).

Country	Agency	Ambient Air Quality Standard (fg TEQ/m <sup>3</sup> )
Australia	Queensland Health	2000 (1 hour average)
Canada	Ontario Ministry of the Environment	100 (24 hour average)
Japan	Environment Agency of Japan	600 (annual average)
United States	Connecticut Department of Environmental Protection	1000 (annual average)
United States	Texas Commission on Environmental Quality	30 (annual average)

*Tabella 3 Criteri di qualità dell'aria per PCDD/F (fg I-TEQ/m<sup>3</sup>) sviluppati da varie agenzie governative*

## 4.2. Limiti della qualità dell'aria per le polveri

Attualmente in Italia, gli Standard di Qualità Ambientale per la qualità dell'aria sono disciplinati dal D.Lgs. n.155 del 13 agosto 2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", che definisce gli obiettivi e gli standard di qualità dell'aria, ai fini della protezione della salute umana e dell'ambiente nel suo complesso.

Nella seguente Tabella sono riportati i valori limite stabiliti dall'Allegato XI del D.Lgs. 155/2010 per le polveri (PM10 e PM2.5).

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore limite [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Periodo di riferimento	Note
PM10	1 giorno	50	Anno civile	Da non superare più di 35 volte per anno civile
	anno civile	40	Anno civile	-
PM2.5	anno civile	25	Anno civile	-

*Tabella 4 Valori limite per la protezione della salute umana o per l'ambiente nel suo complesso (D.Lgs. 155/2010)*

## 5. PARAMETRI DA RILEVARE E TIPOLOGIA DI MISURE

Poiché, come già precedentemente anticipato, le principali potenziali criticità sulla componente atmosfera sono quelle derivanti dalle operazioni di scavo, carico e trasporto dei terreni contaminati da diossine, che è prevedibile possano comportare la dispersione di polveri, le attività di monitoraggio, oggetto del presente piano, si concentreranno sulla misura delle concentrazioni di polveri (PM10 e PM2.5) e delle diossine.

I valori di tali parametri saranno rilevati tramite l'utilizzo di due differenti tipologie di postazioni di misura:

- *Stazione ricettore* – Ubicata nei pressi del ricettore più sensibile e, nella fase corso d'opera, individuata anche in funzione della fase del cantiere attiva. Tale stazione sarà dotata di:
  - Campionatori di particolato PM10 e PM2.5 a basso volume a norma tecnica europea;
  - Campionatori volumetrici ad alta portata per il monitoraggio delle diossine.
- *Stazione di cantiere* – Ubicata in prossimità dell'area di scavo attiva e dotata di:
  - Dispositivi per il monitoraggio delle polveri (PM10 e PM2.5) in tempo reale.

Le misure effettuate presso le Stazioni ricettore saranno eseguite mediante l'utilizzo di opportune centraline/laboratori mobili strumentati, in grado di rilevare in automatico i parametri richiesti.

Presso le Stazioni di cantiere le misure saranno eseguite mediante l'utilizzo di analizzatori in grado di restituire i dati di monitoraggio in tempo reale.

Per l'intera durata del monitoraggio, inoltre, sarà predisposta una stazione meteorologica al fine di fornire un supporto all'analisi e consentire la validazione dei dati registrati dalle postazioni di misura sopra descritte. Tale postazione sarà mobile per poter essere ricollocata in funzione delle necessità di monitoraggio. I dati che la stazione meteorologica dovrà rilevare sono relativi a:

- Velocità e provenienza del vento;
- Temperatura ed umidità relativa;
- Precipitazioni atmosferiche;
- Radiazione solare;
- Pressione barometrica.

### 5.1. Metodologie di rilevamento, campionamento ed analisi

#### 5.1.1. PM10 e PM2.5

Le analisi relative alla determinazione del particolato atmosferico saranno effettuate sia per determinazione gravimetrica (così come indicato dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.) sia mediante conteggio materiale particellare in atmosfera. La prima metodologia di analisi sarà utilizzata nelle *Stazioni ricettore* (campionatore a norma europea) mentre nelle *Stazioni di cantiere* sarà utilizzata la seconda in modo da verificare tempestivamente eventuali criticità correlabili alle attività di cantiere stesso (contatore particellare).

La stazione di monitoraggio sarà equipaggiata con una stazione meteorologica completa 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



*Figura 3 Esempio di stazione di monitoraggio compatta del tipo MET 3000 o Davis via cavo*

La stazione di monitoraggio compatta del tipo MET 3000 o Davis 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.

Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione di PM10 e PM2.5 è quello descritto nella norma EN 12341:2014.

Per quanto riguarda la determinazione gravimetrica, il principio di misurazione si basa sulla raccolta su due differenti filtri delle frazioni PM10 e PM2.5 delle particelle, ottenuta mediante l'impiego di un impattore inerziale normato, e sulla determinazione della massa delle particelle per via gravimetrica. Si prevede l'impiego di centraline di campionamento su membrane filtranti del diametro 47 mm (membrane in fibre di quarzo) precaricare con caricatori da 15 filtri tarati e pre-etichettati.

La programmazione sarà impostata su base giornaliera (24h) ad un flusso di 2,3 m<sup>3</sup>/h. All'interno delle centraline è presente un sistema di raffreddamento in accordo ai nuovi requisiti della norma UNI EN 12341:2014.

Tale sistema permette un'adeguata protezione dei filtri, evitando esposizioni a temperature eccessive (<23°C potenzialmente raggiungibili in funzione delle condizioni meteo e all'interno del corpo della centralina per il surriscaldamento della pompa) e all'acqua di condensa.

Al termine delle sequenze di campionamento, dopo verbalizzazione, i filtri scaricati saranno trasportati in laboratorio in condizioni controllate (frigoriferi portatili con alimentazione 12V) e seguendo procedure ed accorgimenti tali da evitare interferenze significative sulle misure.

La quantità di polveri su ogni singolo filtro verrà rilevata mediante determinazione gravimetrica su bilancia analitica con precisione 0,001 mg, previo condizionamento del filtro stesso in condizioni standard, pre- e post campionamento (come da UNI EN 12341:2014) sulle 24 ore; la quantità di particolato riscontrata sarà quindi rapportata al valore relativo di aria aspirata e filtrata, espresso in metri cubi, ottenendo un dato medio espresso in massa per metro cubo relativo alle 24 ore.



*Figura 4 Esempio di campionatore Skypost*

Il conteggio del materiale particellare avverrà mediante l'utilizzo di uno strumento, il cui funzionamento è basato sul metodo "laser-scattering". In questi strumenti una sonda a simmetria radiale aspira l'aria tramite una pompa a flusso costante e controllato. Questo flusso d'aria viene fatto passare in una camera dove viene colpito da un particolare fascio di luce laser. Le particelle colpite dalla luce laser riflettono una parte di questa luce che viene rilevata da un fotodiodo ad alta velocità. In pratica le particelle vengono colpite dal raggio laser e le particelle emettono a loro volta una radiazione luminosa proporzionale alle dimensioni delle particelle stesse. Un rivelatore ad alta velocità misura queste riflessioni ed i segnali elettrici derivanti possono venire registrati ed elaborati. Poiché conosciamo in modo preciso la quantità di aria passata nella cella di misura e poiché è stato fissato un tempo di misura, avremo una precisa misura del numero delle particelle contenute nell'unità volumetrica. Il segnale in uscita dal fotodiodo viene reso disponibile per la successiva gestione in tempo reale.

### 5.1.2. Diossine

La metodica per il campionamento delle diossine è la EPA TO-9A "Determination of Polychlorinated, Polybrominated and Brominated/Chlorinated Dibenzo-p-Dioxins and Dibenzofurans in ambient air".

Il campionamento delle diossine viene effettuato su 2 supporti accoppiati con un filtro in fibra di quarzo e un PUF (cilindro in schiuma poliuretana contenuto all'interno di un bicchiere di vetro), questo per poter raccogliere sia i composti più leggeri (volatili) sul PUF che quelli più pesanti che si trovano nelle polveri. Per il campionamento, il filtro in quarzo ed il bicchiere di vetro contenente il PUF sono installati in un campionatore d'aria ad alto volume, uno strumento in grado di campionare da 325 a 400 m<sup>3</sup> di aria ambiente al giorno.

Le diossine non vengono rilevate come singoli composti, ma come miscele complesse dei diversi congeneri aventi differente tossicità. Per esprimere la tossicità dei singoli congeneri è stato introdotto il concetto di fattore di tossicità equivalente (TEF). I TEF vengono calcolati confrontando la tossicità dei vari composti organoclorurati con quella della 2,3,7,8- tetraclorodibenzodiossina, la più tossica e considerando questa molecola come valore unitario di riferimento.

