

## PROGETTO ESECUTIVO

CUP C39B18000060006

CIG 7690329440

RIF. PERIZIA

P.3062

### TITOLO PROGETTO








## NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA AMBITO BACINO SAMPIERDARENA

DISCIPLINA	DESCRIZIONE
AM	STUDI AMBIENTALI

ELAB. N°	TITOLO ELABORATO	SCALA
G-0009	RELAZIONE AGGIORNAMENTO STUDI MODELLISTICI	-

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VISTO	APPROVATO
00	20/12/2022	PRIMA EMISSIONE	Fiorentino/Marchi	C.Metallo	P.Pucillo/D.Susanni
01	20/03/2023	EMISSIONE PER AGGIORNAMENTO	Fiorentino/Marchi	C.Metallo	P.Pucillo/D.Susanni

CODICE PROGETTO	CODICE ELABORATO	NOME FILE
P3062	E-AM-G-0009	P3062_E-AM-G-0009_01.doc

CONSORZIO IMPRESE	PROGETTISTI	PROGETTAZIONE	
 (Mandataria)   (Mandante)	 (Mandante)   (Mandante)	 (Mandataria)   (Mandante)	 ingegneria ing. Tommaso Tassi

D.E.C.	VERIFICATORE	PMC	VALIDATO R.U.P.
Ing. Alessandra Mariotti	ITS Controlli Tecnici SpA	RINA Consulting S.p.A.	Ing. Marco Vaccari
.....	.....	.....	.....

## Sommario

1	INTRODUZIONE	2
2	SCOPO E OBIETTIVI	4

## Indice delle figure

Figura 1-1	Inquadramento generale dell'area – Stato di fatto	3
------------	---	---

## 1 INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la “Relazione di aggiornamento studi modellistici” relativo al progetto di realizzazione della Nuova Diga Foranea nel Porto di Genova (GE, Regione Liguria), nell’ambito del Bacino di Sampierdarena (P. 3062).

Il progetto, sottoposto a Valutazione di Impatto Ambientale (di seguito VIA) ha già ottenuto giudizio positivo di compatibilità ambientale a seguito di emissione, da parte del MiTE, del Decreto n° 45 del 04/05/2022, nel rispetto delle condizioni ambientali di cui ai pareri:

- della Commissione Tecnica di Verifica dell’Impatto Ambientale VIA/VAS n° 233 del 28/03/2022,
- del Ministero della Cultura n° 461-P del 18/03/2022
- della Regione Liguria n° 205995 dell’11/03/2022,

richiamati ed allegati al Decreto.

L’intervento autorizzato prevede la realizzazione della diga foranea ubicata su fondali fino a 50 m, allo scopo di ampliare le aree portuali di accesso e manovra così da consentire l’accesso al porto delle grandi navi di progetto in condizioni di sicurezza. Saranno mantenuti il canale di accesso esistente a levante per l’ingresso delle navi da crociera e dei traghetti alle darsene del Porto Antico, ed a ponente un’imboccatura ai fini del transito delle imbarcazioni di servizio e delle navi commerciali di piccole-medie dimensioni.

Il progetto della nuova diga foranea interessa l’area territoriale di Sampierdarena, attualmente operata da terminalisti specializzati nella movimentazione di contenitori, navi RO-RO, general cargo, multipurpose, rinfuse solide, materiali metallici e prodotti forestali. L’area, suddivisa in 2 zone (Sampierdarena di ponente e levante) e delimitata a ponente (ovest) dal Torrente Polcevera e a levante (est) dal Promontorio di San Benigno, è caratterizzata da ponti sporgenti e calate entro cui le navi ormeggiano alle banchine.

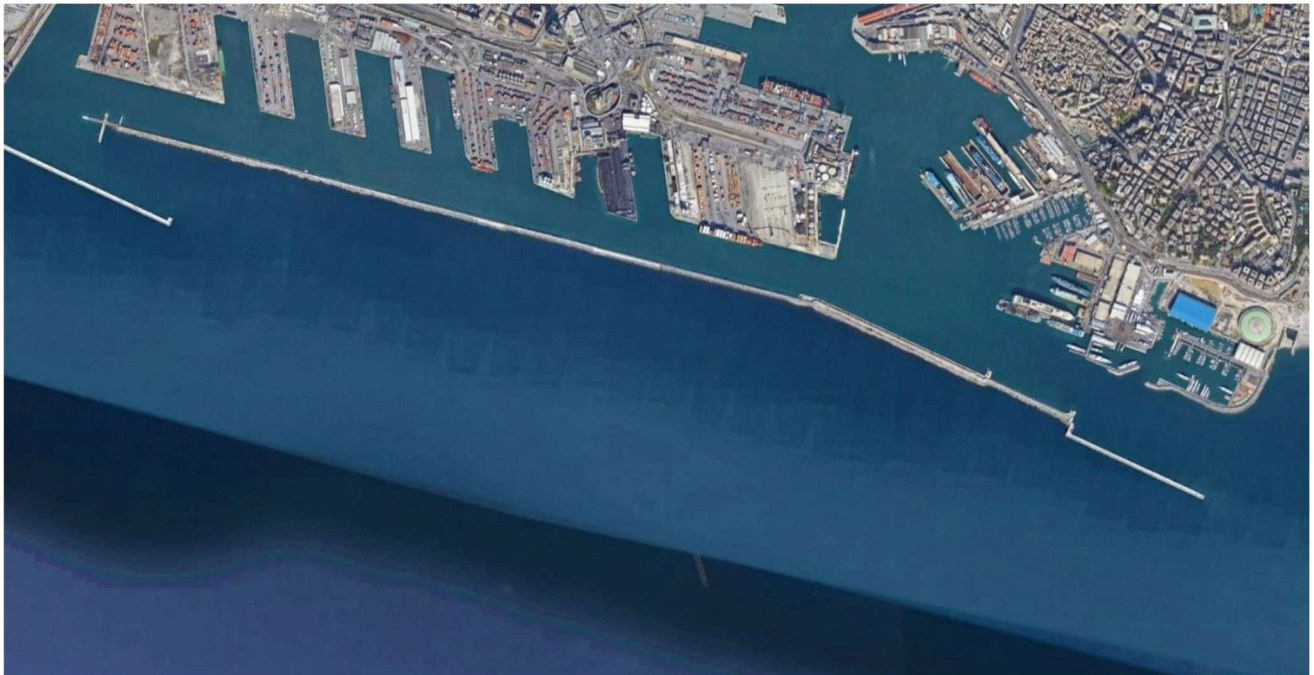


Figura 1-1 Inquadramento generale dell'area – Stato di fatto

La nuova diga foranea presenterà, nella sua configurazione finale, uno sviluppo longitudinale di circa 5900 m, da realizzare in due fasi funzionali di costruzione (Fase A, con estensione di 4.160 m, e Fase B, con estensione pari a 1.740 m).

La nuova diga, inoltre, deve consentire le operazioni ai terminali portuali in sicurezza in relazione allo scarico e carico delle merci e allo stesso tempo l'ormeggio alle banchine delle navi, proteggendo le aree portuali interne dall'azione del moto ondoso, in modo da limitare la condizione di non operatività.

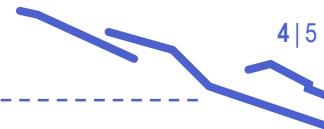
L'Autorità di Sistema ha previsto che l'iter realizzativo della nuova diga foranea sia organizzato in due fasi funzionali, in relazione a una prevedibile gradualità dei finanziamenti:

- Fase A: la prima fase di costruzione deve assicurare l'operatività del terminale di Calata Bettolo in condizioni di sicurezza, garantendo l'accesso alle navi più grandi di progetto nel breve termine, e migliorare l'operatività degli altri terminali più a ponente;
- Fase B: il completamento della costruzione deve assicurare l'operatività di tutti i terminali di Sampierdarena, anche di quelli più a ponente, garantendo l'accesso delle navi di progetto.

L'aggiudicazione della procedura per l'affidamento dell'appalto integrato complesso avente come oggetto l'elaborazione della progettazione definitiva ed esecutiva relativi alla prima e seconda fase funzionale e l'esecuzione dei lavori relativi alla prima fase funzionale della nuova diga foranea del porto di Genova – Ambito di Sampierdarena ha visto prevalere, con il decreto n.967 del 12/10/2022, il consorzio composto da WEBUILD S.p.A., FINCOSIT S.r.l., FINCANTIERI Infrastruttura Opere Marittime S.p.A. e Società Italiana Dragaggi S.p.A.

Con il prot. n. 0038250, in data 21 ottobre 2022, la stazione appaltante corrispondente al Commissario Straordinario per la nuova diga foranea del Porto di Genova/Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure





Occidentale (AdSP) ha rilasciato l'Ordine di Servizio n.1 in cui ordina al punto 1 l'avvio immediato della progettazione esecutiva della fase A, procedendo all'accorpamento dei livelli di progettazione definitiva ed esecutiva, nonché all'avvio di tutte le attività ad essa prodromiche (ad es. Project Plan, cronoprogramma) o comunque connesse quali, a titolo esemplificativo, le indagini.

## 2 SCOPO E OBIETTIVI

La presente si articola nei seguenti 2 allegati indipendenti:

- Allegato 1 Valutazione impatto acustico
- Allegato 2 Valutazione impatti qualità dell'aria

Si riporta nel seguito lo scopo per ciascuno dei due allegati.

### Allegato 1

Il documento costituisce la "Valutazione previsionale di impatto acustico" in ottemperanza alle disposizioni dell'art.8 della Legge 26 ottobre 1995, n.447 – "Legge quadro sull'inquinamento acustico" e della Legge Regionale 20 marzo 1998, n.12 – "Disposizioni in materia di inquinamento acustico".

Si evidenzia che le previsioni modellistiche per la componente rumore subacqueo in fase di cantiere (corso d'opera) e di esercizio (post operam) saranno trattate in documento separato, che sarà prodotto dopo l'esecuzione delle attività di monitoraggio ante-operam per mammiferi e rettili marini, come descritto nel Piano di Monitoraggio Ambientale.

### Allegato 2

L'Allegato 2 fornisce una valutazione dei potenziali impatti associati alle emissioni del progetto in aria attraverso simulazioni modellistiche che considerando gli scenari emissivi relativi alle operazioni di cantiere (corso d'opera).

Gli scenari emissivi considerati per le simulazioni modellistiche sono relativi alla varie fasi del cantiere e sono simulati in modo tale da considerare la variabilità delle diverse condizioni meteorologiche nelle diverse ore del giorno e nelle diverse stagioni dell'anno.

Gli inquinanti simulati dal modello sono:

- Ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>);
- Particolato atmosferico PM<sub>10</sub>;
- Particolato atmosferico PM<sub>2.5</sub>;
- Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)
- Monossido di carbonio (CO);
- Benzene.

Le simulazioni modellistiche sono condotte utilizzando il modello CALPUFF (v. 7.2.1) e per l'elaborazione dei dati di output al modello viene utilizzato il post-processore CALPOST (v. 7.1.0).

Per gli impatti sulla qualità dell'aria in fase di esercizio (post operam) si rimanda al documento Rapporto sugli Scenari di qualità dell'aria (Doc. Num. P3062\_E-AM-G-0010). Il documento, come richiesto dalla Condizione Ambientale 1 (Punto C) nel Decreto VIA, descriverà gli scenari di impatto delle emissioni connesse alle attività di costruzione (cantiere) dell'opera (sia navale sia di trasporto veicolare), sulla qualità dell'aria nel contesto portuale e urbano, con particolare riferimento alle emissioni di particolato (PM10 e PM2.5), Nox, SO2.

## Contents

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>OGGETTO E SCOPO</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>DEFINIZIONI TECNICHE</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>8</b>
4.1	Valori limite assoluti	10
4.2	Valori limite differenziali	10
4.3	Il Decreto sui limiti sonori delle infrastrutture stradali	11
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO ACUSTICO</b>	<b>12</b>
5.1	Piano di classificazione acustica	12
5.2	Localizzazione dei recettori	14
<b>6</b>	<b>DESCRIZIONE ATTIVITÀ DI PROGETTO</b>	<b>16</b>
6.1	Descrizione sintetica del progetto	16
6.2	Sorgenti sonore di progetto	20
6.2.1	Macchine operatrici	20
6.2.2	Traffico indotto	21
6.2.3	Sorgenti di rumore	21
<b>7</b>	<b>MODELLO MATEMATICO</b>	<b>25</b>
7.1	Descrizione del modello di calcolo	25
7.2	Terreno	26
7.3	Edifici	26
7.4	Condizioni meteo	26
<b>8</b>	<b>VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO</b>	<b>27</b>
8.1	Risultati del modello di calcolo	27

<b>8.2</b>	<b>Confronto con i limiti</b>	<b>30</b>
8.2.1	Confronto con i limiti assoluti di immissione sonora	30
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>32</b>

## Indice delle figure

Figura 5-1: Stralcio del Piano di Classificazione Acustica di Genova .....	14
Figura 5-2: Valori limite assoluti dB(A) del Piano di Classificazione Acustica di Genova .....	14
Figura 5-3: Identificazione dei recettori individuati nello studio .....	16
Figura 6-1: Inquadramento generale dell'area .....	17
Figura 6-2: Stato di fatto dell'area di intervento .....	18
Figura 6-3: Planimetria dell'area di cantierizzazione e prefabbricazione dei cassoni – Genova Prà .....	18
Figura 6-4: Planimetria di progetto - In arancione le aree interessate dalle attività previste nella Fase A .....	19
Figura 6-5: Planimetria di progetto - In arancione le aree interessate dalle attività previste nella Fase B .....	20
Figura 8-11: Fase produzione cassoni prefabbricati e frantumazione del materiale di demolizione .....	28

## Indice delle tabelle

Tabella 4-1: Valori limite di emissione sonora in dB(A) .....	10
Tabella 4-2: Valori limite di immissione sonora in dB(A) .....	10
Tabella 4-3: Limiti e fasce di pertinenza infrastrutture stradali esistenti - D.P.R. 30/3/2004 .....	11
Tabella 4-4: Limiti e fasce di pertinenza infrastrutture stradali di nuova realizzazione - D.P.R. 30/3/2004 .....	12
Tabella 5-1: Valori limite assoluti dB(A) .....	13
Tabella 5-2: Tabella di ubicazione dei recettori individuati nello studio .....	15
Tabella 6-1: Spettri di emissione delle sorgenti in termini di potenza sonora Lw [dB] .....	22
Tabella 6-2: Spettri di emissione delle sorgenti in termini di potenza sonora Lw [dB] per la fase produzione cassoni .....	23
Tabella 6-3: Spettri di emissione delle sorgenti in termini di potenza sonora Lw [dB] per la fase demolizione diga esistente .....	24
Tabella 6-4: Spettri di emissione delle sorgenti in termini di potenza sonora Lw [dB] per la fase costruzione nuova diga .....	25
Tabella 8-1: Tabella di confronto con i limiti assoluti di immissione sonora nella fase demolizione porzioni di diga esistente .....	30
Tabella 8-2: Tabella di confronto con i limiti assoluti di immissione sonora nella fase costruzione nuove porzioni di diga .....	30
Tabella 8-3: Tabella di confronto con i limiti assoluti di immissione sonora nella fase produzione cassoni prefabbricati e frantumazione del materiale di demolizione .....	31

## 1 INTRODUZIONE

L'aggiudicazione della procedura per l'affidamento dell'appalto integrato complesso avente come oggetto l'elaborazione della **progettazione definitiva ed esecutiva relativi alla prima e seconda fase funzionale e l'esecuzione dei lavori relativi alla prima fase funzionale della nuova diga foranea del porto di Genova – Ambito di Sampierdarena** ha visto prevalere, con il decreto n.967 del 12/10/2022, il consorzio composto da WEBUILD S.p.A., FINCOSIT S.r.l., FINCANTIERI Infrastructure Opere Marittime S.p.A. e Società Italiana Dragaggi S.p.A.

Con il prot. n. 0038250, in data 21 ottobre 2022, la stazione appaltante corrispondente al Commissario Straordinario per la nuova diga foranea del Porto di Genova/Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale ha rilasciato l'Ordine di Servizio n.1 in cui ordina al punto 1 l'avvio immediato della progettazione esecutiva della fase A, procedendo all'accorpamento dei livelli di progettazione definitiva ed esecutiva, nonché all'avvio di tutte le attività ad essa prodromiche (ad es. Project Plan, cronoprogramma) o comunque connesse quali, a titolo esemplificativo, le indagini.

Al punto 3, in particolare, si evidenzia l'immediato avvio di ogni altra attività propedeutica alla progettazione e al suo successivo avvio dei lavori prevista nel Capitolato Speciale Descrittivo Prestazionale.

## 2 OGGETTO E SCOPO

In riferimento a quest'ultima disposizione (punto 3 del ODS n.1), la presente relazione è redatta nell'ambito della definizione dell'impatto acustico delle fasi di cantiere, così come previsto dal Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (PFTE).

Il presente documento costituisce la "Valutazione previsionale di impatto acustico" in ottemperanza alle disposizioni dell'art.8 della Legge 26 ottobre 1995, n.447 – "Legge quadro sull'inquinamento acustico" e della Legge Regionale 20 marzo 1998, n.12 – "Disposizioni in materia di inquinamento acustico"

L'intervento autorizzato prevede la realizzazione della diga foranea ubicata su fondali fino a 50 m, allo scopo di ampliare le aree portuali di accesso e manovra così da consentire l'accesso al porto delle grandi navi di progetto in condizioni di sicurezza. Saranno mantenuti il canale di accesso esistente a levante per l'ingresso delle navi da crociera e dei traghetti alle darsene del Porto Antico, ed a ponente un'imboccatura ai fini del transito delle imbarcazioni di servizio e delle navi commerciali di piccole-medie dimensioni.

La nuova diga foranea presenterà, nella sua configurazione finale, uno sviluppo longitudinale di circa 5900 m, da realizzare in due fasi funzionali di costruzione (Fase A, con estensione di 4.160 m, e Fase B, con estensione pari a 1.740 m).

La metodologia seguita per la stesura della presente valutazione ha previsto le seguenti fasi operative:

- studio ed analisi dell'area di progetto e dei suoi dintorni;
- sopralluoghi tecnici con esecuzione di rilievi fonometrici e individuazione puntuale dei recettori;
- sviluppo di un modello matematico 3D dell'area;
- taratura del modello matematico mediante i dati delle misurazioni eseguite per la determinazione del clima acustico attuale;

- inserimento delle sorgenti sonore di progetto nel modello matematico per lo sviluppo della situazione futura;
- analisi dei risultati del modello matematico e loro confronto con i limiti acustici assoluti e differenziali vigenti presso i recettori individuati.

Si precisa che il presente documento riporta le valutazioni tecniche relative alla situazione monitorata alla data odierna, dove ampie zone limitrofe all'area di progetto sono attualmente interessate da lavorazioni di cantiere per la realizzazione di nuove attività industriali. Presumibilmente, al termine di tali attività industriali, il clima acustico della zona subirà modifiche e, di conseguenza, sarà necessario tenerne conto rispetto alle condizioni e alle stime descritte nella presente relazione tecnica.

### 3 DEFINIZIONI TECNICHE

Rumore: qualunque emissione sonora che provochi sull'uomo effetti indesiderati, disturbanti o dannosi o che determini un qualsiasi deterioramento qualitativo dell'ambiente.

Inquinamento acustico: l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo e alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi.

Ambiente abitativo: ogni ambiente interno a un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al decreto legislativo 15 agosto 1991, n. 277, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive.

Sorgente sonora: qualsiasi oggetto, dispositivo, macchina o impianto o essere vivente idoneo a produrre emissioni sonore.

Sorgente specifica: sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del disturbo.

Sorgenti sonore fisse: gli impianti tecnici degli edifici e le altre installazioni unite agli immobili anche in via transitoria il cui uso produca emissioni sonore; le infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, industriali, artigianali, commerciali e agricole; i parcheggi; le aree adibite a stabilimenti di movimentazione merci; i depositi dei mezzi di trasporto di persone e merci; le aree adibite a attività sportive e ricreative.

Sorgenti sonore mobili: tutte le sorgenti sonore non definibili come sorgenti sonore fisse.

Valori limite di emissione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.



Valore limite di immissione: il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori.

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

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

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

Livello di pressione sonora –  $L_p$ : esprime il valore della pressione acustica di un fenomeno sonoro mediante la scala logaritmica dei decibel (dB) ed è dato dalla relazione seguente:

$$L_p = 10 \log \left( \frac{p}{p_0} \right)^2 \quad [\text{dB}]$$

dove: p è il valore efficace della pressione sonora misurata in pascal (Pa);

$p_0$  è la pressione di riferimento che si assume uguale a 20  $\mu\text{Pa}$ .

Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato 'A' –  $L_{Aeq,T}$ : è il parametro fisico adottato per la misura del rumore, definito dalla relazione analitica seguente:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] \quad [\text{dB(A)}]$$

dove:

$p_A(t)$  è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata secondo la curva A (norma IEC n. 651)

$p_0$  è la pressione di riferimento che si assume uguale a 20  $\mu\text{Pa}$

$t_2 - t_1$  è l'intervallo di tempo di integrazione

$L_{Aeq,T}$  esprime il livello energetico medio del rumore ponderato in curva A, nell'intervallo di tempo considerato.

Livello differenziale di rumore: differenza tra livello di rumore ambientale ( $L_a$ ) e quello di rumore residuo ( $L_r$ ):

$$L_D = (L_a - L_r)$$

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

Rumore con componenti impulsive: emissione sonora nella quale siano chiaramente udibili e strumentalmente rilevabili eventi sonori di durata inferiore ad un secondo.

Rumori con componenti tonali: emissioni sonore all'interno delle quali siano evidenziabili suoni corrispondenti ad un tono puro o contenuti entro 1/3 di ottava e che siano chiaramente udibili e strumentalmente rilevabili.

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

- per la presenza di componenti impulsive  $K_I = 3$  dB;
- per la presenza di componenti tonali  $K_T = 3$  dB;
- per la presenza di componenti in bassa frequenza  $K_B = 3$  dB I fattori di correzione non si applicano alle infrastrutture dei trasporti.

Livello di rumore corretto –  $L_C$ : è definito dalla relazione:  $L_C = L_A + K_I + K_T + K_B$

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

Tempo di riferimento –  $TR$ : rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misure. La durata della giornata è articolata in due tempi di riferimento: quello diurno compreso tra le h 06.00 e le h 22.00 e quello notturno compreso tra le h 22.00 e le h 06.00.

Tempo di osservazione –  $TO$ : è un periodo di tempo compreso in  $TR$  nel quale si verificano le condizioni di rumorosità che si intendono valutare.

Tempo di misura –  $TM$ : all'interno di ciascun tempo di osservazione, si individuano uno o più tempi di misura ( $TM$ ) di durata pari o minore del tempo di osservazione, in funzione delle caratteristiche di variabilità del rumore ed in modo tale che la misura sia rappresentativa del fenomeno.

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

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

$$L_{Aeq,TL} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0,1(L_{Aeq,TR,i})} \right] \quad [\text{dB(A)}]$$

essendo N i tempi considerati.

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

$$L_{Aeq,TL} = 10 \log \left[ \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M 10^{0,1(L_{Aeq,TR,i})} \right] \quad [\text{dB(A)}]$$

dove  $i$  è il singolo intervallo di 1 ora nell' $i$ -esimo TR. È il livello che si confronta con i limiti di attenzione.

Livello sonoro di un singolo evento –  $L_{AE}$ , SEL: è dato dalla formula:

$$SEL = L_{AE} = 10 \log \left[ \frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] \quad [\text{dB(A)}]$$

Livelli dei valori efficaci di pressione sonora ponderata "A" –  $L_{AS}$ ,  $L_{AF}$ ,  $L_{AI}$ : esprimono i valori efficaci in media logaritmica mobile della pressione sonora ponderata "A" secondo le costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".

Livelli dei valori massimi di pressione sonora –  $L_{ASmax}$ ,  $L_{AFmax}$ ,  $L_{AImax}$ : esprimono i valori massimi della pressione sonora ponderata in curva "A" e le costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".

## 4 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il quadro di riferimento normativo applicabile in materia di acustica comprende sia la legislazione nazionale che quella regionale, oltre che quella comunale per l'adozione del Piano di Zonizzazione Acustica in recepimento di un decreto di carattere nazionale. Le principali norme di legge nazionali in tema di inquinamento acustico applicabili sono le seguenti:

- D.P.C.M. 01.03.1991, "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";
- Legge 26.10.1995 n. 447, "Legge Quadro sull'inquinamento acustico";
- D.P.C.M. 14.11.1997, "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- D.M.A. 16.03.1998, "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
- D.P.R. 18.11.1998 n. 459, "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della Legge 26 ottobre 1995, n.447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario";
- D.M. 29.11.2000, "Criteri per la predisposizione dei piani degli interventi e abbattimento del rumore";

- D. Lgs. 4 settembre 2002 n. 262, “Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto”;
- D.P.R. 30.03.2004 n. 142, “Regolamento di attuazione della Legge n. 447/95 sul rumore di origine veicolare”;
- D. Lgs. 19 agosto 2005 n. 194, “Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale”;
- Direttiva 2005/88/CE del Parlamento Europeo e del consiglio del 14 dicembre 2005 che modifica la direttiva 2000/14/CE sul ravvicinamento delle legislazioni degli stati membri concernenti l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto.;
- DECRETO 24 luglio 2006, “Modifiche dell'allegato I - Parte b, del Decreto Legislativo 4 settembre 2002, n. 262, relativo all'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate al funzionamento all'esterno”;
- D. Lgs. 17 febbraio 2017, n. 42 “Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161”.

A livello regionale le principali norme in tema di inquinamento acustico applicabili sono le seguenti:

- Legge regionale 20 marzo 1998, n. 12 “Disposizioni in materia di inquinamento acustico.” Bollettino Ufficiale n. 6 del 15 aprile 1998;
- Deliberazione della Giunta regionale n. 1585 del 23.12.1999 “Definizione dei criteri per la classificazione acustica e per la predisposizione e adozione dei piani comunali di risanamento acustico - Soppressione artt. 17 e 18 delle disposizioni approvate con DGR 1977 del 16.6.1995.”;
- Deliberazione della Giunta regionale n. 534 del 28.5.1999 Criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e di clima acustico ai sensi dell'art. 2, comma 2, l.r. 20.3.1998, n. 12.;
- LEGGE REGIONALE 30 dicembre 1998 n. 38 BOLLETTINO UFFICIALE REGIONALE 20/01/1999 n. 1 – Disciplina della valutazione di impatto ambientale VIA;
- delibera della Giunta regionale n.752 del 28 giugno 2011 “Modifica della delibera della Giunta regionale n.2510 del 18 dicembre 1998”;
- decreto dirigenziale n.18 del 13 gennaio 2000 “Approvazione schede di rilevamento dell'inquinamento acustico. Soppressione allegato 3 alla delibera della Giunta regionale n.1977 del 1995”;
- delibera della Giunta regionale n.1585 del 23 dicembre 1999 “Definizione dei criteri per la classificazione acustica e per la predisposizione ed adozione dei piani comunali di risanamento acustico - Soppressione artt.17 e 18 delle disposizioni approvate con delibera della Giunta regionale n.1977 del 16 giugno 1995”;
- decreto dirigenziale n. 2874 del 14 dicembre 1999 “Definizione del tracciato record per la trasmissione dei dati acustici al sistema informativo regionale”;
- delibera della Giunta regionale n. 2510 del 18 dicembre 1998 “Definizione degli indirizzi per la predisposizione di regolamenti comunali in materia di attività all'aperto e di attività temporanee di cui

all'art. 2, comma 2, lettera l), legge regionale n.12 del 1998 (Disposizioni in materia di inquinamento acustico).

## 4.1 Valori limite assoluti

Il D.P.C.M. 14 novembre 1997 definisce i valori limite assoluti dell'inquinamento acustico; questi sono suddivisi in valori limite di immissione sonora (Tabella C del Decreto) e valori limite di emissione sonora (Tabella B del Decreto) e dipendono dalla classe acustica di appartenenza dell'area in esame e dal periodo di riferimento al quale si applicano (diurno o notturno).

Si riportano di seguito le tabelle recanti i valori limite di immissione ed emissione sonora suddivisi per classe acustica e periodo di riferimento così come riportate nel testo del D.P.C.M. 14 novembre 1997.

Tabella 4-1: Valori limite di emissione sonora in dB(A)

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I – Aree particolarmente protette	45	35
II – Aree prevalentemente residenziali	50	40
III – Aree di tipo misto	55	45
IV – Aree di intensa attività umana	60	50
V – Aree prevalentemente industriali	65	55
VI – Aree esclusivamente industriali	65	65

Tabella 4-2: Valori limite di immissione sonora in dB(A)

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I – Aree particolarmente protette	50	40
II – Aree prevalentemente residenziali	55	45
III – Aree di tipo misto	60	50
IV – Aree di intensa attività umana	65	55
V – Aree prevalentemente industriali	70	60
VI – Aree esclusivamente industriali	70	70

## 4.2 Valori limite differenziali

I valori limite differenziali di immissione, definiti all'art.2, comma 3, lettera b), della legge 26 ottobre 1995, n.447 come il livello sonoro ottenuto dalla differenza tra livello di rumore ambientale ed il livello di rumore residuo, sono: 5 dB per il periodo diurno e 3 dB per il periodo notturno, all'interno degli ambienti abitativi.

I valori limite differenziali di immissione non si applicano nei seguenti casi, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

- se il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo di riferimento notturno;

- se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno.

I valori limite differenziali non si applicano alla rumorosità prodotta: dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime; da attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali; da servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

### 4.3 Il Decreto sui limiti sonori delle infrastrutture stradali

Il D.P.R. del 30 marzo 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" istituisce, sia per le strade di nuova realizzazione che per quelle esistenti, delle fasce di pertinenza e dei limiti acustici, differenziate in base alle caratteristiche dell'infrastruttura stessa.

Tabella 4-3: Limiti e fasce di pertinenza infrastrutture stradali esistenti - D.P.R. 30/3/2004

Tipo di strada (codice strada)	Sottotipi ai fini acustici (secondo norma CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole, Ospedali, Case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A - Autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - Extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - Extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D - Urbana di scorrimento	Da (Strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (Tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100				
E - Urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al DPCM 14/11/97, e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane così prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della Legge Quadro n. 447 del 26/10/95.			
F - Locale		30				



Nella tabella seguente (DPR n. 142/2004 - Allegato 1 - Tabella 1) si riportano i valori relativi alle infrastrutture stradali di nuova realizzazione.

Tabella 4-4: Limiti e fasce di pertinenza infrastrutture stradali di nuova realizzazione - D.P.R. 30/3/2004

Tipo di strada (codice strada)	Sottotipi ai fini acustici (secondo norma CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole, Ospedali, Case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A - Autostrada		250	50	40	65	55
B - Extraurbana principale		250	50	40	65	55
C - Extraurbana secondaria	C1	250	50	40	65	55
	C2	150	50	40	65	55
D - Urbana di scorrimento	Da	100	50	40	65	55
E - Urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al DPCM 14/11/97, e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane così prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della Legge Quadro n. 447 del 26/10/95.			
F - Locale		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al DPCM 14/11/97, e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane così prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della Legge Quadro n. 447 del 26/10/95.			

L'art.2, comma 4 del D.P.R. 30 marzo 2004, n.142, esclude ogni tipo di infrastruttura stradale dalla valutazione dei limiti acustici relativi all'emissione sonora, e dalla valutazione dei valori di attenzione e di qualità.

L'art.4, comma 3 del D.P.C.M. 14 novembre 1997 esclude inoltre che le emissioni sonore delle infrastrutture stradali siano soggette a valutazione del criterio differenziale.

## 5 INQUADRAMENTO ACUSTICO

### 5.1 Piano di classificazione acustica

La normativa nazionale ha previsto dei limiti massimi per la valutazione dei livelli di immissione ed emissione per i comuni che hanno adempiuto alla redazione del Piano di Zonizzazione acustica del proprio territorio comunale e per quelli che attendono di redigerlo.

Il Comune di Genova si è dotato di Piano Comunale di Classificazione Acustica (PCCA), approvato con Delibera della Giunta Provinciale n° 234 del 24/04/02, ai sensi della Legge Regionale n° 12 del 20 Marzo 1998. Il Piano costituisce il riferimento per i valori limite di emissione ed immissione acustica all'interno del territorio comunale, che, si precisa, comprende solo aree a terra, sino alla linea di costa, e non i tratti di mare prospicienti. Il territorio viene classificato in base alle 6 classi definite dal DPCM 14/11/97 e s.m.i. come riportato nella tabella 4-1 seguente.



Tabella 5-1: Valori limite assoluti dB(A)

Classi	Periodo di riferimento emissioni		Periodo di riferimento immissioni	
	Diurno (06-22)	Notturno (22-06)	Diurno (06-22)	Notturno (22-06)
I Aree particolarmente protette	45	35	50	40
II Aree prevalentemente residenziali	50	40	55	45
III Aree di tipo misto	55	45	60	50
IV Aree di intensa attività umana	60	50	65	55
V Aree prevalentemente industriali	65	55	70	60
VI Aree esclusivamente industriali	65	65	70	70

Il PCCA identifica anche le rispettive fasce di pertinenza acustica stradale e ferroviaria di cui al DPR 142/04 e s.m.i. ed al DPR 459/98 e s.m.i., all'interno delle quali si applicano i valori limiti di emissione acustica individuati dagli stessi Decreti. Come si osserva nella Figura 5-1, le aree del Porto Antico sino alla foce del Torrente Bisagno ricadono in Classe IV (aree di intensa attività umana) e per tratti limitati in Classe III (aree di tipo misto), mentre la maggior parte delle aree portuali (incluse le dighe foranee) rientra nella classe VI.

Le aree di cantiere si possono dividere in due macroaree:

- L'area di demolizione e ricostruzione della diga;
- L'area di deposito materiale da demolizione e fabbricazione cassoni.

Data la destinazione d'uso della zona e l'attuale stato di fruizione della stessa, le aree nella quale insiste il progetto oggetto di studio (segnate in rosso) sono da considerarsi appartenente alla "Aree esclusivamente industriale", Classe VI.

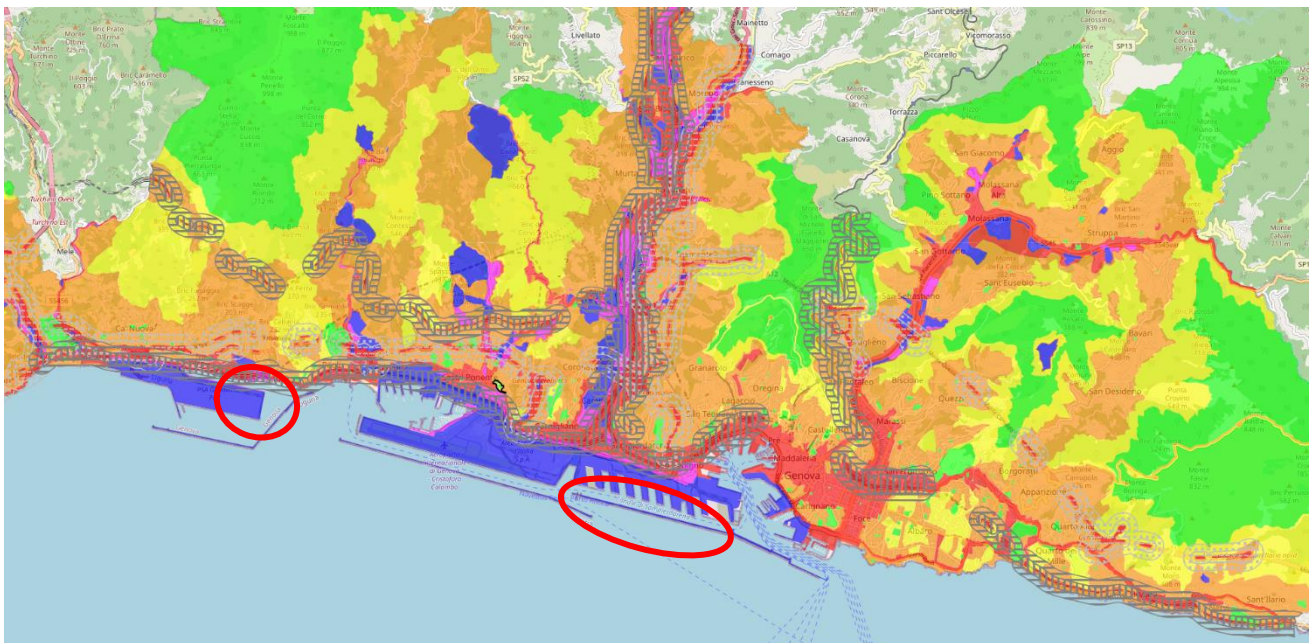


Figura 5-1: Stralcio del Piano di Classificazione Acustica di Genova

Classificazione acustica del territorio			Limiti di					
Classi di destinazione d'uso del territorio			immissione		emissione		qualità	
	Classe	Tipologia	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
<b>VERDE</b>	I	aree particolarmente protette	50	40	45	35	47	37
<b>GIALLO</b>	II	aree ad uso prevalentemente residenziale	55	45	50	40	52	42
<b>ARANCIONE</b>	III	aree di tipo misto	60	50	55	45	57	47
<b>ROSSO</b>	IV	aree di intensa attività umana	65	55	60	50	62	52
<b>VIOLA</b>	V	aree prevalentemente industriali	70	60	65	55	67	57
<b>BLU</b>	VI	aree esclusivamente industriali	70	70	65	65	70	70

Figura 5-2: Valori limite assoluti dB(A) del Piano di Classificazione Acustica di Genova

## 5.2 Localizzazione dei recettori

Al fine di individuare i recettori sensibili più prossimi alle aree oggetto di intervento sono stati effettuati, nel periodo 20-24 Febbraio 2023, specifici sopralluoghi tecnici. Dagli esiti di tali sopralluoghi sono stati identificati i ricettori rappresentativi e posti in prossimità delle opere o dei cantieri, individuati negli edifici ad uso sensibile e residenziale o comunque potenzialmente frequentate da persone, di seguito riportati:

Tabella 5-2: Tabella di ubicazione dei recettori individuati nello studio

Denominazione punto (1), caratteristiche e dettagli ubicazione	Coordinate UTM-WGS84 (m)		Macroaree di Cantiere
	E	N	
RUM01	483437	4919146	Area di deposito materiale da demolizione e fabbricazione cassoni
RUM02	483961	4919025	
RUM03	483862	4919458	
RUM04	485230	4919010	
RUM05	491734	4917227	Area di demolizione e ricostruzione della diga
RUM06 -	492528	4917781	
RUM07	493503	4917653	
RUM08	494594	4916504	
RUM09	495771	4915853	
RUM10	495078	4916100	

<sup>1</sup> Il punto prescelto si trova in posizione baricentrica rispetto ai ricettori sensibili individuati (es scuole, ospedali ecc) e riportati nelle tavole di riferimento



Figura 5-3: Identificazione dei recettori individuati nello studio

## 6 DESCRIZIONE ATTIVITÀ DI PROGETTO

### 6.1 Descrizione sintetica del progetto

L'intervento in progetto prevede la realizzazione della diga foranea ubicata su fondali fino a 50 m, allo scopo di consentire l'accesso al porto delle grandi navi in condizioni di sicurezza, attraverso l'ampliamento delle aree portuali di accesso e/o manovra.

La tipologia costruttiva è quella di un'opera a parete verticale realizzata in cassoni cellulari di differente altezza, (fino ad un massimo di 33 m), poggianti su uno scanno d'imbasamento in tout-venant (di pezzatura 0-500 kg con rivestimento di protezione in massi naturali 2-5 t lato mare e 300-1000 kg lato porto), sormontati da una sovrastruttura con muro paraonde in cemento armato.

Il riempimento dei cassoni è previsto con materiale idoneo proveniente dalla demolizione dei tratti di diga esistente e dai dragaggi previsti nelle aree dell'avamposto, del bacino di Sampierdarena e dall'escavo dei fondali per la cantierizzazione del parco impianti di prefabbricazione dei cassoni in adiacenza alla piattaforma portuale di Genova-Prà.

Al piede dei cassoni lato mare è prevista la posa di massi guardiani in calcestruzzo forati al fine di limitare le sottopressioni agenti sul masso stesso. Considerate le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, è previsto il consolidamento mediante trattamento colonnare con inclusione di ghiaia secondo maglia e lunghezze stabilite in funzione dello spessore degli strati interessati (denominati LA e LS).



Rispetto all'esistente, saranno mantenuti il canale di accesso a levante per l'ingresso delle navi da crociera e dei traghetti alle darsene del Porto Antico ed a ponente un'imboccatura ai fini del transito delle imbarcazioni di servizio e delle navi commerciali di piccole-medie dimensioni.

La nuova diga, inoltre, consentirà le operazioni ai terminali portuali in sicurezza, in relazione allo scarico e carico delle merci e all'ormeggio alle banchine delle navi, proteggendo le aree portuali interne dall'azione del moto ondoso, in modo da limitare la condizione di non operatività.

Il progetto della nuova diga foranea interessa l'area territoriale di Sampierdarena, attualmente operata da terminalisti specializzati nella movimentazione di contenitori, navi RO-RO, general cargo, multipurpose, rinfuse solide, materiali metallici e prodotti forestali. L'area, suddivisa in 2 zone (Sampierdarena di ponente e levante) e delimitata a ponente (ovest) dal Torrente Polcevera e a levante (est) dal Promontorio di San Benigno, è caratterizzata da ponti sporgenti e calate entro cui le navi ormeggiano alle banchine.