Per esprimere la concentrazione complessiva di PCDD/PCDF è stato introdotto il concetto di tossicità equivalente (TEQ), che si ottiene sommando i prodotti tra i valori TEF dei singoli congeneri e le rispettive concentrazioni.

## 6. FASI DI MONITORAGGIO

Conformemente a quanto previsto nel Piano Definitivo, lo schema di monitoraggio presentato di seguito è dettagliato nei paragrafi successivi.

Tipologia di monitoraggio	Punto di monitoraggio	Ante Operam	Corso Opera
PM10 e PM2.5 – Metodo gravimetrico	Stazione ricettore	1 campagna da 7 giorni di monitoraggio	Campagne settimanali da 6 giorni di monitoraggio l'una
Diossine	Stazione ricettore		
PM10 e PM2.5 – Conteggio materialeparticellare	Stazione di cantiere	-	In continuo

Tabella 5 Tipologia di monitoraggio previsto nelle diverse fasi

A valle del monitoraggio ante-operam saranno definite delle soglie di attenzione o di intervento. Il superamento di tali soglie nella Stazioni di cantiere da parte di uno o più dei parametri monitorati, implicherà una situazione inaccettabile per lo stato dell'ambiente e per la salute umana e determinerà l'attivazione di apposite procedure, finalizzate a ricondurre gli stessi parametri a valori accettabili, quali l'attivazione di impianti di nebulizzazione dell'acqua (idrobarriere/nebulizzatori) e, in situazioni più critiche, la sospensione delle attività di cantiere.

### 6.1. Monitoraggio stato ante-operam (AO)

Il monitoraggio della fase ante-operam ha inizio e si conclude prima dell'avvio delle attività interferenti con il territorio e con l'ambiente, ossia prima dell'insediamento dei cantieri e dell'inizio dei lavori (anche stradali).

Come specificato precedentemente, questa parte del monitoraggio è volta a definire lo stato fisico dei luoghi e le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico esistenti prima dell'avvio delle azioni finalizzate alla bonifica dell'area in oggetto oltre che i valori soglia di attenzione o di intervento.

La base dati così costituita descrive lo scenario cosiddetto "di bianco" rispetto alla quale effettuare la valutazione comparata con i controlli effettuati nelle successive fasi del monitoraggio, atti a descrivere gli effetti nel corso delle attività di bonifica, sia rispetto agli operatori di cantiere, sia rispetto ai cittadini residenti nelle zone prossime a quelle di intervento.

In relazione alle caratteristiche dell'opera in oggetto e del sito interessato, si ritiene sufficiente per la fase ante-operam l'esecuzione di una campagna di misura di particolato PM10 e PM2.5 e diossine della durata di 7 giorni consecutivi in contemporanea presso tutte le Stazioni ricettore.

### 6.2. Monitoraggio stato corso d'opera (CO)

Il monitoraggio in corso d'opera viene eseguito per ogni Lotto Funzionale per tutta la durata delle attività operative ricomprese a partire dall'allestimento del cantiere fino alla sua dismissione, in particolare, il monitoraggio dell'aria sarà attivo durante l'esecuzione delle seguenti attività:

1. Cantierizzazione,
2. Caratterizzazione in banco dei terreni come rifiuto,
3. Scavo e smaltimento aree di bonifica,
4. Esecuzione collaudi di bonifica,
5. Dismissione del cantiere.

Il monitoraggio in corso d'opera ha lo scopo di consentire il controllo dell'evoluzione degli indicatori di qualità dell'aria influenzati dalle attività di cantiere e dalla movimentazione dei materiali. La durata della fase di CO è pari alla durata delle attività all'interno di ogni Lotto Funzionale, a partire dalla cantierizzazione dell'intervento. Nella seguente tabella è riportato il numero di campagne di monitoraggio in funzione delle tempistiche previste per ogni attività di cantiere per la quale si prevede il monitoraggio, suddivise per lotto. Resta inteso che, sulla base dell'effettiva durata delle lavorazioni, il numero di campagne di monitoraggio potrà essere eventualmente rimodulato in fase operativa.