Figura 6-1: Inquadramento generale dell'area

Le aree interessate dalle attività sono le seguenti:

- area in cui sarà realizzata la nuova diga (Figura 6-2);
- area di cantierizzazione e prefabbricazione dei cassoni (Figura 6-3).



Figura 6-2: Stato di fatto dell'area di intervento

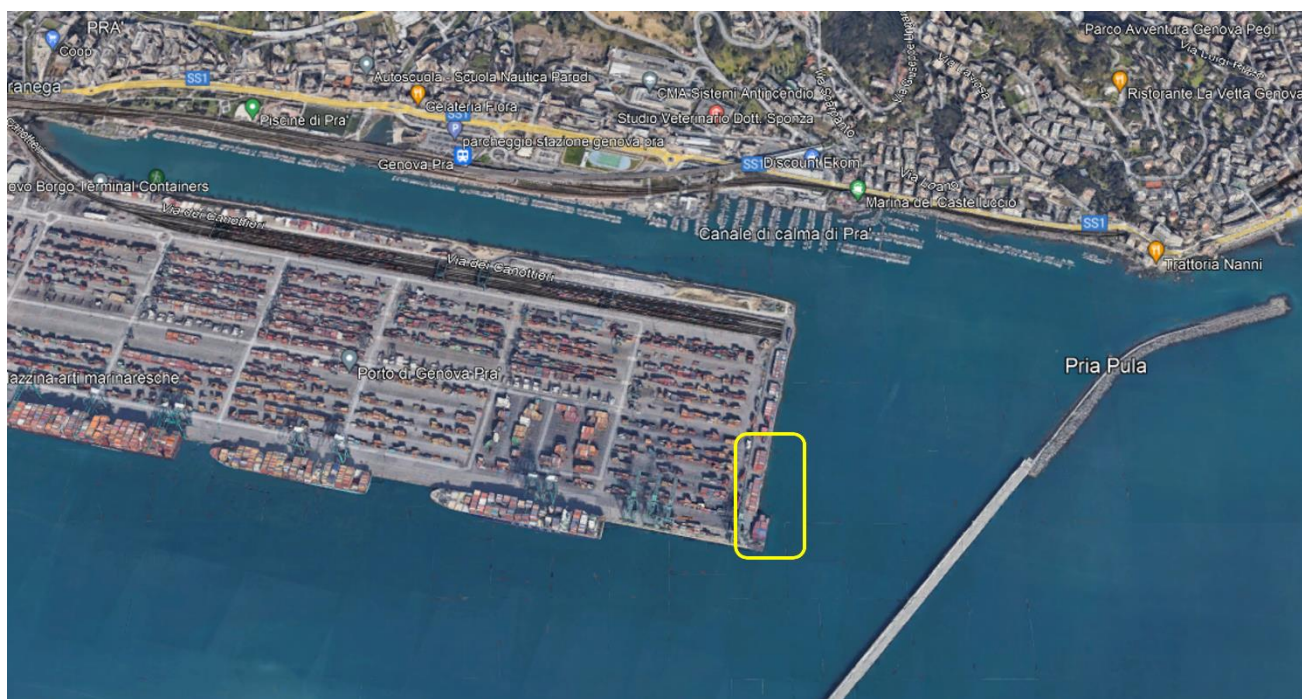


Figura 6-3: Planimetria dell'area di cantierizzazione e prefabbricazione dei cassoni – Genova Prà



L'Autorità di Sistema ha previsto che l'iter realizzativo della nuova diga foranea sia organizzato in due fasi funzionali, in relazione a una prevedibile gradualità dei finanziamenti:

- **Fase A** (durata presunta pari a 4 anni): la prima fase di costruzione deve assicurare l'operatività del terminale di Calata Bettolo in condizioni di sicurezza, garantendo l'accesso alle navi più grandi di progetto nel breve termine, e migliorare l'operatività degli altri terminali più a ponente (Figura 6-4);
- **Fase B** (durata presunta pari a 2 anni): il completamento della costruzione deve assicurare l'operatività di tutti i terminali di Sampierdarena, anche di quelli più a ponente, garantendo l'accesso delle navi di progetto (Figura 6-5).

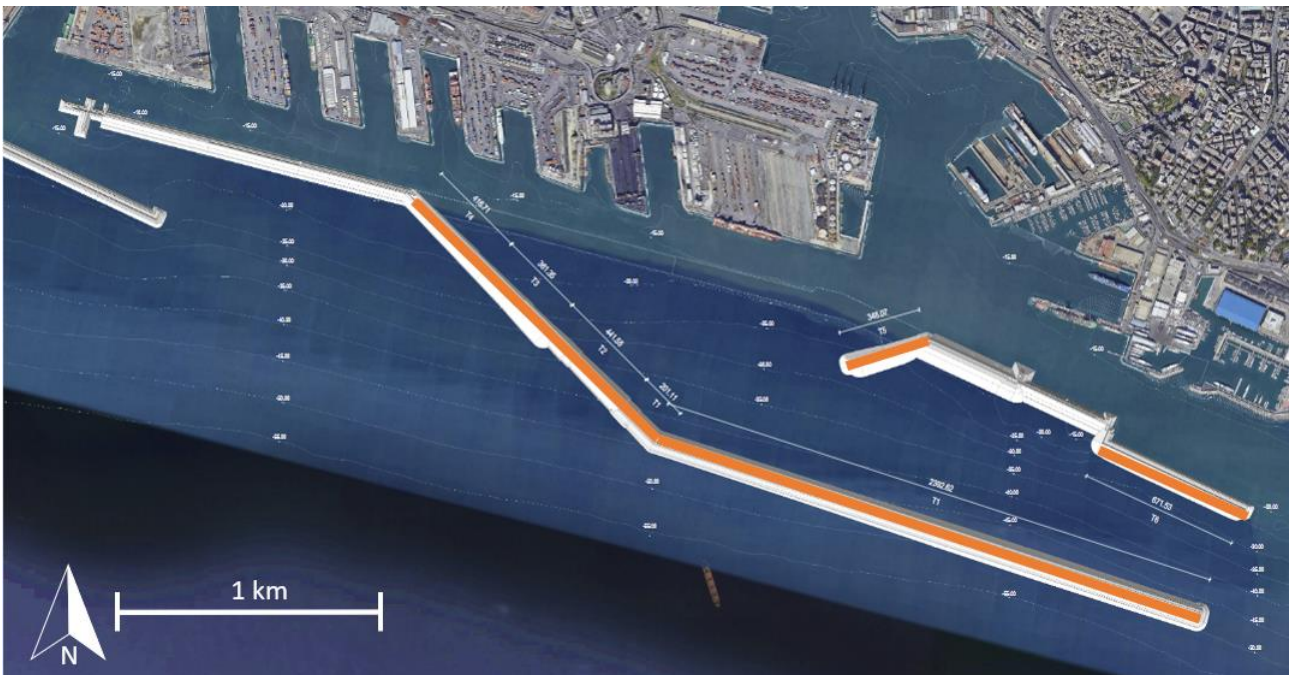


Figura 6-4: Planimetria di progetto - In arancione le aree interessate dalle attività previste nella Fase A



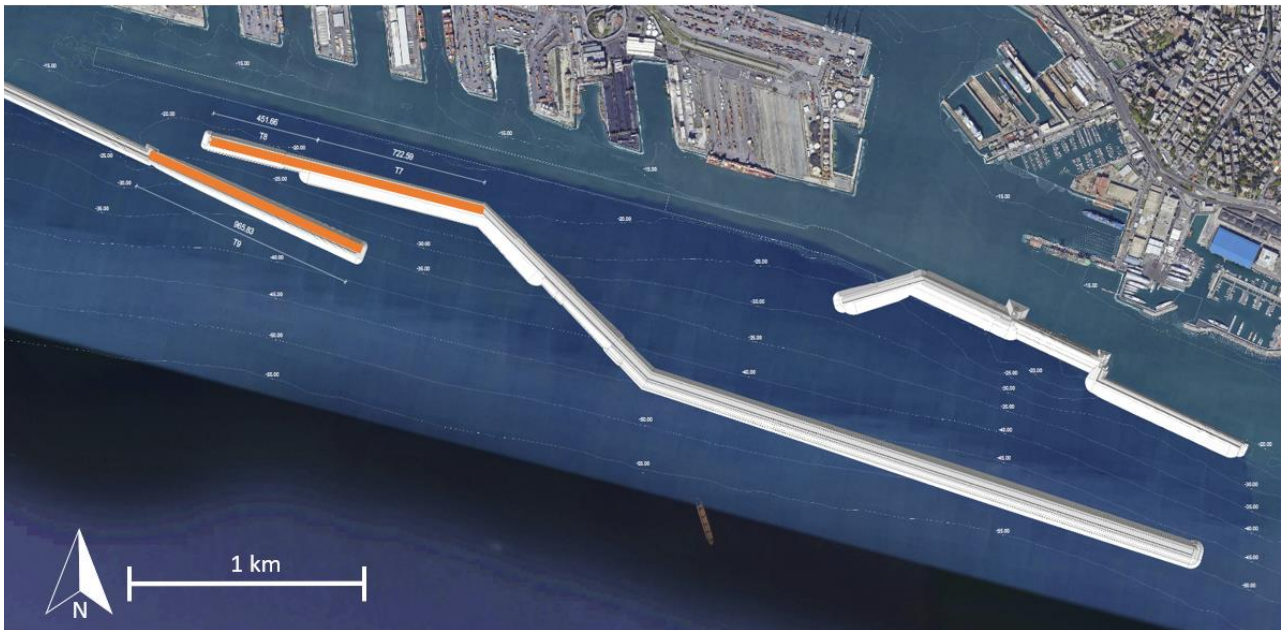


Figura 6-5: Planimetria di progetto - In arancione le aree interessate dalle attività previste nella Fase B

La nuova diga foranea presenterà, nella sua configurazione finale, uno sviluppo longitudinale di circa 5900 m (Fase A, con estensione di 4.160 m, e Fase B, con estensione pari a 1.740 m).

## 6.2 Sorgenti sonore di progetto

Il progetto prevede la demolizione con esplosivi e mezzi meccanici della vecchia diga e la costruzione della nuova diga. Inoltre, il progetto prevede che l'area di cantiere per le attività di demolizione e costruzione delle strutture modulari (cassoni) che fungeranno da basamento della nuova diga, verrà realizzata nell'area di Prà Voltri.

A livello di sorgenti di progetto si possono definire quindi tre macrosettori:

- le attività di demolizione e gestione del materiale con i relativi macchinari;
- le attività di costruzione della diga con i relativi macchinari;
- le attività di lavorazione delle macerie della diga e la costruzione dei cassoni.

### 6.2.1 Macchine operatrici

Le attività di cantiere sono divise principalmente in due fasi:

- demolizione;
- costruzione.

Nella fase di demolizione gli elementi da rimuovere sono caratterizzati da pesi elevati; pertanto, si propende per una modalità di demolizione che prevede l'utilizzo di esplosivi. Per minimizzare l'impatto delle demolizioni sul contesto operativo portuale e sull'ecosistema marino è previsto l'impiego di esplosivi specifici, in cartucce di dimensioni e peso tarati in base alle caratteristiche della struttura da demolire, che saranno inserite in appositi fori realizzati preventivamente negli elementi in calcestruzzo con un macchinario specifico. Si tratta di esplosivi in

grado di generare un'onda sismica controllata, atta a limitare gli effetti della lavorazione e calibrati anche in considerazione del fatto che saranno inseriti in fori variabili sia di diametro 5-10 cm che di profondità 2-12 m.

Il resto delle demolizioni, la raccolta e il trasporto presso l'area di deposito del materiale è prevista con utilizzo di mezzi motorizzati quali draghe, escavatori, pontoni, gru, ecc.

Nella fase di costruzione per ottimizzare i tempi e l'organizzazione delle lavorazioni, nonché per minimizzare l'impatto dei lavori sulla viabilità portuale e di accesso al porto, si prevede che l'approvvigionamento dei materiali avvenga via mare per quanto possibile, e che, laddove possibile, gli stessi materiali siano posti in opera direttamente a mare evitando il ricorso allo stoccaggio a terra e alla movimentazione di ripresa (per es. il pietrame e i massi naturali provenienti da cava).

Pertanto, considerate le lavorazioni previste per la realizzazione della nuova diga, le aree di cantiere a terra, individuate presso il cantiere di Prà Voltri, dovranno essere funzionali principalmente alle seguenti attività:

- la prefabbricazione dei cassoni cellulari in cemento armato;
- lo stoccaggio dei materiali di demolizione della diga esistente e la loro selezione/lavorazione ai fini del riutilizzo.

Con riferimento alle dimensioni dei cassoni di progetto, è ragionevole ipotizzare che per la costruzione di un singolo cassone sia necessario un tempo di circa quattro settimane, comprendente le fasi di preparazione della platea, di posa della cassaforma, del getto della platea di fondazione, del getto progressivo di elevazione del fusto, il disarmo e la messa in galleggiamento, oltre ai tempi di inattività per condizioni meteo avverse.

Per valutare il massimo numero di impianti che sarà necessario far lavorare in parallelo si è fatto riferimento alla prima macrofase realizzativa prevista che richiede la maggiore produzione di cassoni per numero e intensità, prevedendo la realizzazione di 3.730 m di nuove opere a parete verticale propedeutiche all'avvio delle demolizioni, per un totale di 93 cassoni da realizzare in 33 mesi. Le macchine operatrici utilizzate in questa fase si limitano a betoniere per il confezionamento del calcestruzzo, impianto di frantumazione per il recupero delle macerie della demolizione e lavorazione dell'acciaio di armatura e del cassero in legno.

Successivamente per consentire il trasporto dei cassoni in galleggiamento si farà utilizzo dell'imbarcazione speciale Barge 33 e tre rimorchiatori di supporto per la manovrabilità.

## 6.2.2 Traffico indotto

Il progetto prevede la presenza massima di n.20 persone di servizio all'interno di ogni area cantiere tra operatori, sicurezza e tecnici.

In fase di normale attività, il traffico di mezzi pesanti è stimato in meno di n. 10 unità al giorno ed esclusivamente durante il periodo di riferimento diurno.

Il flusso di traffico indotto così determinato risulta trascurabile rispetto a quello attualmente presente sulle infrastrutture stradali dell'area di progetto così come la variazione delle emissioni sonore da esse prodotte.

## 6.2.3 Sorgenti di rumore

Per quanto riguarda le attività del progetto sono stati esaminati n. 3 differenti scenari che ben rappresentano le principali attività che verranno condotte nei siti di interesse, atteso che una certa variabilità in funzione delle esigenze di cantiere e delle modalità operative che verranno adottate dai differenti appaltatori e subappaltatori potranno essere comunque da tenere in considerazione con eventuali futuri aggiornamenti documentali.

- scenario demolizione porzioni di diga esistente;
- scenario costruzione nuove porzioni di diga;
- scenario produzione cassoni prefabbricati e frantumazione del materiale di demolizione.

La tabella di seguito riportata riassume tutti gli spettri di emissione utilizzati nelle simulazioni previsionali condotte, desunti in parte da banche dati disponibili in letteratura ed in parte dalle schede tecniche di mezzi d'opera ed attrezzature disponibili in bibliografia generalmente utilizzate per questa tipologia di attività. Laddove le schede rendevano disponibile il dato solo in termini di potenza sonora complessiva, è stata operata una ripartizione spettrale condotta scorporando i contributi nelle diverse bande di ottava secondo una distribuzione reperita in letteratura o nelle schede stesse del CPT di Torino per macchinari o attrezzature simili, mantenendo il valore complessivo indicato sulle schede selezionate.

Tabella 6-1: Spettri di emissione delle sorgenti in termini di potenza sonora  $L_w$  [dB]

Sorgente	Frequenza [Hz]									
	50	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	10000
Autobetoniera	94.5	110.4	99.9	92.5	102.2	95.6	94.5	90.0	84.2	80.9
Autogrù	102.4	98.4	93.3	96.0	94.4	94.2	91.0	82.6	79.3	80.7
Autopompa cls	99.8	106.4	104.5	103.5	102.2	102.3	102.5	97.9	92.0	83.8
Escavatore	100.4	100.4	102.0	99.0	95.6	93.0	89.8	87.2	82.5	82.5
Sollevatore	111.1	112.4	108.4	111.3	107.0	103.4	101.2	97.0	93.2	87.3
Camion	107.0	103.8	94.4	93.9	93.8	95.3	95.0	87.7	82.4	74.0
Camion gru	96.8	98.9	99.1	86.2	89.6	94.1	94.0	89.1	80.0	73.0
Carotatrice	97.5	100.0	95.2	95.4	94.6	93.4	91.3	88.3	86.2	80.2
Pala	98.7	94.7	93.3	90.1	89.1	89.6	85.7	78.9	74.1	75.5
Compressore	94.3	93.1	98.5	97.9	96.7	93.1	91.9	87.2	81.4	74.8
Motrice con pianale	111.3	108.7	102.1	91.3	93.9	97.0	94.8	90.2	87.0	83.4
Pontone	91.5	103.6	100.9	98.4	93.2	90.7	84.5	78.2	74.0	73.9
Vibroflottazione	118.7	105.2	113.7	106.5	117.8	99.6	104.1	116.0	115.3	104.5
Chiatta	97.0	95.0	91.0	92.6	95.2	90.0	86.6	80.3	79.3	69.2
Pilotina	81.3	77.3	75.8	70.4	65.4	63.6	59.4	53.0	46.5	47.9
Rimorchiatore	93.3	100.7	102.2	103.6	102.9	100.4	96.6	91.9	88.3	82.4
Draga	96.6	102.9	105.7	109.6	108.8	104.5	102.1	99.2	96.4	83.1
Impianto di betonaggio	95.1	95.1	93.5	98.2	97.8	97.4	95.1	91.9	82.8	82.8
Impianto di frantumazione	65.0	61.1	59.2	63.3	61.8	64.9	66.0	66.1	68.3	69.7
Montaggio meccanico	69.9	61.0	57.0	58.9	64.6	52.0	53.8	56.6	60.8	57.9
Barge 33	98.0	94.0	98.6	98.2	93.0	89.6	83.3	82.3	72.2	73.6
Demolitore	102.5	102.3	101.9	100.5	98.3	96.2	95.0	89.9	84.3	84.5
Perforatore	0.0	0.0	0.0	0.0	125.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Esplosivo	108.2	110.7	109.5	108.1	107.7	112.7	115.1	108.6	112.8	113.3
Nave 1.000-2.000t	95.3	91.3	89.8	84.4	79.4	77.6	73.4	67.0	60.5	61.9
Nave 10.000-20.000t	90.6	86.6	83.9	86.1	87.6	84.9	86.9	81.9	77.5	78.9
Nave 20.000-40.000t	93.5	89.5	91.5	91.5	87.9	85.6	81.4	76.0	70.5	71.9

Ciascuno scenario è stato costruito come somma degli effetti delle diverse sorgenti corrispondenti ai macchinari / attrezzature effettivamente impiegati per l'esecuzione della fase lavorativa di volta in volta esaminata.

Nello scenario di produzione dei cassoni prefabbricati e frantumazione del materiale di demolizione, localizzato nella zona di Prà Voltri, le sorgenti di rumore rappresentate sono state modellizzate come sorgente areale, con estensione pari all'area di cantiere cioè circa 12.000 mq, il cui valore è calcolato dalla somma logaritmica dei contributi di ogni singolo macchinario e attrezzatura utilizzato presso il cantiere. Nella modellazione il macchinario è stato collocato in una posizione dell'area di cantiere compatibile con l'effettiva funzione / attività svolta del macchinario medesimo. Per la maggior parte dei macchinari tale posizione costituisce un'assunzione in quanto nell'evoluzione delle attività di cantiere le posizioni occupate da ciascuna macchina sono plurime e mutevoli. Per la creazione dello scenario tipo è stata assunta a riferimento una posizione tipo indicativamente corrispondente alla posizione di massimo impatto del macchinario in termini di disturbo acustico sui ricettori immediatamente circostanti. Lo scenario prevede inoltre la presenza di un impianto di betonaggio, l'approvvigionamento di inerti, in parte provenienti dalla demolizione di porzioni della diga foranea esistente con frantumazione eseguita in posto, e tutte le attrezzature di cantiere oltre al centro logistico del cantiere e alle baracche.

Nella tabella seguente sono indicate tutte le attrezzature, impianti e macchinari utilizzati nella modellazione dello scenario in esame.

Tabella 6-2: Spettri di emissione delle sorgenti in termini di potenza sonora  $L_w$  [dB] per la fase produzione cassoni

Sorgente	Frequenza [Hz]									
	50	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	10000
Autobetoniera	94.5	110.4	99.9	92.5	102.2	95.6	94.5	90.0	84.2	80.9
Autogrù	102.4	98.4	93.3	96.0	94.4	94.2	91.0	82.6	79.3	80.7
Autopompa cls	99.8	106.4	104.5	103.5	102.2	102.3	102.5	97.9	92.0	83.8
Escavatore	100.4	100.4	102.0	99.0	95.6	93.0	89.8	87.2	82.5	82.5
Sollevatore	111.1	112.4	108.4	111.3	107.0	103.4	101.2	97.0	93.2	87.3
Camion	107.0	103.8	94.4	93.9	93.8	95.3	95.0	87.7	82.4	74.0
Camion gru	96.8	98.9	99.1	86.2	89.6	94.1	94.0	89.1	80.0	73.0
Carotatrice	97.5	100.0	95.2	95.4	94.6	93.4	91.3	88.3	86.2	80.2
Pala	98.7	94.7	93.3	90.1	89.1	89.6	85.7	78.9	74.1	75.5
Compressore	94.3	93.1	98.5	97.9	96.7	93.1	91.9	87.2	81.4	74.8
Motrice con pianale	111.3	108.7	102.1	91.3	93.9	97.0	94.8	90.2	87.0	83.4
Pontone	91.5	103.6	100.9	98.4	93.2	90.7	84.5	78.2	74.0	73.9
Vibroflottazione	118.7	105.2	113.7	106.5	117.8	99.6	104.1	116.0	115.3	104.5
Rimorchiatore	93.3	100.7	102.2	103.6	102.9	100.4	96.6	91.9	88.3	82.4
Draga	96.6	102.9	105.7	109.6	108.8	104.5	102.1	99.2	96.4	83.1
Impianto di betonaggio	95.1	95.1	93.5	98.2	97.8	97.4	95.1	91.9	82.8	82.8
Impianto di frantumazione	65.0	61.1	59.2	63.3	61.8	64.9	66.0	66.1	68.3	69.7
Montaggio meccanico	69.9	61.0	57.0	58.9	64.6	52.0	53.8	56.6	60.8	57.9
Barge 33	98.0	94.0	98.6	98.2	93.0	89.6	83.3	82.3	72.2	73.6
Demolitore	102.5	102.3	101.9	100.5	98.3	96.2	95.0	89.9	84.3	84.5

Negli scenari di demolizione di porzioni di diga esistente e di costruzione nuove porzioni di diga le sorgenti di rumore rappresentate da macchinari, imbarcazioni ed attrezzature sono state modellate come sorgenti puntuali, il macchinario è stato collocato in una posizione dell'area di diga compatibile con l'effettiva funzione / attività svolta del macchinario medesimo.

Lo scenario *demolizione porzioni di diga esistente* è presente lungo il bacino di Sampierdarena con interessamento prima della porzione di levante e successivamente di quella di ponente. Lo scenario prevede essenzialmente l'impiego di pontoni equipaggiati con gru ed escavatori mentre per lo smantellamento delle porzioni compatte della vecchia diga si prevede l'impiego di carotatori e successivo utilizzo di esplosivi specifici, simulati considerando una potenza sonora pari a 122 dB.

La rumorosità considerate per lo scenario in oggetto deriva in parte dall'azione meccanica delle attrezzature di bordo (gru o sistemi di escavazione) ed in parte dal funzionamento dei motori per la propulsione del pontone/barge o delle draghe a benna. Nelle simulazioni sono stati utilizzati dati di emissione sonora, spettro di emissione espresso in termini di potenza sonora  $L_w$ , derivanti da misure sperimentali usualmente condotte durante attività simili con macchinario da lavoro in funzione (gru o escavatore) e con motore acceso e in spinta, corrispondente alla condizione di utilizzo più sfavorevole.

Tabella 6-3: Spettri di emissione delle sorgenti in termini di potenza sonora  $L_w$  [dB] per la fase demolizione diga esistente

Sorgente	Frequenza [Hz]									
	50	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	10000
Pontone	91.5	103.6	100.9	98.4	93.2	90.7	84.5	78.2	74.0	73.9
Pala	98.7	94.7	93.3	90.1	89.1	89.6	85.7	78.9	74.1	75.5
Chiatta	97.0	95.0	91.0	92.6	95.2	90.0	86.6	80.3	79.3	69.2
Autogrù	102.4	98.4	93.3	96.0	94.4	94.2	91.0	82.6	79.3	80.7
Rimorchiatore	93.3	100.7	102.2	103.6	102.9	100.4	96.6	91.9	88.3	82.4
Draga	96.6	102.9	105.7	109.6	108.8	104.5	102.1	99.2	96.4	83.1
Escavatore	100.4	100.4	102.0	99.0	95.6	93.0	89.8	87.2	82.5	82.5
Perforatore	0.0	0.0	0.0	0.0	125.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Esplosivo	108.2	110.7	109.5	108.1	107.7	112.7	115.1	108.6	112.8	113.3
Pilotina	81.3	77.3	75.8	70.4	65.4	63.6	59.4	53.0	46.5	47.9
Nave 1.000-2.000t	95.3	91.3	89.8	84.4	79.4	77.6	73.4	67.0	60.5	61.9

Lo scenario *costruzione nuove porzioni di diga* è presente al largo del canale di Sampierdarena con interessamento prima della porzione di levante e della porzione centrale e successivamente di quella di ponente. Anche in questo scenario marino vengono impiegati macchinari ed attrezzature a bordo pontone, draghe e pilotine per operazioni di supporto.



Tabella 6-4: Spettri di emissione delle sorgenti in termini di potenza sonora  $L_w$  [dB] per la fase costruzione nuova diga

Sorgente	Frequenza [Hz]									
	50	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	10000
Pontone	91.5	103.6	100.9	98.4	93.2	90.7	84.5	78.2	74.0	73.9
Vibroflottazione	118.7	105.2	113.7	106.5	117.8	99.6	104.1	116.0	115.3	104.5
Chiatta	97.0	95.0	91.0	92.6	95.2	90.0	86.6	80.3	79.3	69.2
Rimorchiatore	93.3	100.7	102.2	103.6	102.9	100.4	96.6	91.9	88.3	82.4
Impianto di betonaggio	95.1	95.1	93.5	98.2	97.8	97.4	95.1	91.9	82.8	82.8
Draga	96.6	102.9	105.7	109.6	108.8	104.5	102.1	99.2	96.4	83.1
Barge 33	98.0	94.0	98.6	98.2	93.0	89.6	83.3	82.3	72.2	73.6
Pilotina	81.3	77.3	75.8	70.4	65.4	63.6	59.4	53.0	46.5	47.9
Nave 1.000-2.000t	95.3	91.3	89.8	84.4	79.4	77.6	73.4	67.0	60.5	61.9
Nave 10.000-20.000t	90.6	86.6	83.9	86.1	87.6	84.9	86.9	81.9	77.5	78.9
Nave 20.000-40.000t	93.5	89.5	91.5	91.5	87.9	85.6	81.4	76.0	70.5	71.9

## 7 MODELLO MATEMATICO

La valutazione del clima e dell'impatto acustico sono state eseguite mediante l'utilizzo di un software appositamente studiato per lo sviluppo in 3D dell'ambiente analizzato e l'applicazione di algoritmi, previsti dalla normativa tecnica vigente.

In particolare, si tratta del software Mithra-SIG v. 5.2.1 prodotto dalla Geomod.

### 7.1 Descrizione del modello di calcolo

Il software utilizzato per il calcolo dei livelli di pressione sonora esistenti e previsti in futuro è stato Mithra-SIG versione 5.2.1, un software in grado di sviluppare mappe di propagazione dei livelli di pressione sonora in un'area definita e calcolare i valori puntuali presso punti di verifica determinati dall'utente; per far questo si avvale dei seguenti algoritmi di calcolo:

- NMPB-2008;
- NMPB-96;
- Harmonoise;
- ISO 9613.

Gli algoritmi di calcolo utilizzati dal programma sono inoltre coerenti con le indicazioni del COMMON NOISE ASSESSMENT METHODS in EUROPE (CNOSSOS-EU).

La prima fase di sviluppo del modello 3D è la definizione del DTM (Digital Terrain Model) e quindi del modello tridimensionale dell'orografia dell'area di indagine.

Una volta sviluppata questa parte tutti gli oggetti inseriti nel modello (edifici, strade, sorgenti, muri, ecc.) vengono automaticamente costruiti all'altezza corretta estrapolata dal DTM.

Le diverse funzionalità di Mithra-SIG permettono l'importazione di moltissime estensioni di files, dalle banche dati on-line agli shape files, dalle immagini raster e satellitari ai disegni CAD, e molti altri. Grazie a queste funzionalità, l'inserimento della posizione degli oggetti, le loro altezze e caratteristiche geometriche risulta essere estremamente preciso.

Il grado di precisione nello sviluppo del modello è ulteriormente garantito dalle 4 tipologie di sorgente sonora che è possibile inserire: puntuale, lineare, di facciata e volumetrica. Le strade e le ferrovie, pur essendo assimilabili a sorgenti lineari, sono gestite separatamente dalle "normali" sorgenti lineari in modo che sia possibile caratterizzarne le emissioni sonore a seconda che i dati a disposizione siano dati acustici ottenuti da misurazioni in situ oppure, in caso delle strade, dati sui flussi di traffico e sulle velocità medie di percorrenza oppure, in caso delle ferrovie, sulla tipologia e quantità dei convogli in transito.

I dati di caratterizzazione delle emissioni acustiche delle sorgenti (e di conseguente gestione dei risultati) possono essere inseriti sia come spettro in bande di ottava o di 1/3 di ottava; il programma è inoltre dotato di una vasta libreria di sorgenti sonore note che possono essere utilizzate nel proprio progetto.

## 7.2 Terreno

Il DTM (Digital Terrain Model) è stato sviluppato importando nel modello i dati forniti dal geodatabase della Regione Liguria ed incorporandovi i rilievi topografici specifici sull'area di progetto eseguiti nella fase preliminare del progetto in esame.

## 7.3 Edifici

Come per i punti quota del terreno, anche la posizione degli edifici esistenti e la loro altezza è stata acquisita dal geodatabase della Regione Liguria e da rilievi in situ durante i sopralluoghi di misura.

## 7.4 Condizioni meteo

Il modello di calcolo è stato impostato con condizioni meteo stabili, una temperatura di 15 °C ed un'umidità relativa del 70%.



## 8 VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO

La valutazione dell'impatto acustico è stata eseguita sui punti di previsione riportati nella figura 5-3, rappresentanti i punti potenzialmente più esposti alle future emissioni sonore del progetto in esame.

I punti di previsione sono considerati a 1 m dalle facciate dei recettori e, nelle valutazioni, non viene considerato il contributo sonoro dovuto alla riflessione della facciata sulla quale si trova il punto di previsione afferente a quel recettore.

Per valutare i livelli di pressione sonora incidenti sulle facciate dei recettori sono state sviluppati i seguenti scenari:

- scenario demolizione porzioni di diga esistente;
- scenario costruzione nuove porzioni di diga;
- scenario produzione cassoni prefabbricati e frantumazione del materiale di demolizione.

Di seguito si riportano i risultati delle modellazioni effettuate.

### 8.1 Risultati del modello di calcolo

I risultati dei livelli di pressione sonora incidenti sulle facciate dei recettori esterni nella situazione in corso d'opera sono riportati nelle figure seguenti, divise per fasi di lavoro:

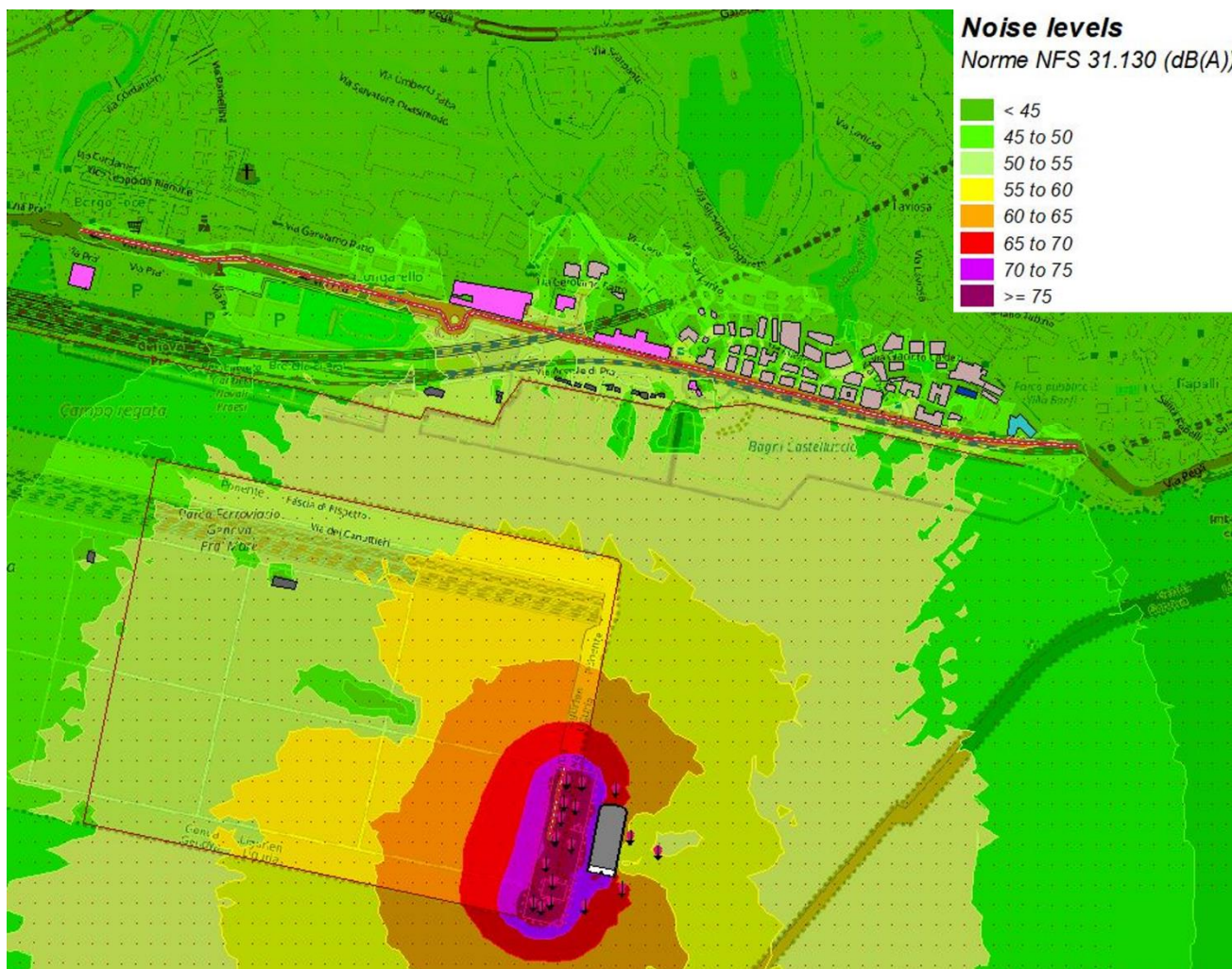


Figura 8-11: Fase produzione cassoni prefabbricati e frantumazione del materiale di demolizione

Per la Fase di produzione cassoni prefabbricati e frantumazione del materiale di demolizione si evidenziano i seguenti risultati:

- Livello massimo atteso alla sorgente: 117.5 dB(A);
- Livello massimo atteso a 50 m dalla sorgente: 72.5 dB(A);
- Livello massimo atteso a 100 m dalla sorgente: 66.5 dB(A);
- Livello massimo atteso a 150 m dalla sorgente: 63.0 dB(A);
- Livello massimo atteso a 200 m dalla sorgente: 60.5 dB(A);
- Livello massimo atteso al ricettore più esposto 54.5 dB(A).



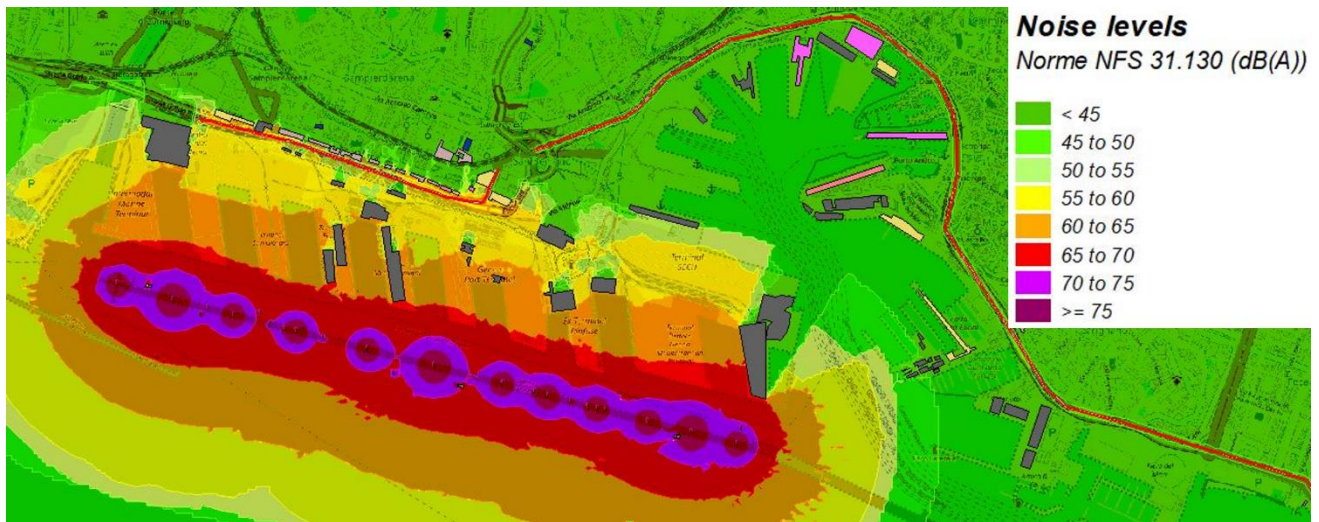


Figura 8-2: Fase demolizione porzioni di diga esistente

Per la Fase di demolizione della diga esistente si evidenziano i seguenti risultati:

- Livello massimo atteso alla sorgente: 131.5 dB(A);
- Livello massimo atteso a 50 m dalla sorgente: 86.5 dB(A);
- Livello massimo atteso a 100 m dalla sorgente: 80.5 dB(A);
- Livello massimo atteso a 150 m dalla sorgente: 77.0 dB(A);
- Livello massimo atteso a 200 m dalla sorgente: 74.5 dB(A);
- Livello massimo atteso al ricettore più esposto <45 dB(A).

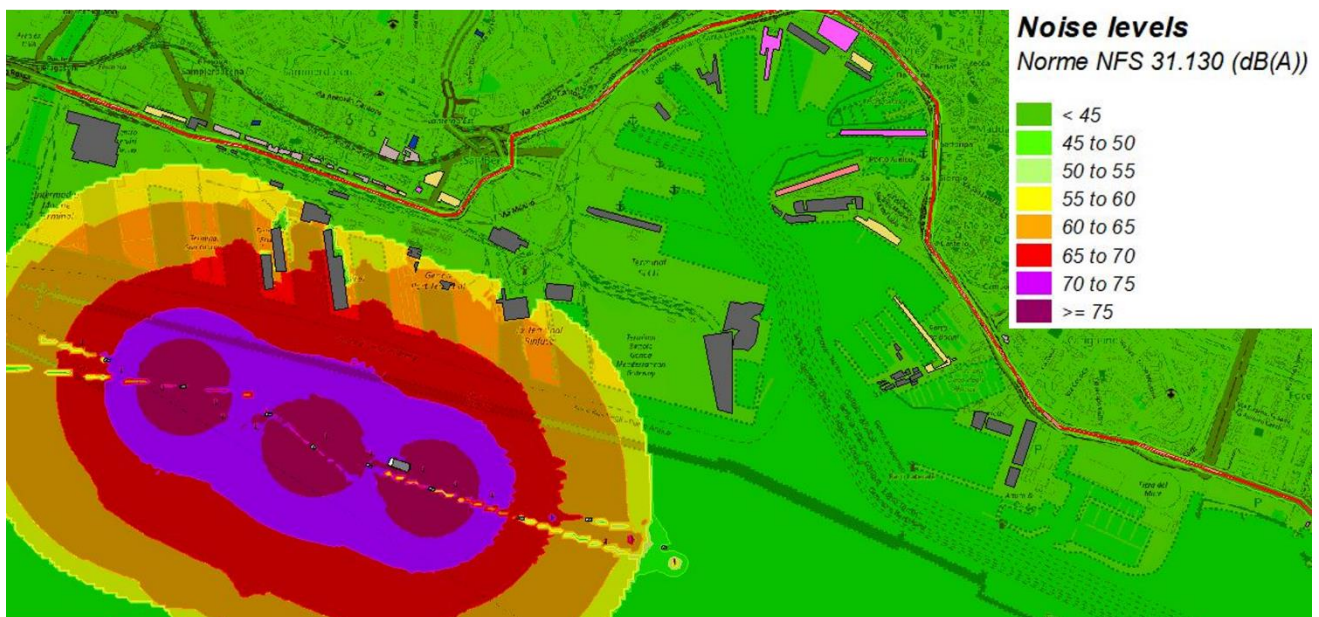


Figura 8-3: Fase costruzione nuove porzioni di diga

Per la Fase di costruzione della diga si evidenziano i seguenti risultati:

- Livello massimo atteso alla sorgente: 105.0 dB(A);
- Livello massimo atteso a 50 m dalla sorgente: 60.0 dB(A);
- Livello massimo atteso a 100 m dalla sorgente: 54.0 dB(A);
- Livello massimo atteso a 150 m dalla sorgente: 51.0 dB(A);
- Livello massimo atteso a 200 m dalla sorgente: 48.5 dB(A);
- Livello massimo atteso al ricettore più esposto <45 dB(A).