<b>Attività</b>	<b>Lotto 1</b>	<b>Lotto 2</b>	<b>Lotto 2A</b>	<b>Lotto 3</b>	<b>Lotto 3A</b>	<b>Lotto 4</b>	<b>Lotto 5</b>	<b>Lotto 6</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Cantierizzazione</b>									
<b>Caratterizzazione in banco</b>									
<b>Scavo e smaltimento</b>	10	14	8	6	7	5	3	3	56
<b>Collaudo</b>									
<b>Dismissione</b>									

*Tabella 6 Numero di settimane di campionamento*

Verranno effettuate campagne per il monitoraggio di particolato PM10 e PM2.5 e diossine della durata 6 giorni consecutivi con frequenza settimanale presso la Stazione ricettore individuata in funzione della fase del cantiere attiva oltre al continuo monitoraggio del particolato PM10 e PM2.5 per l'intero corso delle attività presso le Stazioni di cantiere.

In questa fase i dati raccolti hanno lo scopo di verificare l'evoluzione di quegli indicatori ambientali rilevati nello stato iniziale, rappresentativi di fenomeni soggetti a modifiche indotte direttamente o indirettamente dall'esecuzione dell'attività di bonifica, identificando le eventuali criticità ambientali che richiedono di adeguare la conduzione dei lavori o che richiedono ulteriori esigenze di monitoraggio.

Inoltre, con tali modalità diventa possibile verificare l'efficacia degli eventuali interventi di mitigazione e gli accorgimenti previsti.

## 7. INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Un limite comune ai monitoraggi della qualità dell'aria è dovuto alla necessità di estendere su ampie porzioni di territorio le informazioni ottenute da singole postazioni o da specifiche campagne di monitoraggio. Per superare questo limite, occorresce scegliere con cura i siti in cui collocare le stazioni di misura.

Nella fase ante operam devono essere rilevati i dati da utilizzare per la caratterizzazione dell'ambiente, che devono costituire il termine di confronto con i valori rilevati nelle campagne effettuate durante la fase di esecuzione della bonifica, in modo da poterne valutare gli impatti.

I dati ante operam devono essere acquisiti in aree rappresentative, prima dell'avvio delle attività; le successive verifiche, nelle stesse aree e nei momenti ritenuti di maggior criticità, dovrebbero consentire di quantificare gli impatti dovuti alle attività di bonifica.

Le sorgenti di inquinamento atmosferico dovute alla fase di bonifica sono riconducibili principalmente alle attività di scavo dei terreni.

Sulla base della suddivisione delle aree da bonificare in n.8 Lotti Funzionali e delle caratteristiche delle sorgenti di potenziale contaminazione, sono stati individuati i punti di monitoraggio della qualità dell'aria (Stazioni ricettori), uno per ogni lotto funzionale, principalmente nei pressi delle aree residenziali ritenute principali marcatori del cambiamento della qualità dell'aria che si potrà avere nel corso delle attività. È stato possibile considerare un'unica Stazione ricettore rispettivamente per i lotti 2 e 2A, e per i lotti 3 e 3A, in considerazione della posizione dei lotti stessi.

Per quanto riguarda il monitoraggio in continuo del particolato (PM10 e PM2.5), con restituzione dei dati in tempo reale, questo verrà realizzato presso i centri operativi di bonifica.

Nelle figure seguenti è indicata l'ubicazione proposta dei punti di indagine, tuttavia, tale l'ubicazione è da ritenersi indicativa in quanto le ubicazioni definitive potranno essere definite in funzione della logistica di ciascun lotto, dell'effettiva accessibilità delle aree e dalla direzione del vento nel periodo in cui verrà effettuata la bonifica.