## 8.2 Confronto con i limiti

I risultati delle valutazioni previsionali dell'impatto acustico previsto per le attività di cantiere, oggetto della presente relazione tecnica, sono stati confrontati con i limiti acustici assoluti di immissione sonora previsti per la classe acustica di riferimento.

Allo stato attuale, dato che le attività si svolgeranno solo in periodo diurno, la valutazione dei parametri acustici relativi al periodo di riferimento notturno risulta superflua.

### 8.2.1 Confronto con i limiti assoluti di immissione sonora

I valori delle immissioni sonore (LAeq), arrotondati a 0,5 dB(A) come previsto dalla normativa vigente, determinati tramite la modellizzazione 3D della situazione futura (post-operam) sono stati confrontati con i limiti acustici assoluti di immissione sonora vigenti all'interno della classe acustica di appartenenza dei recettori individuati.

Tabella 8-1: Tabella di confronto con i limiti assoluti di immissione sonora nella fase demolizione porzioni di diga esistente

Misure	Limite di immissione sonora			LAeq (dBA)		Superamento	
	Classe acustica	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
Rum5	IV	65	55	<45	<45	NO	NO
Rum6	III	60	50	<45	<45	NO	NO
Rum7	IV	65	55	<45	<45	NO	NO
Rum8	IV	65	55	<45	<45	NO	NO
Rum9	IV	65	55	<45	<45	NO	NO
Rum10	I	50	40	<45	<40	NO	NO

Tabella 8-2: Tabella di confronto con i limiti assoluti di immissione sonora nella fase costruzione nuove porzioni di diga

Misure	Limite di immissione sonora			LAeq (dBA)		Superamento	
	Classe acustica	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
Rum5	IV	65	55	<45	<45	NO	NO
Rum6	III	60	50	<45	<45	NO	NO
Rum7	IV	65	55	<45	<45	NO	NO

Rum8	IV	65	55	<45	<45	NO	NO
Rum9	IV	65	55	<45	<45	NO	NO
Rum10	I	50	40	<45	<40	NO	NO

Tabella 8-3: Tabella di confronto con i limiti assoluti di immissione sonora nella fase produzione cassoni prefabbricati e frantumazione del materiale di demolizione

Misure	Limite di immissione sonora			LAeq (dBA)		Superamento	
	Classe acustica	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
Rum1	IV	65	55	<45	<45	NO	NO
Rum2	V	70	60	54.5	53.5	NO	NO
Rum3	III	60	50	<45	<45	NO	NO
Rum4	IV	65	55	<45	<45	NO	NO



## 9 CONCLUSIONI

Lo studio ha consentito una preventiva valutazione dei livelli acustici attesi durante le differenti fasi del progetto di demolizione e costruzione della nuova diga foranea di Genova. I calcoli di cui alla precedente sintesi consentono di osservare quanto di seguito descritto:

- le lavorazioni di *demolizione di porzioni della diga* foranea esistente sono state simulate con l'assunzione che vengano utilizzati esplosivi da 122 dB. Le simulazioni modellistiche hanno evidenziato per tale scenario valori massimi nel complesso abbastanza contenuti. La modellazione eseguita non mostra superamenti dei limiti di immissione presso i ricettori presi in esame;
- le lavorazioni per la *costruzione di nuove porzioni della diga* foranea determinano valori massimi nel complesso contenuti. La modellazione eseguita non mostra superamenti dei limiti di immissione presso i ricettori presi in esame;
- le lavorazioni per la *costruzione di cassoni prefabbricati e per la frantumazione del materiale di demolizione* determinano valori massimi che risultano prossimi ai valori limite del Piano di Classificazione Acustica adottato. La modellazione eseguita non mostra superamenti dei limiti di immissione presso i ricettori presi in esame.

In base ai risultati della modellazione acustica sopra riportata non risulterebbe necessaria l'installazione di barriere acustiche.

Durante le attività di monitoraggio della componente acustica, come previsto dal PMA, in caso di superamento dei limiti di legge per le attività di cantiere saranno individuate opportune misure mitigative (definendo l'eventuale dimensionamento e collocazione delle barriere acustiche temporanee da adottare), le eventuali limitazioni e riprogrammazioni delle lavorazioni più rumorose in caso di accertati superamenti dei limiti, anche concessi in deroga.

Infine, ulteriori misure di mitigazione potranno essere implementate in fase di predisposizione del piano di gestione ambientale del cantiere (che verrà sviluppato a livello di sistema e di impresa, insieme alla documentazione tecnica di avvio cantiere e in funzione delle imprese contrattualizzate).

## Allegato 2 – Valutazione dell'Impatto sulla Qualità dell'Aria

### Sommario

<b>1</b>	<b>SCOPO E OBIETTIVI</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>STATO ATTUALE DELLA COMPONENTE ATMOSFERA</b>	<b>6</b>
3.1	Stato attuale della qualità dell'aria	6
<b>4</b>	<b>SIMULAZIONI DELLA DISPERSIONE IN ATMOSFERA DELLE EMISSIONI</b>	<b>13</b>
4.1	Sistema modellistico utilizzato	13
4.2	Dominio di calcolo	14
4.3	Recettori discreti e recettori sensibili	15
4.4	Dati metereologici	19
4.5	Orografia e uso del suolo	38
4.6	Stima delle emissioni	40
4.6.1	Descrizione dello scenario emissivo ( <i>worst case scenario</i> )	40
4.6.2	Stima delle emissioni indotte dal traffico navale	42
4.6.3	Stima delle emissioni indotte dai mezzi pesanti e dai mezzi d'opera	45
4.6.4	Stima delle emissioni polverulente in aree di cantiere	48
4.6.5	Stima delle emissioni di NO <sub>2</sub> e di Benzene	49
4.6.6	Risultati della stima delle emissioni	49
4.7	Risultati delle simulazioni modellistiche	50
4.8	Conclusioni	58

## Allegato 2 – Valutazione dell'Impatto sulla Qualità dell'Aria

### Indice delle figure

Figura 3-1: Stazioni della rete Regionale di Qualità dell'Aria gestita da ARPAL prossime all'area di progetto .....	7
Figura 3-2: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova – Villa Chiesa (monitoraggio ARPAL) .....	12
Figura 4-1: Schema di funzionamento del modello CALPUFF .....	13
Figura 4-2: Area di studio (blu) e dominio di calcolo (rosso) del modello CALPUFF .....	15
Figura 4-3: Distribuzione dei recettori all'interno del dominio di calcolo .....	16
Figura 4-4: Posizione dei recettori sensibili e di tipo abitativo nell'area di studio.....	17
Figura 4-5: Stazioni di superficie e di profilo verticale utilizzate per la ricostruzione dei campi meteorologici .....	21
Figura 4-6: Dati di temperatura minima, media e massima misurati presso la stazione di Castellaccio .....	22
Figura 4-7: Dati di temperatura minima, media e massima misurati presso la stazione di Centro Funzionale .....	23
Figura 4-8: Dati di temperatura minima, media e massima misurati presso la stazione di San Ilario .....	24
Figura 4-9: Dati di temperatura minima, media e massima misurati presso la stazione di Monte Pennello .....	25
Figura 4-10: Dati di temperatura minima, media e massima misurati presso la stazione di Passo del Turchino. ....	26
Figura 4-11: Dati di precipitazione misurati presso la stazione di Castellaccio .....	27
Figura 4-12: Dati di precipitazione misurati presso la stazione di Centro Funzionale.....	28
Figura 4-13: Dati di precipitazione misurati presso la stazione di Certosa .....	29
Figura 4-14: Dati di precipitazione misurati presso la stazione di San Ilario.....	30
Figura 4-15: Dati di precipitazione misurati presso la stazione di Monte Pennello .....	31
Figura 4-16: Dati di precipitazione misurati presso la stazione di Passo del Turchino .....	32
Figura 4-17: Rosa dei venti della stazione di superficie di Arenzano Porto.....	33
Figura 4-18: Rosa dei venti della stazione di superficie di Castellaccio .....	33
Figura 4-19: Rosa dei venti della stazione di superficie di Certosa .....	34
Figura 4-20: Rosa dei venti della stazione di superficie di Porto Antico .....	34
Figura 4-21: Rosa dei venti della stazione di superficie di San Ilario.....	35
Figura 4-22: Rosa dei venti della stazione di superficie di Monte Pennello.....	35
Figura 4-23: Rosa dei venti della stazione di superficie di Passo del Turchino .....	36
Figura 4-24: Andamento delle precipitazioni dell'anno 2022 ricostruita presso l'area di progetto tramite preprocessore CALMET .....	36
Figura 4-25: Andamento della temperatura dell'anno 2022 ricostruita presso l'area di progetto tramite preprocessore CALMET .....	37
Figura 4-26: Rosa dei venti dell'anno 2022 ricostruita presso l'area di progetto tramite preprocessore CALMET .....	37
Figura 4-27: Distribuzione percentuali delle velocità dei venti dell'anno 2022 ricostruita presso l'area di progetto tramite preprocessore CALMET .....	38
Figura 4-28: Rappresentazione tridimensionale del profilo orografico all'interno del dominio di calcolo .....	39
Figura 4-29: Mappa dell'uso del suolo (Corine Land Cover 2018) .....	39

## Allegato 2 – Valutazione dell'Impatto sulla Qualità dell'Aria

Figura 4-30: Raffigurazione delle aree di attività Area A e Area B .....	40
Figura 4-31: Albero decisionale per le emissioni delle attività di navigazione .....	43
Figura 4-32: Percorsi dei mezzi pesanti considerati nel dominio di indagine .....	48

### Indice delle tabelle

Tabella 2-1: Limiti normativi presi a riferimento per la qualità dell'aria .....	6
Tabella 3-1: Caratteristiche delle stazioni della rete ARPAL prossime all'area di progetto.....	7
Tabella 3-2: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova – Buenos Aires (monitoraggio ARPAL) .....	8
Tabella 3-3: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova – Buenos Aires (monitoraggio ARPAL) .....	8
Tabella 3-4: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova - Europa/Via San Martino (monitoraggio ARPAL) .....	9
Tabella 3-5: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova - Europa/Via San Martino (monitoraggio ARPAL) .....	9
Tabella 3-6: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova - Firenze (monitoraggio ARPAL) .....	9
Tabella 3-7: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova - Firenze (monitoraggio ARPAL) .....	10
Tabella 3-8: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova - Firenze (monitoraggio ARPAL) .....	10
Tabella 3-9: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova - Acquasola (monitoraggio ARPAL).....	10
Tabella 3-10: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova - Buozzi (monitoraggio ARPAL).....	11
Tabella 3-11: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova - Buozzi (monitoraggio ARPAL).....	11
Tabella 3-12: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova - Ronchi (monitoraggio ARPAL) .....	12
Tabella 3-13: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova - Ronchi (monitoraggio ARPAL) .....	12
Tabella 4-1: Coordinate geografiche dei recettori sensibili .....	18
Tabella 4-2: Stazioni di superficie e di profilo verticale utilizzate per la ricostruzione meteorologica .....	20
Tabella 4-3: Dati di temperatura misurati presso la stazione di superficie di Castellaccio.....	22
Tabella 4-4: Dati di temperatura misurati presso la stazione di superficie di Centro Funzionale.....	23
Tabella 4-5: Dati di temperatura misurati presso la stazione di superficie di San Ilario .....	24
Tabella 4-6: Dati di temperatura misurati presso la stazione di superficie di Monte Pennello .....	25
Tabella 4-7: Dati di temperatura misurati presso la stazione di superficie di Passo del Turchino .....	26
Tabella 4-8: Dati di precipitazione misurati presso la stazione di superficie di Castellaccio .....	27
Tabella 4-9: Dati di precipitazione misurati presso la stazione di superficie di Centro Funzionale .....	28
Tabella 4-10: Dati di precipitazione misurati presso la stazione di superficie di Certosa.....	29
Tabella 4-11: Dati di precipitazione misurati presso la stazione di superficie di San Ilario .....	30
Tabella 4-12: Dati di precipitazione misurati presso la stazione di superficie di Monte Pennello .....	31
Tabella 4-13: Dati di precipitazione misurati presso la stazione di superficie di Passo del Turchino.....	32
Tabella 4-14: Valori delle emissioni delle sorgenti emmissive individuate nell'area Prà Voltri e in nell'area Diga ..	50
Tabella 4-15: Risultati del modello CALPUFF per il Biossido di azoto .....	51

## Allegato 2 – Valutazione dell'Impatto sulla Qualità dell'Aria

Tabella 4-16: Concentrazioni di NO <sub>2</sub> presso i recettori di tipo abitativo e sensibile .....	51
Tabella 4-17: Risultati del modello CALPUFF per il Monossido di carbonio.....	52
Tabella 4-18: Concentrazioni di CO presso i recettori di tipo abitativo e sensibile .....	53
Tabella 4-19: Risultati del modello CALPUFF per il Particolato atmosferico PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub> .....	54
Tabella 4-20: Concentrazioni di PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub> presso i recettori di tipo abitativo e sensibile.....	54
Tabella 4-21: Risultati del modello CALPUFF per il Biossido di zolfo.....	56
Tabella 4-22: Concentrazioni di SO <sub>2</sub> presso i recettori di tipo abitativo e sensibile .....	56
Tabella 4-23: Risultati del modello CALPUFF per il Benzene .....	57
Tabella 4-24: Concentrazioni di Benzene presso i recettori di tipo abitativo e sensibile.....	58

### Figure fuori testo

Figura fuori testo 1: 99,8° della concentrazione orario NO<sub>2</sub>

Figura fuori testo 2: Concentrazione media annuale NO<sub>2</sub>

Figura fuori testo 3: 90,4° media giornaliera PM<sub>10</sub>

Figura fuori testo 4: Media annuale PM<sub>10</sub>

Figura fuori testo 5: Media annuale PM<sub>2,5</sub>

Figura fuori testo 6: Media giornaliera CO

Figura fuori testo 7: 99,7° media oraria SO<sub>2</sub>

Figura fuori testo 8: 99,2° media giornaliera SO<sub>2</sub>

Figura fuori testo 9: media annuale Benzene



## 1 SCOPO E OBIETTIVI

Il presente studio fornisce una valutazione dei potenziali impatti sulla qualità dell'aria associati alle emissioni di inquinanti atmosferici emessi dalle attività di cantiere (corso d'opera).

Per valutare gli impatti sulla componente atmosfera si è fatto ricorso all'implementazione di modelli matematici impiegando codici di calcolo commerciali professionali.

L'implementazione dei modelli di dispersione richiede l'acquisizione di dettagliate informazioni circa la meteorologia e le condizioni orografiche locali nel seguito descritte.

Lo scenario emissivo considerato per la simulazione modellistica è relativo alle varie fasi del cantiere ed è stato simulato in modo tale da considerare la variabilità delle diverse condizioni meteorologiche per ogni ora del giorno e nelle diverse stagioni dell'anno.

Le simulazioni modellistiche sono state condotte utilizzando il codice di calcolo CALPUFF v. 7.2.1

Gli inquinanti simulati dal modello sono:

- Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>);
- Particolato atmosferico PM<sub>10</sub>;
- Particolato atmosferico PM<sub>2.5</sub>;
- Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)
- Monossido di carbonio (CO);
- Benzene.

Nella presente sezione vengono presentati:

- un inquadramento normativo dei valori limite di riferimento relativi agli inquinanti oggetto delle simulazioni con cui confrontare i risultati del modello;
- la descrizione delle modalità applicative del modello di simulazione impiegato per la valutazione della dispersione in atmosfera delle emissioni per gli scenari di riferimento;
- la presentazione dei risultati ottenuti in termini di concentrazioni per gli scenari di riferimento;
- le considerazioni conclusive relative allo studio.

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

La modellazione della dispersione delle emissioni in atmosfera viene effettuata considerando gli inquinanti principali emessi dalle attività di cantiere. Per tali sostanze inquinanti, la normativa nazionale relativa alla qualità dell'aria ambiente, rappresentata dal D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii., definisce i valori limite per la tutela della qualità dell'aria riportati nella **Tabella 2-1**.

Tabella 2-1: Limiti normativi presi a riferimento per la qualità dell'aria

Parametro	Denominazione	Valore di riferimento	Periodo di mediazione	Riferimento normativo
NO <sub>2</sub>	Valore limite orario per la protezione della salute umana	200 µg/m <sup>3</sup>	Media oraria, da non superare più di 18 volte l'anno	D. Lgs. 155/2010
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	40 µg/m <sup>3</sup>	Media annuale	
PM <sub>10</sub>	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	50 µg/m <sup>3</sup>	Media giornaliera, da non superare più di 35 volte per l'anno civile	
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	40 µg/m <sup>3</sup>	Media annuale	
PM <sub>2,5</sub>	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	25 µg/m <sup>3</sup>	Media annuale	
SO <sub>2</sub>	Valore limite orario per la protezione della salute umana	350 µg/m <sup>3</sup>	Media oraria da non superare più di 24 volte per l'anno civile	
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	125 µg/m <sup>3</sup>	Media giornaliera da non superare più di 3 volte per l'anno civile	
CO	Valore limite per la protezione della salute umana	10 mg/m <sup>3</sup>	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	
Benzene	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	5 µg/m <sup>3</sup>	Media annuale	

### 3 STATO ATTUALE DELLA COMPONENTE ATMOSFERA

#### 3.1 Stato attuale della qualità dell'aria

Attualmente la rete di qualità dell'aria della Regione, gestita da ARPA Liguria (ARPAL), è costituita da oltre 40 stazioni fisse che forniscono dati in continuo generalmente a cadenza oraria. Gli inquinanti non sono tutti misurati in ciascuna delle stazioni ma inclusi a seconda della classificazione della stazione (urbana, industriale, rurale, traffico).

Nella seguente **Figura 3-1** sono presentate le stazioni della rete ARPAL prossime all'area di esame mentre in **Tabella 3-1** sono riportate le caratteristiche delle stazioni.

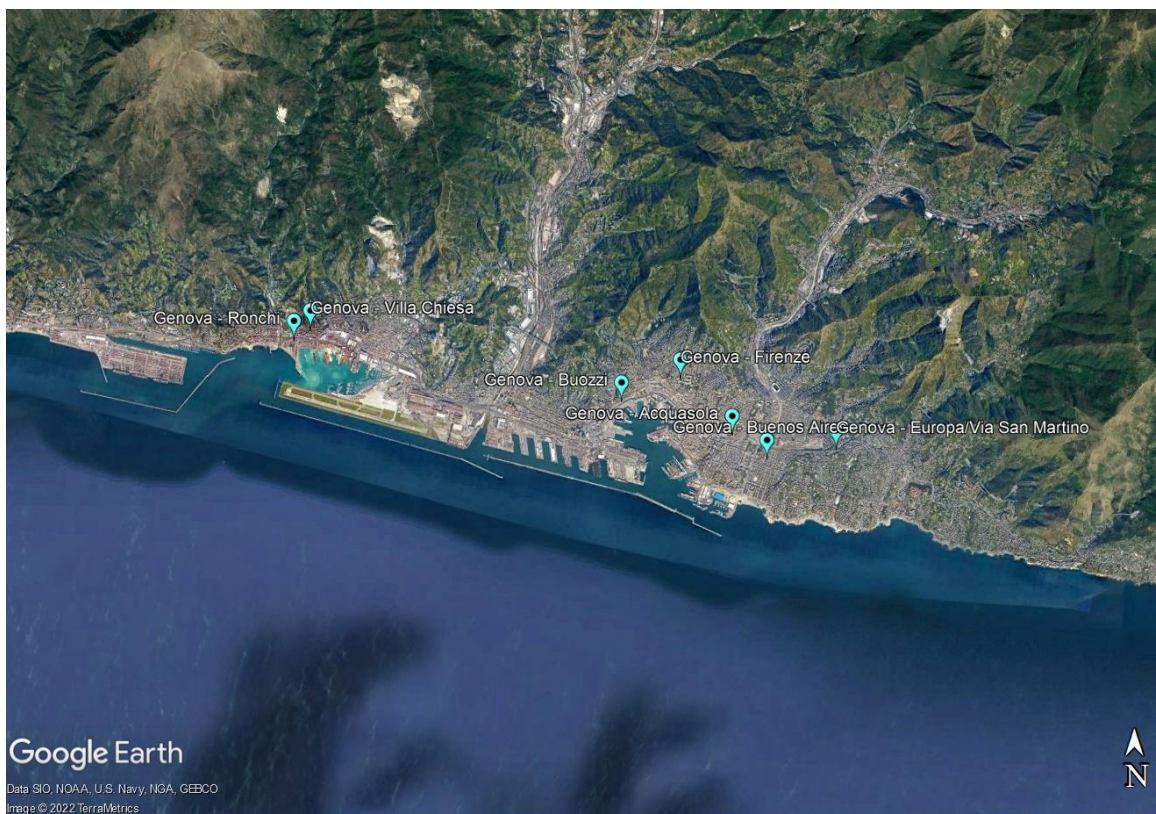


Figura 3-1: Stazioni della rete Regionale di Qualità dell'Aria gestita da ARPAL prossime all'area di progetto

Tabella 3-1: Caratteristiche delle stazioni della rete ARPAL prossime all'area di progetto

Stazione	Indirizzo	Quota (m s.l.m.)	Tipologia	Inquinanti monitorati
Genova - Buenos Aires	Piazza Paolo da Novi	7	Urbana, Traffico	NO <sub>x</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> , Benzene
Genova - Europa/Via San Martino	Aiola tra corso Europa e via San Martino	75	Urbana, Traffico	NO <sub>x</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , Benzene
Genova - Firenze	Belvedere Don Gà	105	Urbana, Fondo	NO <sub>x</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub>
Genova - Acquasola	Parco Acquasola, Viale IV Novembre	45	Urbana, Fondo	NO <sub>x</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>
Genova - Buozzi	Piazza Dinegro	17	Urbana, Traffico	NO <sub>x</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , Benzene
Genova - Ronchi	Multedo Pegli, Via Ronchi	20	Urbana, Traffico	NO <sub>x</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub>
Genova - Villa Chiesa	Multedo Pegli, Viale Villa Chiesa	-	Urbana Industria	SO <sub>2</sub> , Benzene

Di seguito vengono riportati i valori degli inquinanti di interesse per il presente studio misurati nelle stazioni sopraccitate nel periodo 2019-2022. I dati sono stati scaricati dal portale “Ambiente in Liguria<sup>1</sup>”.