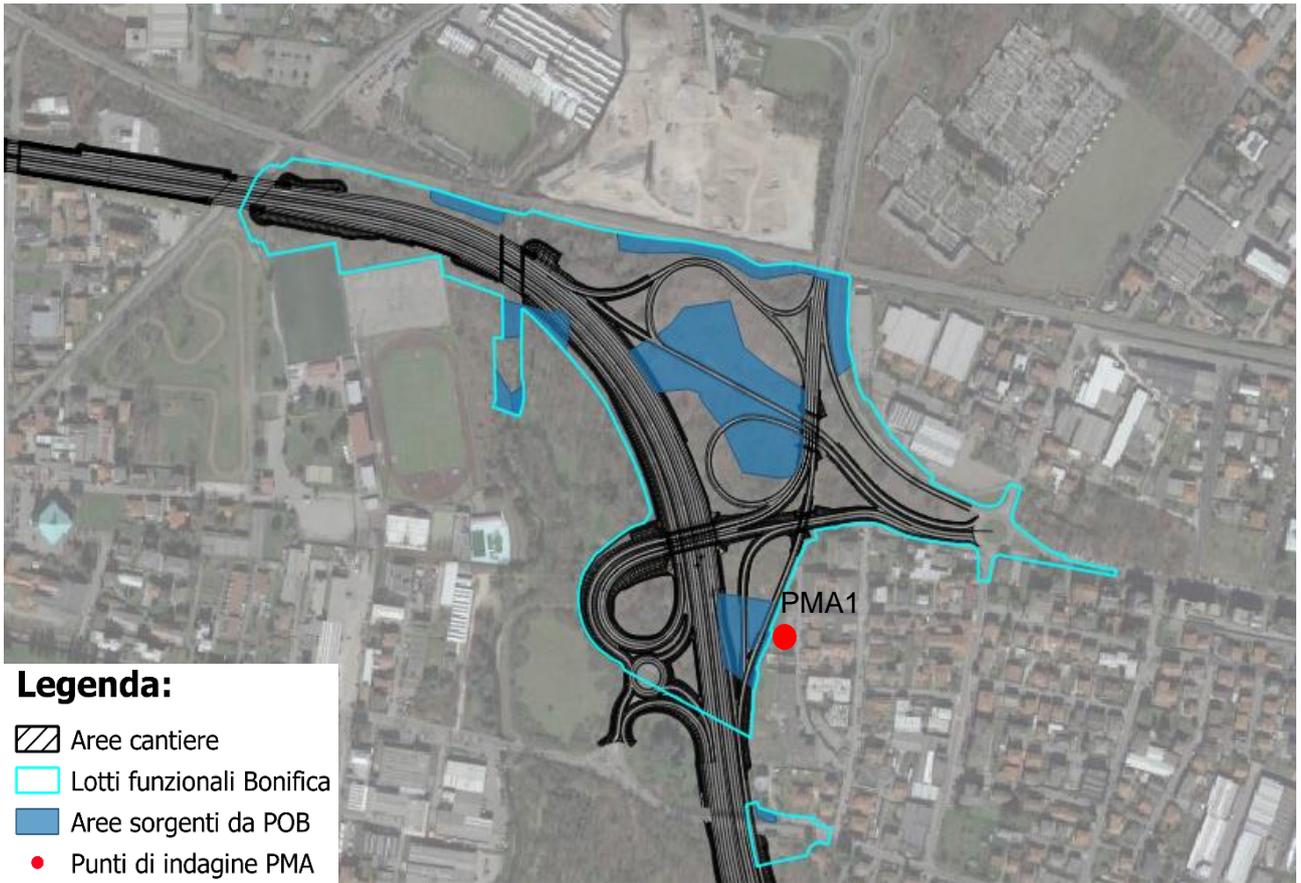


Figura 5 Ubicazione del punto di indagine PMA1 nel Lotto 1

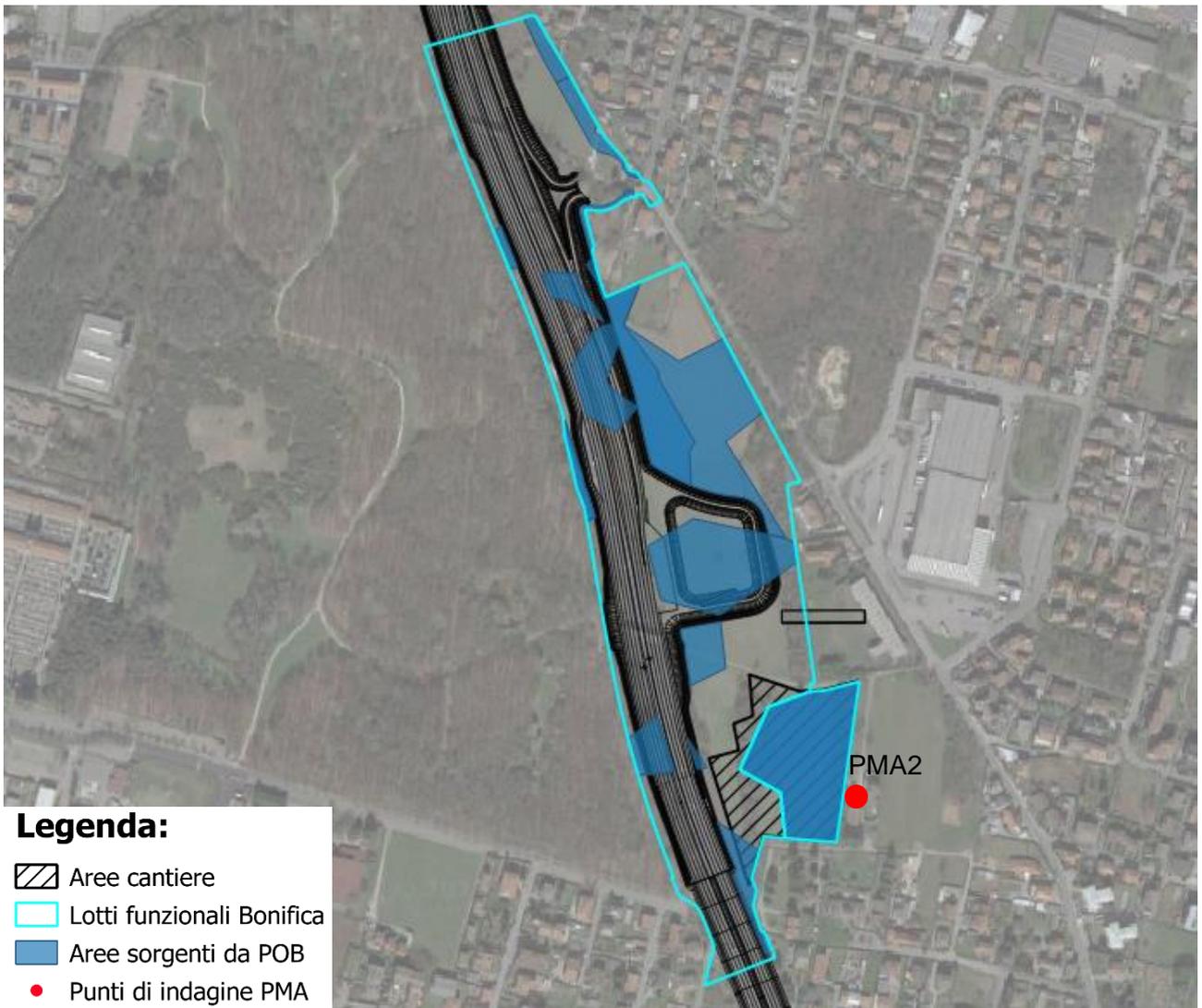


Figura 6 Ubicazione del punto di indagine PMA2 nel Lotto 2 e Lotto 2A



Figura 7 Ubicazione del punto di indagine PMA3 nel Lotto 3 e Lotto 3A



*Figura 8 Ubicazione del punto di indagine PMA4 nel Lotto 4*

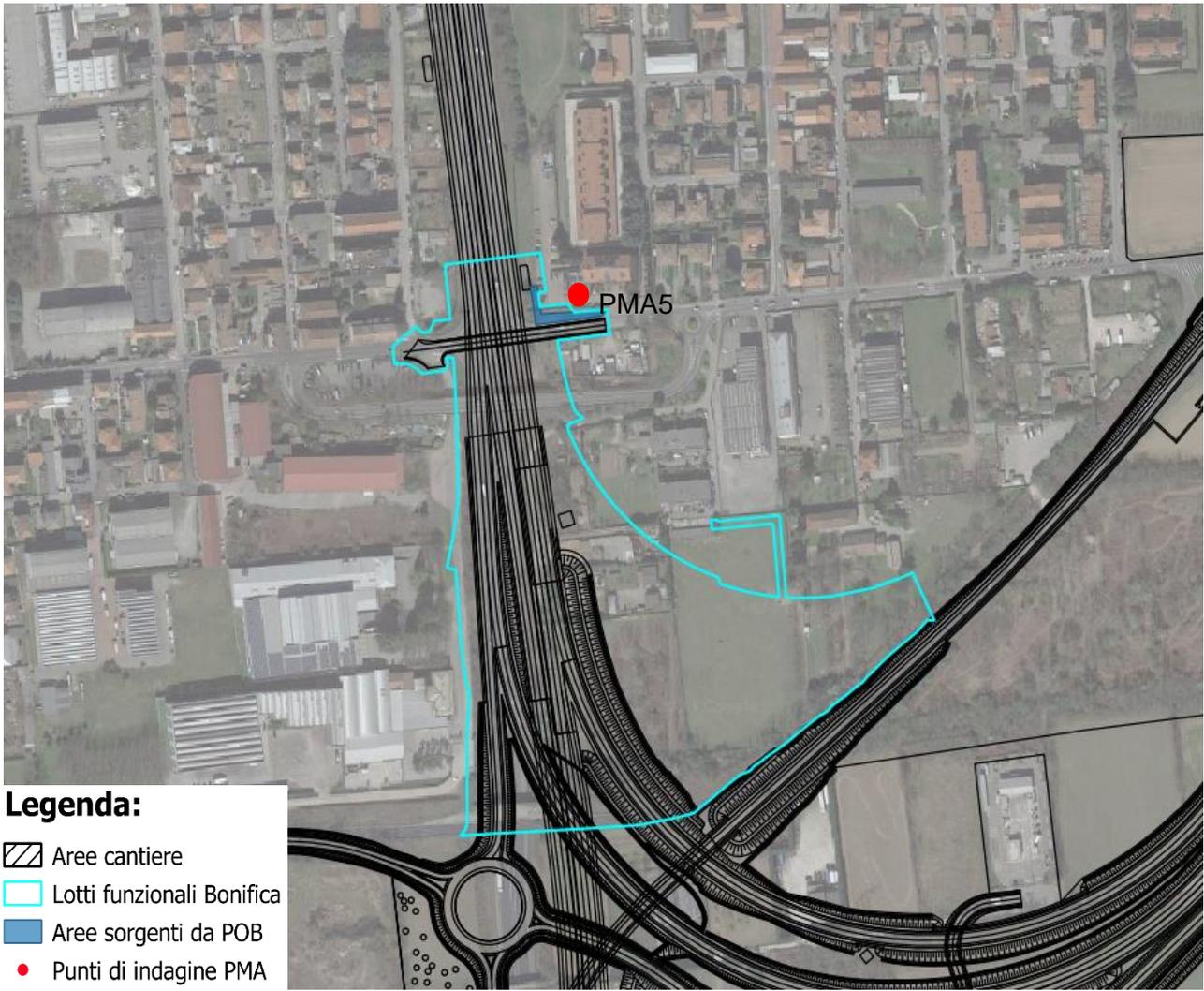


Figura 9 Ubicazione del punto di indagine PMA5 nel Lotto 5

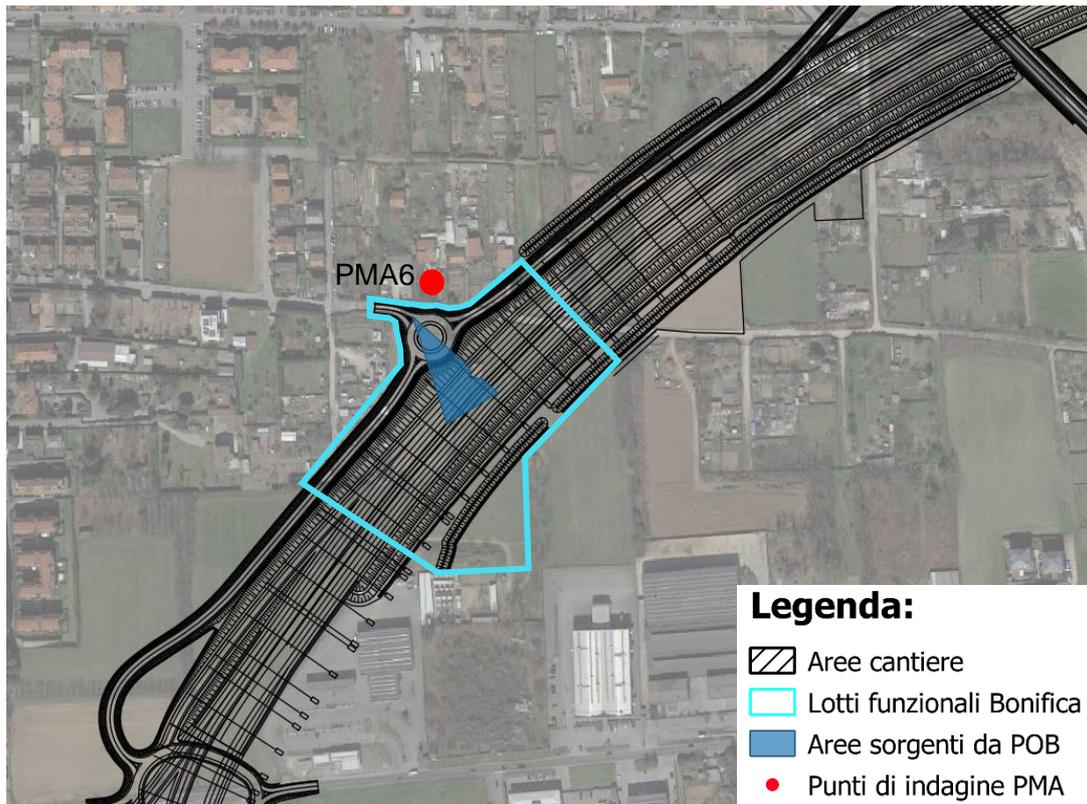


Figura 10 Ubicazione del punto di indagine PMA6 nel Lotto 6

## 8. RESTITUZIONE DEI DATI

Tutti i dati registrati saranno organizzati e predisposti per un loro immediato inserimento in una banca dati, tenendo in considerazione le seguenti necessità:

- la facilità di archiviazione delle informazioni;
- la possibilità di ricercare determinate informazioni;
- la possibilità di costruire grafici per visualizzare l'andamento dei diversi parametri nello spazio e nel tempo;
- la possibilità di trasmettere i dati.

Le informazioni consisteranno essenzialmente in dati e valori registrati dalle apparecchiature di misura e, quindi, nelle successive elaborazioni ed analisi.

In particolare, l'organizzazione di dette informazioni prevede le seguenti esigenze:

- centralizzare il luogo di archiviazione delle informazioni;
- assicurare la protezione e la salvaguardia delle informazioni;
- rendere disponibili e fruibili in tempo reale le informazioni, durante tutto il periodo del monitoraggio;
- garantire l'ufficialità delle informazioni disponibili.

La soluzione prevista consiste nella realizzazione di un database che consentirà di effettuare diverse selezioni o interrogazioni, sia sui dati pregressi che sulle ultime informazioni inserite nella banca-dati. Sarà possibile prelevare tutto o parte dei dati in formato tabellare, che potranno poi essere manipolati tramite strumenti standard di tipo foglio elettronico o di tipo database. Sarà disponibile l'elenco dei siti e punti di monitoraggio, man mano che verranno definiti durante le fasi ante-operam e corso d'opera.

I dati gestiti comprenderanno, oltre ai risultati delle elaborazioni delle misure, tutte le informazioni raccolte nelle aree d'indagine o sui singoli punti del monitoraggio, integrate, quando opportuno, da allegati riportanti gli elaborati grafici, la documentazione fotografica, stralci planimetrici, output di sistemi di analisi (rapporti di misura, grafici, ecc.).

Le informazioni saranno articolate in base:

- ai punti di monitoraggio;
- alla fase di monitoraggio (ante-operam e corso d'opera);
- alla tipologia di monitoraggio.

Lo scopo dell'attività di monitoraggio è quello di fornire efficaci indicazioni non solo al gestore del cantiere ma anche alle istituzioni competenti. A questo fine, tutti i dati derivanti dal monitoraggio saranno resi disponibili e trasferiti all'ARPA, alla Provincia ed ai Comuni competenti per territorio, ai fini della loro eventuale integrazione nei sistemi informativi ambientali da essi gestiti.

Come già riportato precedentemente saranno definite delle soglie di attenzione o di intervento. Il superamento di tali soglie da parte di uno o più dei parametri monitorati, implicherà una situazione inaccettabile per lo stato dell'ambiente e per la salute umana e determinerà l'attivazione di apposite procedure, finalizzate a ricondurre gli stessi parametri a valori accettabili.

In caso di superamento di tali soglie, il soggetto titolare dell'attività di monitoraggio provvederà a darne immediata comunicazione agli enti interessati.

Nelle diverse fasi del monitoraggio verranno prodotti rapporti per i vari punti di misura dopo ogni campagna di monitoraggio. Tali rapporti, oltre ai valori numerici dei diversi parametri misurati, conterranno una descrizione sintetica dello stato della componente monitorata, delle sorgenti di inquinamento eventualmente presenti nella fase di attività in esame, nonché la descrizione delle attività di cantiere svolte e/o in corso.

Nell'ambito dei suddetti rapporti, sarà inoltre riportato il confronto tra le misure rilevate ed i valori di norma e, di conseguenza, verranno evidenziati gli eventuali superamenti dei limiti normativi dei parametri rilevati e le misure correttive attuate.