Tabella 3-2: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova – Buenos Aires (monitoraggio ARPAL)

Anno	Media annuale NO <sub>2</sub> <sup>1</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Superamenti media oraria NO <sub>2</sub> <sup>2</sup> (µg/m <sup>3</sup> )
2019	37,64	0
2020	29,72	0
2021	30,52	0
2022	32,24	0

1) Limite da D. Lgs. 155/2010: 40 µg/m<sup>3</sup>  
2) Limite da D. Lgs. 155/2010: 200 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 18 volte in un anno

Tabella 3-3: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova – Buenos Aires (monitoraggio ARPAL)

Anno	Media annuale PM <sub>10</sub> <sup>1</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Superamenti media giornaliera PM <sub>10</sub> <sup>2</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Media annuale Benzene <sup>3</sup> (µg/m <sup>3</sup> )
2019	20,31	2	1,74
2020	18,35	3	1,97
2021	15,93	4	1,07
2022	19,43	3	1,43

1) Limite da D. Lgs. 155/2010: 40 µg/m<sup>3</sup>  
2) Limite da D. Lgs. 155/2010: 50 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 35 volte in un anno  
3) Limite da D. Lgs. 155/2010: 5 µg/m<sup>3</sup>

Per la stazione di Genova Corso Buenos Aires, i valori delle medie annuali NO<sub>2</sub> non superano in nessuno degli anni considerati il valore limite pari a 40 µg/m<sup>3</sup>; anche per il valore limite orario di 200 µg/m<sup>3</sup> non si hanno superamenti. Per quanto riguarda il PM<sub>10</sub>, non si hanno superamenti del limite di 40 µg/m<sup>3</sup> per la media annuale e nemmeno del numero massimo consentito (35) per il superamento del limite per le medie giornaliere pari a 50 µg/m<sup>3</sup>. Per quanto riguarda il Benzene, non si hanno superamenti del limite della media annuale che è pari a 5 mg/m<sup>3</sup>. Non sono disponibili per questa stazione la misurazione del monossido di carbonio (CO) né del PM<sub>2,5</sub>.

<sup>1</sup> [https://aria-dashboard.regione.liguria.it/reports/powerbi/Deliverable/Qualita\\_Aria/Pubblico/Ambiente\\_dati\\_publicati\\_dl?rs:embed=true](https://aria-dashboard.regione.liguria.it/reports/powerbi/Deliverable/Qualita_Aria/Pubblico/Ambiente_dati_publicati_dl?rs:embed=true)

Tabella 3-4: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova - Europa/Via San Martino (monitoraggio ARPAL)

Anno	Media annuale NO <sub>2</sub> <sup>1</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Superamenti media oraria NO <sub>2</sub> <sup>2</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Media annuale CO <sup>3</sup> (mg/m <sup>3</sup> )
2019	56,98	4	0,71
2020	47,67	0	0,64
2021	51,11	0	0,79
2022	54,07	4	1,03

1) Limite da D. Lgs. 155/2010: 40 µg/m<sup>3</sup>  
2) Limite da D. Lgs. 155/2010: 200 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 18 volte in un anno  
3) Limite da D. Lgs. 155/2010: 10 mg/m<sup>3</sup>

Tabella 3-5: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova - Europa/Via San Martino (monitoraggio ARPAL)

Anno	Media annuale PM <sub>10</sub> <sup>1</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Superamenti media giornaliera PM <sub>10</sub> <sup>2</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Media annuale PM <sub>2,5</sub> <sup>3</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Media annuale Benzene <sup>4</sup> (µg/m <sup>3</sup> )
2019	21,23	0	13,72	2,22
2020	20,68	3	14,27	1,72
2021	21,64	4	14,53	1,76
2022	23,02	1	14,96	2,33

1) Limite da D. Lgs. 155/2010: 40 µg/m<sup>3</sup>  
2) Limite da D. Lgs. 155/2010: 50 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 35 volte in un anno  
3) Limite da D. Lgs. 155/2010: 25 mg/m<sup>3</sup>  
4) Limite da D. Lgs. 155/2010: 5 µg/m<sup>3</sup>

Per la stazione di Genova Corso Europa/Via San Martino, i valori di media annuale NO<sub>2</sub> superano il valore limite della media annuale 40 µg/m<sup>3</sup> in tutti e quattro gli anni, inoltre, nel 2019 e nel 2022, si sono registrati 4 superamenti del valore limite orario di 200 µg/m<sup>3</sup>. I monitoraggi del monossido di carbonio (CO) non sottolineano nessuna eccedenza del limite di 10 mg/m<sup>3</sup> sulla media massima su 8 ore giornaliera. Per quanto riguarda il PM<sub>10</sub>, non si hanno superamenti del limite di 40 µg/m<sup>3</sup> medi annuali e nemmeno del numero massimo di volte (35) che la media giornaliera può superare il limite pari a 50 µg/m<sup>3</sup>. Per quanto riguarda il PM<sub>2,5</sub> non si hanno superamenti del limite di media annuale pari a 25 mg/m<sup>3</sup>. Per quanto riguarda il Benzene, non si hanno superamenti del limite di media annuale pari a 5 mg/m<sup>3</sup>.

Tabella 3-6: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova - Firenze (monitoraggio ARPAL)

Anno	Media annuale NO <sub>2</sub> <sup>1</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Superamenti media oraria NO <sub>2</sub> <sup>2</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Media annuale CO <sup>3</sup> (mg/m <sup>3</sup> )
2019	23,69	0	0,58
2020	22,83	0	0,59
2021	26,23	0	0,64
2022	21,19	0	0,59

1) Limite da D. Lgs. 155/2010: 40 µg/m<sup>3</sup>  
2) Limite da D. Lgs. 155/2010: 200 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 18 volte in un anno  
3) Limite da D. Lgs. 155/2010: 10 mg/m<sup>3</sup>



Tabella 3-7: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova - Firenze (monitoraggio ARPAL)

Anno	Media annuale PM <sub>10</sub> <sup>1</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Superamenti media giornaliera PM <sub>10</sub> <sup>2</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Media annuale PM <sub>2,5</sub> <sup>3</sup> (µg/m <sup>3</sup> )
2019	16,38	0	10,03
2020	14,42	1	10,81
2021	16,05	2	10,23
2022	16,12	1	10,31

1) Limite da D. Lgs. 155/2010: 40 µg/m<sup>3</sup>  
 2) Limite da D. Lgs. 155/2010: 50 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 35 volte in un anno  
 3) Limite da D. Lgs 155/2010: 25 mg/m<sup>3</sup>

Tabella 3-8: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova - Firenze (monitoraggio ARPAL)

Anno	Superamenti media giornaliera SO <sub>2</sub> <sup>1</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Superamenti media oraria SO <sub>2</sub> <sup>2</sup> (µg/m <sup>3</sup> )
2019	0	0
2020	0	0
2021	0	0
2022	0	0

1) Limite da D. Lgs. 155/2010: 125 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 3 volte in un anno  
 2) Limite da D. Lgs. 155/2010: 350 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 24 volte in un anno

Per la stazione di Genova Corso Firenze, i valori di media annuale NO<sub>2</sub> non superano il valore limite di media annuale 40 µg/m<sup>3</sup> in tutti gli anni considerati; inoltre, nessun anno analizzato presenta superamenti del valore limite orario di 200 µg/m<sup>3</sup>. I monitoraggi del monossido di carbonio (CO) non sottolineano nessuna eccedenza del limite di 10 mg/m<sup>3</sup>. Per quanto riguarda il PM<sub>10</sub>, non si hanno superamenti del limite di 40 µg/m<sup>3</sup> medi annuali e nemmeno del numero massimo di volte (35) che la media giornaliera può superare il limite pari a 50 µg/m<sup>3</sup>. Per quanto riguarda il PM<sub>2,5</sub> non si hanno superamenti del limite di media annuale pari a 25 mg/m<sup>3</sup>. Infine, per quanto riguarda SO<sub>2</sub>, non si hanno superamenti del numero massimo di volte (3) che la media giornaliera può superare il limite pari a 125 µg/m<sup>3</sup> in un anno e nemmeno del numero massimo di volte (24) che la media oraria può superare il limite di 350 µg/m<sup>3</sup> in un anno.

Tabella 3-9: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova - Acquasola (monitoraggio ARPAL)

Anno	Media annuale NO <sub>2</sub> <sup>1</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Superamenti media oraria NO <sub>2</sub> <sup>2</sup> (µg/m <sup>3</sup> )
2019	17,04	0
2020	24,96	0
2021	16,35	0
2022	16,69	0

1) Limite da D. Lgs. 155/2010: 40 µg/m<sup>3</sup>  
 2) Limite da D. Lgs. 155/2010: 200 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 18 volte in un anno

Per la stazione di Genova Parco Acquasola, i valori di media annuale NO<sub>2</sub> non superano il valore limite di media annuale 40 µg/m<sup>3</sup> in tutti gli anni considerati; inoltre, nessun anno analizzato presenta superamenti del valore limite orario di 200 µg/m<sup>3</sup>. Non sono disponibili i valori di monitoraggio del monossido di carbonio (CO). La stazione non presenta nessun altro parametro monitorato.

Tabella 3-10: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova - Buozzi (monitoraggio ARPAL)

Anno	Media annuale NO <sub>2</sub> <sup>1</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Superamenti media oraria NO <sub>2</sub> <sup>2</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Media annuale CO <sup>3</sup> (mg/m <sup>3</sup> )
2019	50,39	0	0,81
2020	44,55	0	0,75
2021	46,29	0	0,75
2022	45,88	0	0,67

1) Limite da D. Lgs. 155/2010: 40 µg/m<sup>3</sup>  
2) Limite da D. Lgs. 155/2010: 200 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 18 volte in un anno  
3) Limite da D. Lgs. 155/2010: 10 mg/m<sup>3</sup>

Tabella 3-11: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova - Buozzi (monitoraggio ARPAL)

Anno	Media annuale PM <sub>10</sub> <sup>1</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Superamenti media giornaliera PM <sub>10</sub> <sup>2</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Media annuale Benzene <sup>3</sup> (µg/m <sup>3</sup> )
2019	23,28	0	2,71
2020	25	7	1,92
2021	27,09	16	1,29
2022	-	-	1,24

1) Limite da D. Lgs. 155/2010: 40 µg/m<sup>3</sup>  
2) Limite da D. Lgs. 155/2010: 50 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 35 volte in un anno  
3) Limite da D. Lgs. 155/2010: 5 µg/m<sup>3</sup>

Per la stazione di Genova Via Buozzi, i valori di media annuale NO<sub>2</sub> superano il valore limite di media annuale 40 µg/m<sup>3</sup> in tutti gli anni analizzati. Nessun anno presenta superamenti del valore limite orario di 200 µg/m<sup>3</sup>. I monitoraggi del monossido di carbonio (CO) non presentano nessun superamento della media massima giornaliera su 8 ore del limite di 10 mg/m<sup>3</sup>. Per quanto riguarda il PM<sub>10</sub>, non si hanno superamenti del limite di 40 µg/m<sup>3</sup> medi annuali e nemmeno del numero massimo di volte (35) che la media giornaliera può superare il limite pari a 50 µg/m<sup>3</sup>. Infine, per quanto riguarda il Benzene, non si hanno superamenti del limite di media annuale pari a 5 mg/m<sup>3</sup>.

Tabella 3-12: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova - Ronchi (monitoraggio ARPAL)

Anno	Media annuale NO <sub>2</sub> <sup>1</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Superamenti media oraria NO <sub>2</sub> <sup>2</sup> (µg/m <sup>3</sup> )
2019	46,49	0
2020	33,96	0
2021	38,96	0
2022	39,37	0

1) Limite da D. Lgs. 155/2010: 40 µg/m<sup>3</sup>  
2) Limite da D. Lgs. 155/2010: 200 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 18 volte in un anno

Tabella 3-13: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova - Ronchi (monitoraggio ARPAL)

Anno	Media annuale PM <sub>10</sub> <sup>1</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Superamenti media giornaliera PM <sub>10</sub> <sup>2</sup> (µg/m <sup>3</sup> )
2019	20,43	0
2020	20,42	1
2021	20,20	2
2022	20,89	3

1) Limite da D. Lgs. 155/2010: 40 µg/m<sup>3</sup>  
2) Limite da D. Lgs. 155/2010: 50 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 35 volte in un anno

Per la stazione di Genova Multedo Pegli Via Ronchi, nell'anno 2019 la media annuale di NO<sub>2</sub> supera il valore limite di media annuale pari a 40 µg/m<sup>3</sup>; per gli anni successivi questo valore rimane inferiore al limite fissato dalla normativa, seppur sempre molto vicino al suo valore. Nessun anno analizzato presenta superamenti del valore limite orario di 200 µg/m<sup>3</sup>. Non sono disponibili i valori monitorati del monossido di carbonio (CO), ad eccezione dell'anno 2019 il quale presenta un valore medio annuale per tale composto inferiore al limite imposto di 10 mg/m<sup>3</sup>. Per quanto riguarda il PM<sub>10</sub>, non si hanno superamenti del limite di 40 µg/m<sup>3</sup> medi annuali e nemmeno del numero massimo di volte (35) che la media giornaliera può superare il limite pari a 50 µg/m<sup>3</sup> in un anno.

Figura 3-2: Valori di qualità dell'aria per la stazione di Genova – Villa Chiesa (monitoraggio ARPAL)

Anno	Superamenti media giornaliera SO <sub>2</sub> <sup>1</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Superamenti media oraria SO <sub>2</sub> <sup>2</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Media annuale Benzene <sup>3</sup> (µg/m <sup>3</sup> )
2019	0	0	1,12
2020	0	0	0,40
2021	0	0	0,56
2022	0	0	0,49

1) Limite da D. Lgs. 155/2010: 125 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 3 volte in un anno  
2) Limite da D. Lgs. 155/2010: 350 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 24 volte in un anno  
3) Limite da D. Lgs. 155/2010: 5 µg/m<sup>3</sup>

Per la stazione di Genova Multedo Pegli Viale Villa Chiesa per quanto riguarda  $SO_2$ , non si hanno superamenti del numero massimo di volte (3) che la media giornaliera può superare il limite pari a  $125 \mu g/m^3$  in un anno e nemmeno del numero massimo di volte (24) che la media oraria può superare il limite di  $350 \mu g/m^3$  in un anno. Per quanto riguarda il Benzene, non si hanno superamenti del limite di media annuale pari a  $5 \mu g/m^3$ . Non sono disponibili i dati di monitoraggio relativi al biossido di azoto e al monossido di carbonio.

## 4 SIMULAZIONI DELLA DISPERSIONE IN ATMOSFERA DELLE EMISSIONI

### 4.1 Sistema modellistico utilizzato

CALPUFF è un modello lagrangiano, non stazionario a puff gaussiano, multistrato e multi-inquinante che permette di riprodurre l'andamento di un inquinante in condizioni non omogenee e non stazionarie, discretizzando l'emissione in una serie di singoli puff, all'interno di ogni puff con legge gaussiana.

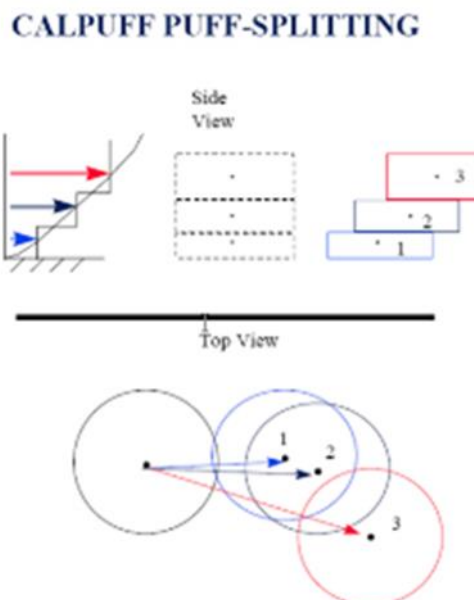


Figura 4-1: Schema di funzionamento del modello CALPUFF

CALPUFF simula la diffusione di inquinanti attraverso il rilascio di una serie continua di puff seguendone la traiettoria in base alle condizioni meteorologiche. Il modello utilizzato contiene formulazioni per la modellistica della dispersione, il trasporto e la rimozione secca e umida di inquinanti in atmosfera al variare delle condizioni meteorologiche considerando l'impatto con il terreno e alcuni semplici schemi di trasformazioni chimiche.

La suite di calcolo utilizzata è costituita da:

- il preprocessore meteorologico CALMET, che consente di raccogliere ed elaborare i dati meteorologici rappresentativi della zona studiata e di calcolare i parametri dispersivi dello strato limite atmosferico; il modello CALPUFF è stato progettato per essere utilizzato con campi meteorologici variabili su tutto il dominio di calcolo sia in direzione orizzontale che verticale. CALMET ricostruisce campi meteorologici tridimensionali utilizzando dati al suolo, dati profilometrici e dati orografici e di uso suolo al fine per

considerare gli effetti del terreno sulla variazione dei campi meteorologici e di conseguenza sulla diffusione di inquinanti;

- il codice di calcolo CALPUFF, che inserisce le emissioni all'interno del campo di vento generato da CALMET e ne studia il trasporto e la dispersione;

Le caratteristiche di maggior interesse del modello CALPUFF sono:

- la trattazione modellistica delle condizioni di calma di vento;
  - la capacità di simulare condizioni di flussi non omogenei (orografia complessa, inversione termica, fumigazione, brezza);
  - la possibilità di utilizzare un campo tridimensionale di vento e temperatura ed un campo bidimensionale di parametri di turbolenza (altezza dello strato di rimescolamento, caratteristiche di stabilità atmosferica, etc.);
  - il calcolo dell'effetto edificio (building downwash).
- il post-processore CALPOST, che ha lo scopo di analizzare statisticamente i dati di output di CALPUFF, in modo da renderli utilizzabili per l'effettuazione di analisi statistiche.

L'implementazione dei modelli di dispersione richiede l'acquisizione di dettagliate informazioni circa le condizioni meteorologiche e orografiche locali e l'uso del suolo, illustrate di seguito.

## 4.2 Dominio di calcolo

L'area di studio considerata nella simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera ha un'estensione di 34 km per 19 km, come rappresentato in **Figura 4-2**. Il dominio rettangolare di calcolo è caratterizzato da un angolo Sud-Ovest posizionato nel punto con coordinate WGS84 UTM Fuso 32N pari a Ovest = 474,508 km e Sud = 4909,604 km. Il dominio di calcolo per la stima degli impatti dell'opera sulla componente ha un'estensione longitudinale massima di 19 km e un'estensione trasversale massima di 6km, esso comprende una consistente parte della città di Genova che si affaccia sul mare e una parte del suo entroterra.



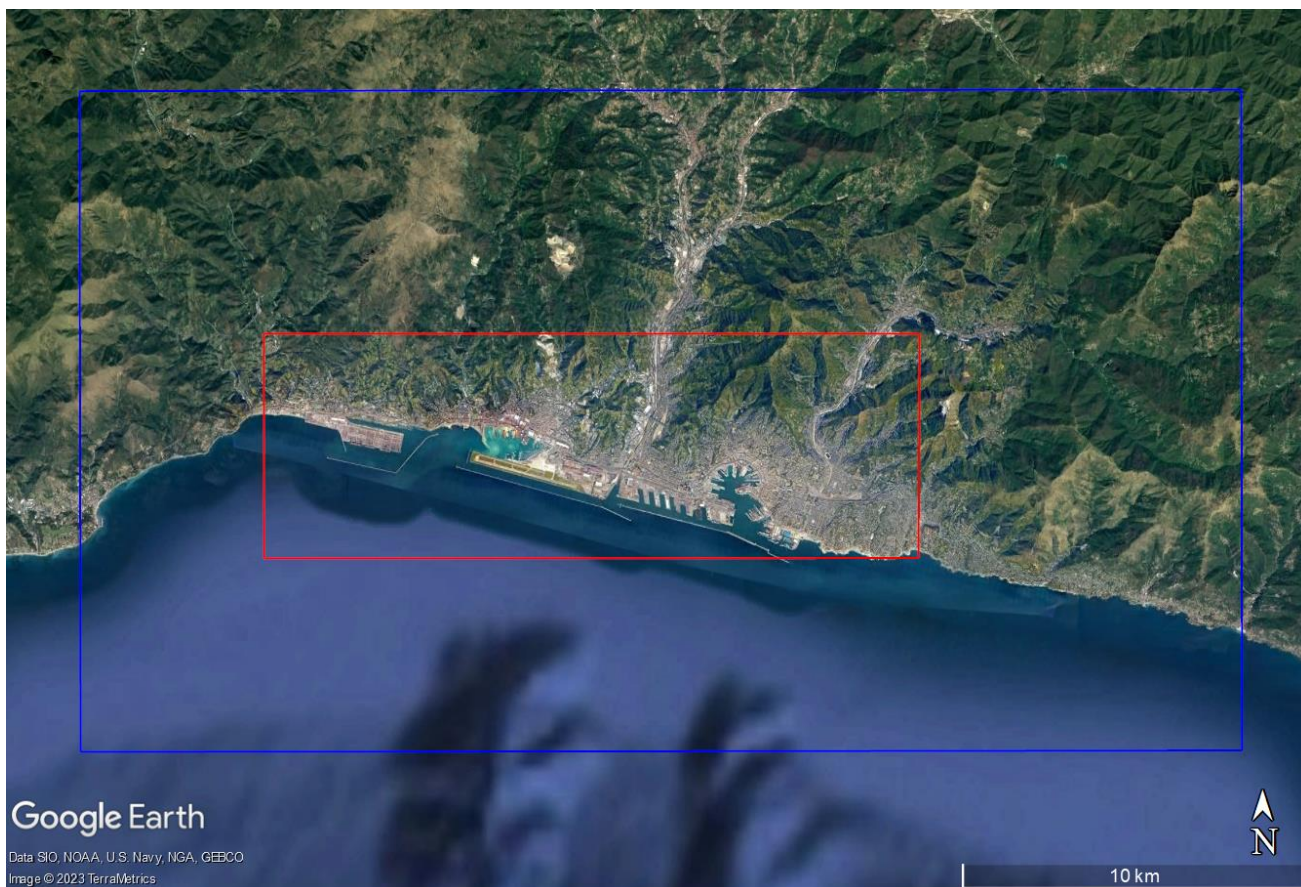


Figura 4-2: Area di studio (blu) e dominio di calcolo (rosso) del modello CALPUFF

### 4.3 Recettori discreti e recettori sensibili

I recettori, in corrispondenza dei quali sono state stimate dal modello le concentrazioni degli inquinanti in prossimità del suolo, sono stati distribuiti come rappresentato in **Figura 4-3**.

Si è scelto di utilizzare un grigliato di tipo “nested” con densità di recettori più alta nelle immediate vicinanze dell’area interessata dalla costruzione della diga, dove sono concentrate le maggiori attività, per diventare meno densi man mano che ci si allontana dall’area di cantiere. La larghezza delle maglie del grigliato varia pertanto da 50 m, a 100 m, 250 m e 500 m, a, come mostrato in **Figura 4-3**.



Figura 4-3: Distribuzione dei recettori all'interno del dominio di calcolo

Sono stati inoltre individuati 39 recettori sensibili all'interno dell'area interessata dal Comune di Genova, come mostrato in **Figura 4-4**; le coordinate dei recettori sensibili sono riportate in **Tabella 4-1**.





Figura 4-4: Posizione dei recettori sensibili e di tipo abitativo nell'area di studio

Tabella 4-1: Coordinate geografiche dei recettori sensibili

Recettore sensibile	Coordinate UTM 32N WGS84 (m)	
	X	Y
Scuola primaria Mario Mazza	493547,00	4919024,00
Scuola primaria Spinola	494069,00	4918671,00
Istituto Comprensivo Castelletto	494068,437	4918052,51
Istituto Comprensivo Maddalena Bertani	494929,00	4917632,00
Scuola Primaria De Scalzi Polacco	495565,00	4917156,00
Scuola primaria Gerolamo da Passano	495686,00	4918669,00
Scuola Primaria Giosuè Borsi	496889,00	4918656,00
Scuola Primaria Papa Giovanni XXIII	496614,00	4918188,00
Scuola primaria Montesignano	497479,00	4920415,00
Scuola Primaria Solari	496735,00	4917670,00
Istituto Comprensivo Pegli	484288,00	4919008,00
Istituto Comprensivo Pegli (2)	484934,00	4919302,00
Istituto Statale Comprensivo Sestri Est	488646,00	4918886,00
Istituto Comprensivo Borzoli	490146,00	4920508,00
Istituto Comprensivo GE - Rivarolo	491503,00	4920428,00
Istituto Comprensivo Sampierdarena	491182,00	4917475,00
Istituto Comprensivo Foce	496257,00	4916232,00
Istituto Comprensivo Statale San Fruttuoso	497726,00	4917757,00
Istituto Comprensivo Sturla	498613,00	4915711,00
Asilo nido Gli Elfi del Boschetto	489091,00	4919186,00
Asilo nido La fabbrica dei sogni	490882,00	4917521,00
Asilo Nido Arcobaleno	496733,00	4918180,00
Asilo nido comunale La Casetta degli Orsacchiotti	495864,00	4919397,00
Asilo Nido Mago Di Oz	495519,00	4917392,99
Asilo nido Il Cucciolo	495633,00	4916526,00
Asilo nido I Piccoli Sogni	495843,00	4916623,00
Asilo nido C'era una volta	495753,00	4916480,00
Ospedale Padre Antero Micone	488192,00	4919714,00
Ospedale Villa Scassi	491823,00	4917703,99
Ospedale Evangelico Internazionale	495459,00	4917862,00
Ospedale San Martino	497573,00	4917175,00
Ospedale San Martino (2)	497690,00	4917362,00
Ospedale Galliera	495281,00	4916164,00
Asilo nido Il Trenino A Vapore	492047,00	4917178,00
Recettore abitativo 1	484597,00	4918928,00
Recettore abitativo 2	484097,00	4919178,00
Recettore abitativo 3	491547,00	4917278,00

Recettore sensibile	Coordinate UTM 32N WGS84 (m)	
	X	Y
Recettore abitativo 4	494597,00	4916678,00
Campo sportivo	483597,00	4919178,00

#### 4.4 Dati meteorologici

Per la simulazione modellistica i dati meteorologici sono stati ricostruiti mediante l'applicazione del preprocessore CALMET, un modello meteorologico in grado di ricostruire i campi di vento e temperatura su grigliati regolari tridimensionali a partire da misure meteorologiche, dati di orografia e di utilizzo del suolo.

Per l'elaborazione il preprocessore necessita di osservazioni meteorologiche al suolo come velocità e direzione del vento, temperatura, copertura nuvolosa, pressione, umidità relativa e precipitazione, ed osservazioni meteorologiche in quota per ogni livello verticale come velocità e direzione del vento, temperatura, pressione ed altezza.

Per il caso in esame sono stati considerati i dati meteorologici relativi all'anno 2022 rilevati nelle stazioni di superficie e profilometriche SYNOP ICAO (International Civil Aviation Organization) e i dati rilevati dalle stazioni ubicate in prossimità dell'area di progetto appartenenti alla rete di monitoraggio della regione Liguria.

Il dominio considerato è di 33 x 18 km, centrato nell'area di progetto (origine SW: x = 474910,00 m E, y = 4909948,00 m N, UTM fuso 32-WGS84) ed è caratterizzato da una risoluzione spaziale orizzontale (dimensioni della griglia) di 500 m ed una risoluzione verticale (quota dei livelli verticali) di 0, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000 e 4000 m sul livello del suolo.

Nella **Tabella 4-2** e **Figura 4-5** sono indicate e rappresentate le stazioni meteo utilizzate per la ricostruzione del campo meteorologico.



Tabella 4-2: Stazioni di superficie e di profilo verticale utilizzate per la ricostruzione meteorologica

Stazione meteo	Coordinate UTM FUSO 32 - WGS84	Tipologia di dato
Stazioni di superficie SYNOP ICAO GENOVA SESTRI LIMJ 161200	8,841994 m E 44,411995 m N	Dati sinottici di pressione, copertura nuvolosa e altezza nubi
Stazioni virtuali di profilo verticale 21012 Profilo ECMWF	8,900000 m E 44,250000 m N	Dati in quota
Genova - S. Ilario	9,060649 m E 44,383999 m N	Dati di superficie sito specifici
Genova - Porto Antico	8,923162 m E 44,408153 m N	Dati di superficie sito specifici
Genova - Certosa	8,889963 m E 44,424385 m N	Dati di superficie sito specifici
Genova - Castellaccio	8,934318 m E 44,427966 m N	Dati di superficie sito specifici
Monte Pennello	8,798666 m E 44,480168 m N	Dati di superficie sito specifici
Arenzano - Porto	8,687742 m E 44,398092° m N	Dati di superficie sito specifici
Passo del Turchino	8,736017 m E 44,486126 m N	Dati di superficie sito specifici
Genova - Centro funzionale	8,945902 m E 44,400343 m N	Dati di superficie sito specifici



Figura 4-5: Stazioni di superficie e di profilo verticale utilizzate per la ricostruzione dei campi meteorologici

Nel seguito vengono riportati dalla **Tabella 4-3** alla **Tabella 4-13** e dalla **Tabella 4-14** alla **Figura 4-23** i dati della temperatura, della precipitazione e della direzione e velocità del vento misurati dalle stazioni di superficie utilizzati come dati di input per il preprocessore CALMET per la ricostruzione dei dati metereologici nell'area di progetto.

Tabella 4-3: Dati di temperatura misurati presso la stazione di superficie di Castellaccio

Periodo	Minima	Media	Massima
Anno	-1,20	15,35	33,10
Primavera	1,40	12,85	30,10
Estate	15,70	24,16	33,10
Autunno	3,40	16,21	27,20
Inverno	-1,20	8,04	15,40
Gennaio	1,60	7,58	14,30
Febbraio	0,50	8,68	15,40
Marzo	1,40	9,14	20,60
Aprile	1,60	11,82	21,90
Maggio	10,50	17,56	30,10
Giugno	15,70	22,60	31,50
Luglio	19,10	25,40	33,10
Agosto	16,40	24,42	31,80
Settembre	12,50	19,61	27,20
Ottobre	11,50	17,76	25,50
Novembre	3,40	11,43	18,00
Dicembre	-1,20	7,93	14,00

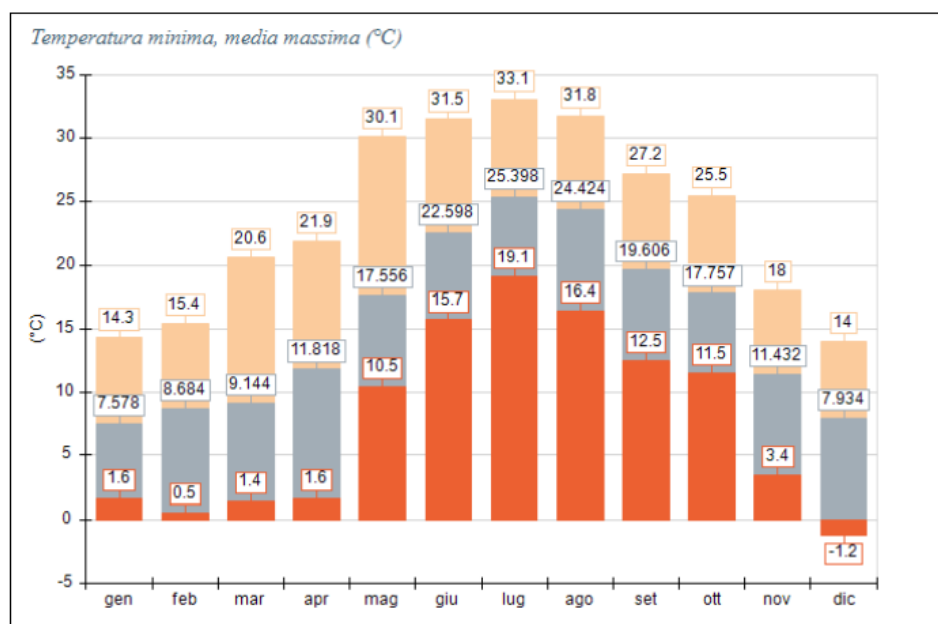


Figura 4-6: Dati di temperatura minima, media e massima misurati presso la stazione di Castellaccio

Tabella 4-4: Dati di temperatura misurati presso la stazione di superficie di Centro Funzionale

Periodo	Minima	Media	Massima
Anno	2,70	18,38	35,10
Primavera	5,00	15,98	33,50
Estate	18,50	26,97	35,10
Autunno	7,20	19,28	31,20
Inverno	2,70	11,14	19,70
Gennaio	5,00	10,77	16,50
Febbraio	3,70	11,74	19,70
Marzo	5,00	12,35	22,70
Aprile	5,70	14,91	25,80
Maggio	13,30	20,65	33,50
Giugno	18,50	25,56	34,70
Luglio	20,80	28,19	35,10
Agosto	19,20	27,12	34,60
Settembre	15,60	22,93	31,20
Ottobre	14,80	20,53	27,10
Novembre	7,20	14,35	22,50
Dicembre	2,70	10,96	18,90

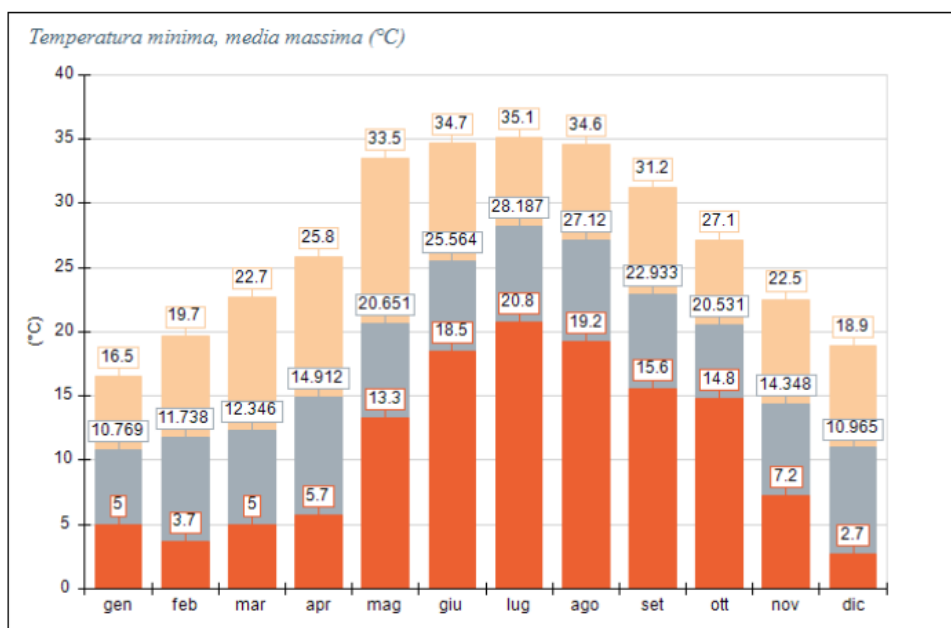


Figura 4-7: Dati di temperatura minima, media e massima misurati presso la stazione di Centro Funzionale

Tabella 4-5: Dati di temperatura misurati presso la stazione di superficie di San Ilario

Periodo	Minima	Media	Massima
Anno	3,50	17,61	34,70
Primavera	3,50	14,79	31,90
Estate	17,40	25,69	34,70
Autunno	8,10	18,84	30,20
Inverno	4,00	10,99	19,20
Gennaio	4,00	10,23	14,50
Febbraio	4,80	10,95	19,20
Marzo	3,50	11,53	21,40
Aprile	3,80	13,46	23,50
Maggio	11,90	19,33	31,90
Giugno	17,40	24,29	32,60
Luglio	20,10	26,63	34,50
Agosto	18,90	26,11	34,70
Settembre	14,50	22,11	30,20
Ottobre	14,10	19,64	27,20
Novembre	8,10	14,74	21,40
Dicembre	4,40	11,77	17,70

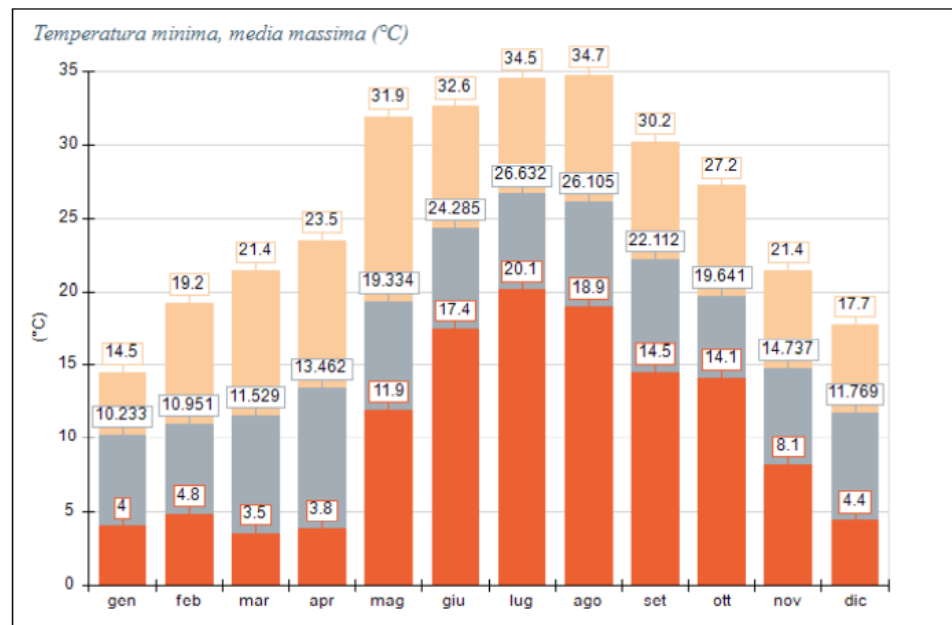


Figura 4-8: Dati di temperatura minima, media e massima misurati presso la stazione di San Ilario



Tabella 4-6: Dati di temperatura misurati presso la stazione di superficie di Monte Pennello

Periodo	Minima	Media	Massima
Anno	-5,60	11,34	29,70
Primavera	-3,80	8,45	26,50
Estate	12,20	20,47	29,70
Autunno	-1,10	12,10	23,40
Inverno	-5,60	3,78	13,80
Gennaio	-3,80	3,55	13,60
Febbraio	-3,60	4,59	13,80
Marzo	-3,80	4,07	15,40
Aprile	-2,10	7,50	21,30
Maggio	7,40	13,75	26,50
Giugno	12,20	19,03	28,00
Luglio	14,50	21,77	29,70
Agosto	13,00	20,58	29,40
Settembre	7,70	15,01	23,40
Ottobre	7,60	14,20	22,60
Novembre	-1,10	7,02	15,60
Dicembre	-5,60	3,18	9,00

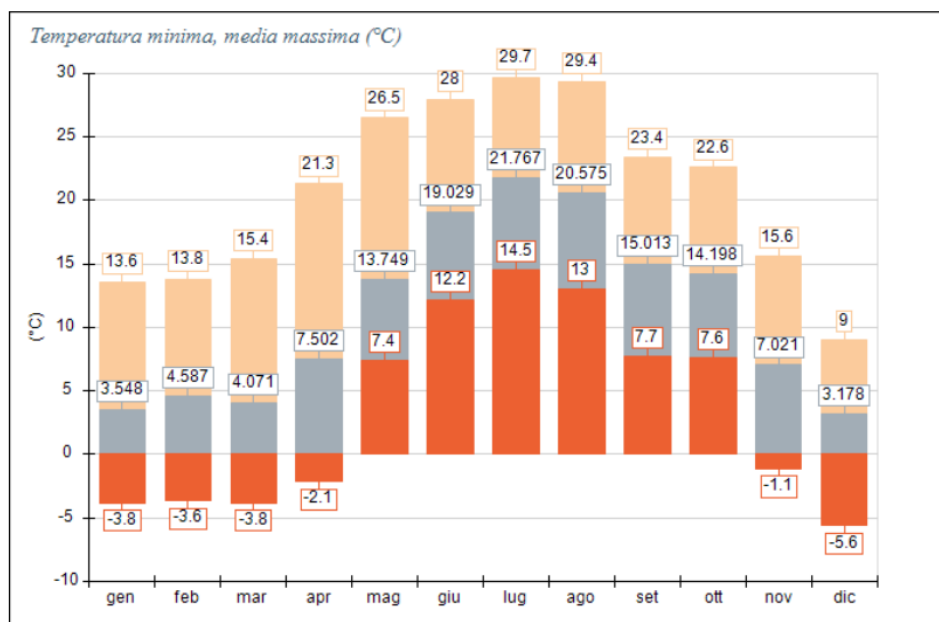


Figura 4-9: Dati di temperatura minima, media e massima misurati presso la stazione di Monte Pennello

Tabella 4-7: Dati di temperatura misurati presso la stazione di superficie di Passo del Turchino

Periodo	Minima	Media	Massima
Anno	-4,60	12,12	32,90
Primavera	-4,60	10,11	28,20
Estate	12,80	20,99	32,90
Autunno	1,10	12,84	26,20
Inverno	-4,20	4,35	14,90
Gennaio	-3,80	4,25	12,80
Febbraio	-4,20	5,60	14,90
Marzo	-4,60	5,66	20,50
Aprile	-0,60	9,49	23,70
Maggio	5,80	15,14	28,20
Giugno	12,80	19,79	30,10
Luglio	14,20	22,15	32,60
Agosto	13,30	20,99	32,90
Settembre	6,30	16,24	26,20
Ottobre	7,90	14,48	24,60
Novembre	1,10	7,76	16,50
Dicembre	-4,20	3,30	11,70

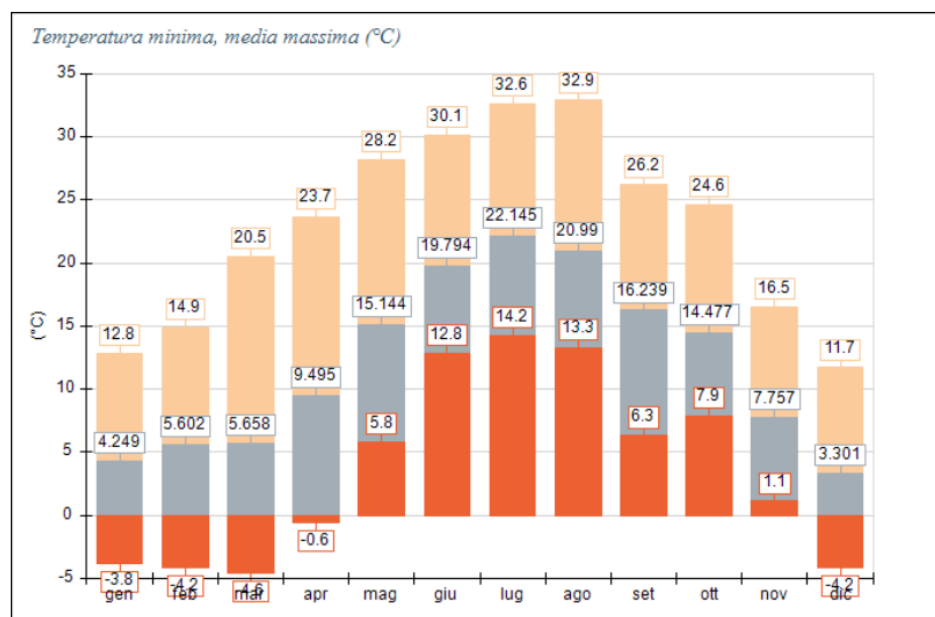


Figura 4-10: Dati di temperatura minima, media e massima misurati presso la stazione di Passo del Turchino

Tabella 4-8: Dati di precipitazione misurati presso la stazione di superficie di Castellaccio

Periodo	Minima	Media	Massima
Anno	0,07	28,80	641,20
Primavera	0,03	13,60	77,00
Estate	0,03	6,80	65,40
Autunno	0,15	28,80	304,20
Inverno	0,09	12,60	194,60
Gennaio	0,03	3,60	23,40
Febbraio	0,04	4,60	23,80
Marzo	0,02	1,80	13,20
Aprile	0,08	13,60	55,80
Maggio	0,01	1,40	8,00
Giugno	0,01	1,20	5,20
Luglio	0,02	2,40	11,20
Agosto	0,07	6,80	49,00
Settembre	0,17	28,80	123,40
Ottobre	0,04	14,60	28,40
Novembre	0,21	20,80	152,40
Dicembre	0,20	12,60	147,40

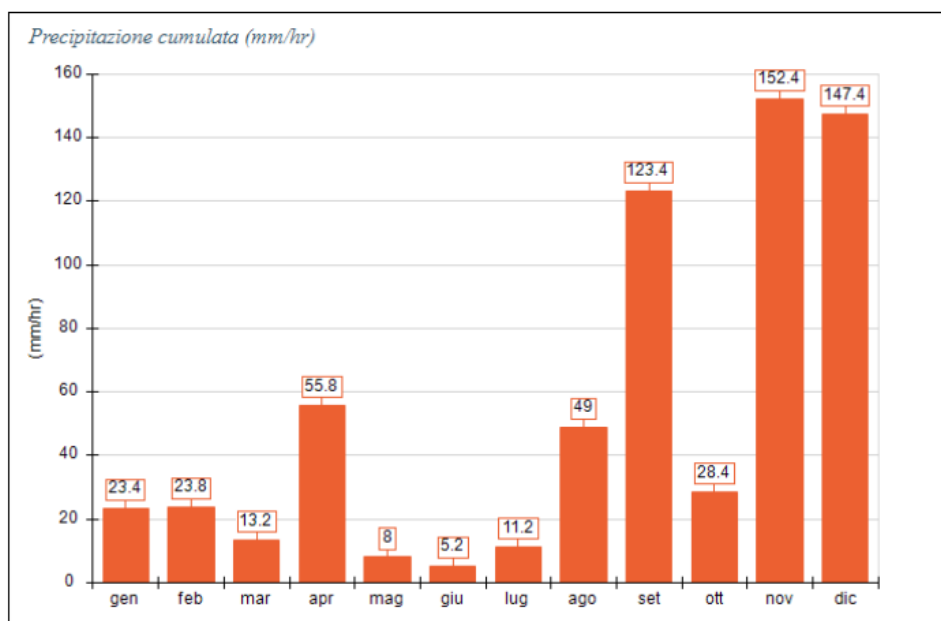


Figura 4-11: Dati di precipitazione misurati presso la stazione di Castellaccio

Tabella 4-9: Dati di precipitazione misurati presso la stazione di superficie di Centro Funzionale

Periodo	Minima	Media	Massima
Anno	0,06	29,80	536,20
Primavera	0,03	16,80	73,20
Estate	0,03	7,80	55,80
Autunno	0,12	29,80	269,60
Inverno	0,06	9,60	137,60
Gennaio	0,02	3,40	14,00
Febbraio	0,02	2,40	15,40
Marzo	0,02	2,60	12,20
Aprile	0,08	16,80	55,60
Maggio	0,01	2,20	5,40
Giugno	0,01	1,20	3,80
Luglio	0,01	1,60	5,20
Agosto	0,06	7,80	46,80
Settembre	0,12	29,80	88,40
Ottobre	0,03	15,80	26,00
Novembre	0,22	17,60	155,20
Dicembre	0,15	9,60	108,20

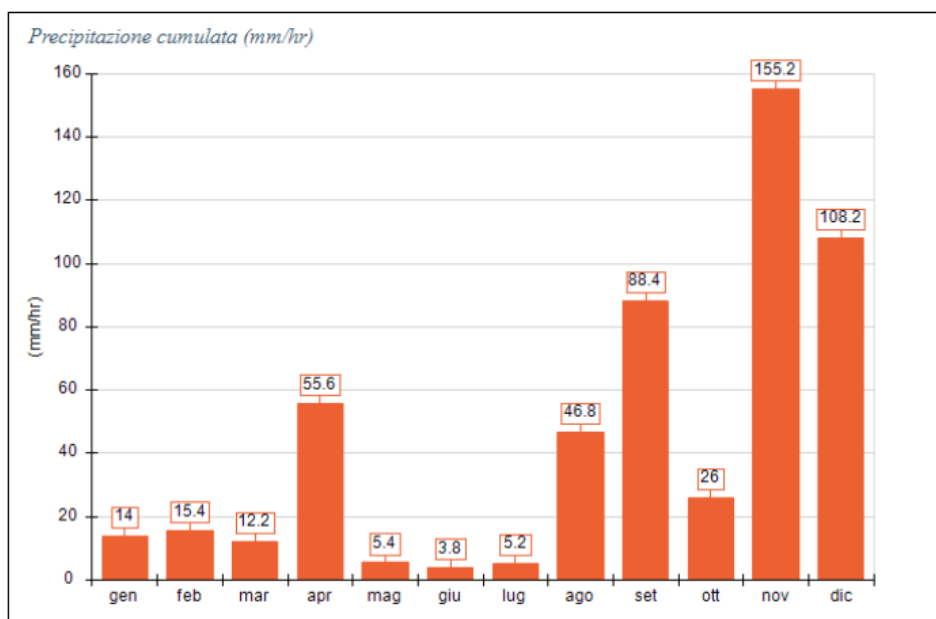


Figura 4-12: Dati di precipitazione misurati presso la stazione di Centro Funzionale

Tabella 4-10: Dati di precipitazione misurati presso la stazione di superficie di Certosa

Periodo	Minima	Media	Massima
Anno	0,08	58,00	657,00
Primavera	0,03	6,40	57,00
Estate	0,03	9,60	69,00
Autunno	0,14	58,00	310,20
Inverno	0,10	17,20	220,80
Gennaio	0,04	7,40	32,80
Febbraio	0,04	5,40	25,80
Marzo	0,02	2,60	16,60
Aprile	0,05	6,40	34,00
Maggio	0,01	1,20	6,40
Giugno	0,01	3,00	5,40
Luglio	0,01	2,20	5,60
Agosto	0,08	9,60	58,00
Settembre	0,21	58,00	152,40
Ottobre	0,03	13,20	21,80
Novembre	0,19	16,60	136,00
Dicembre	0,22	17,20	162,20

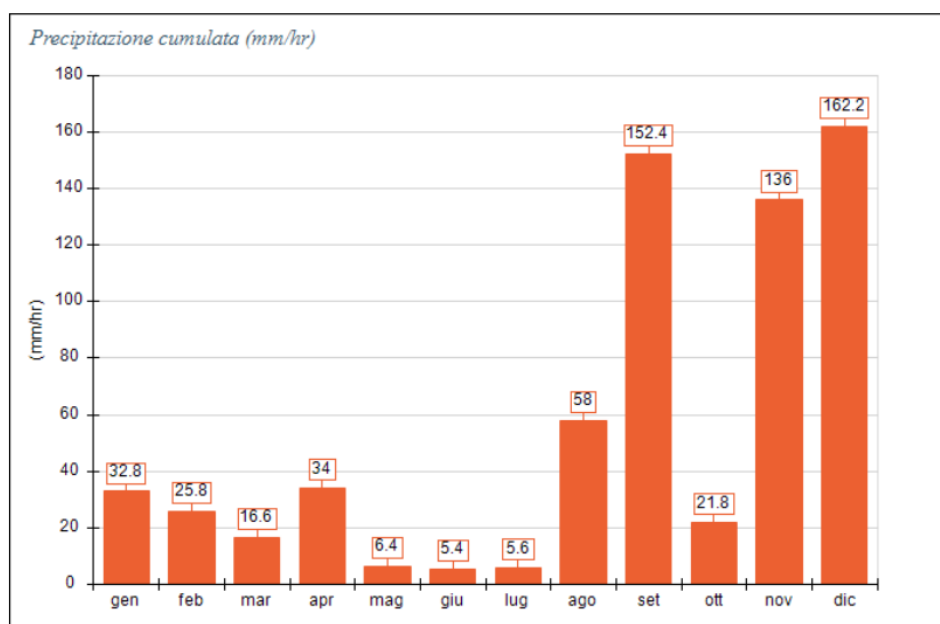


Figura 4-13: Dati di precipitazione misurati presso la stazione di Certosa



Tabella 4-11: Dati di precipitazione misurati presso la stazione di superficie di San Ilario

Periodo	Minima	Media	Massima
Anno	0,10	35,40	845,60
Primavera	0,05	8,20	101,80
Estate	0,04	17,80	83,40
Autunno	0,19	35,40	414,40
Inverno	0,11	10,20	246,00
Gennaio	0,03	6,20	22,60
Febbraio	0,05	6,20	35,40
Marzo	0,02	2,60	17,60
Aprile	0,09	8,20	66,60
Maggio	0,02	2,60	17,60
Giugno	0,02	9,20	15,60
Luglio	0,01	1,40	6,40
Agosto	0,08	17,80	61,40
Settembre	0,12	20,40	84,60
Ottobre	0,04	9,20	32,20
Novembre	0,41	35,40	297,60
Dicembre	0,25	10,20	188,00

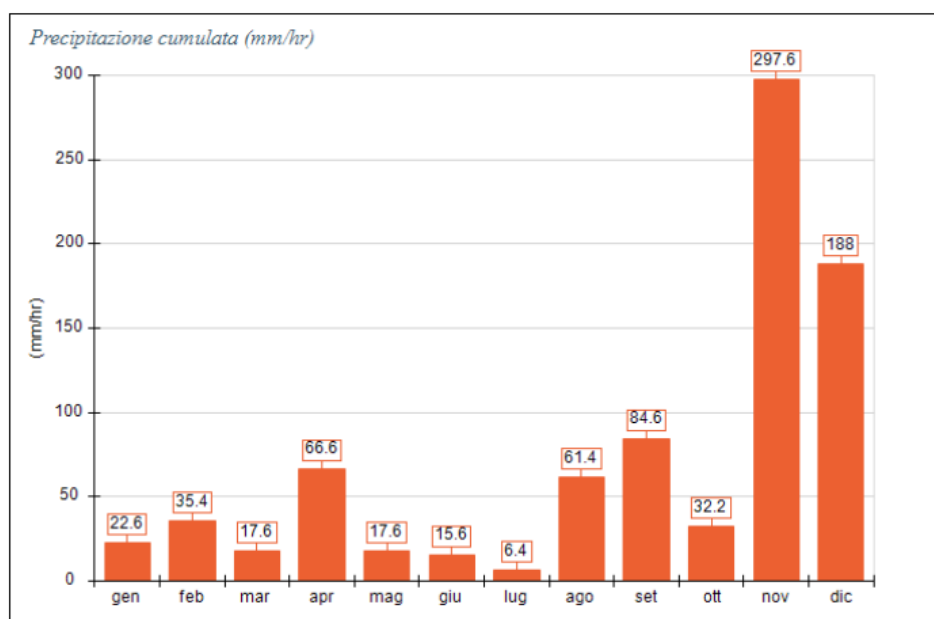


Figura 4-14: Dati di precipitazione misurati presso la stazione di San Ilario

Tabella 4-12: Dati di precipitazione misurati presso la stazione di superficie di Monte Pennello

Periodo	Minima	Media	Massima
Anno	0,12	45,00	1075,40
Primavera	0,07	11,60	151,80
Estate	0,08	22,20	172,40
Autunno	0,20	45,00	432,60
Inverno	0,16	15,20	318,60
Gennaio	0,13	15,20	96,20
Febbraio	0,09	2,40	63,40
Marzo	0,04	11,20	32,60
Aprile	0,10	9,00	71,40
Maggio	0,06	11,60	47,80
Giugno	0,03	7,00	21,60
Luglio	0,02	3,60	14,80
Agosto	0,18	22,20	136,00
Settembre	0,26	45,00	183,80
Ottobre	0,10	11,40	72,60
Novembre	0,24	19,80	176,20
Dicembre	0,26	7,40	159,00

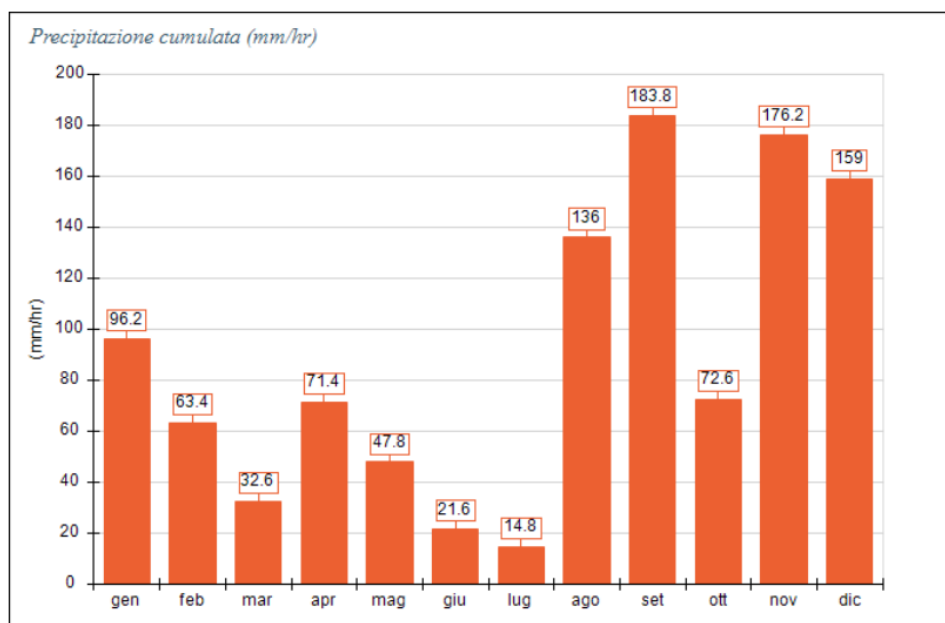


Figura 4-15: Dati di precipitazione misurati presso la stazione di Monte Pennello

Tabella 4-13: Dati di precipitazione misurati presso la stazione di superficie di Passo del Turchino

Periodo	Minima	Media	Massima
Anno	0,09	60,40	752,00
Primavera	0,09	60,40	194,60
Estate	0,03	42,60	73,40
Autunno	0,14	21,40	300,40
Inverno	0,09	4,80	183,60
Gennaio	0,03	4,80	19,00
Febbraio	0,05	2,00	32,20
Marzo	0,01	0,80	8,80
Aprile	0,05	5,20	36,00
Maggio	0,20	60,40	149,80
Giugno	0,01	1,60	10,40
Luglio	0,00	0,60	2,80
Agosto	0,08	42,60	60,20
Settembre	0,16	21,40	115,80
Ottobre	0,08	6,00	56,00
Novembre	0,18	9,40	128,60
Dicembre	0,18	4,40	132,40

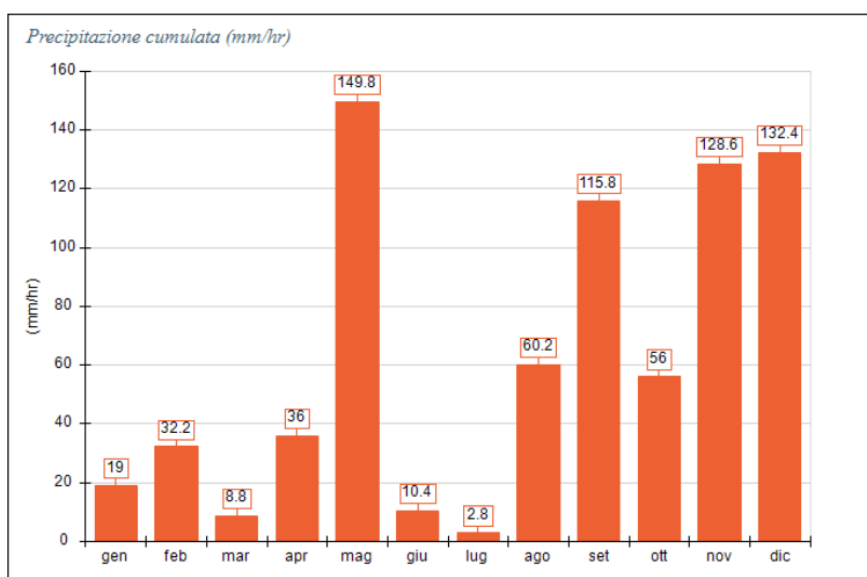


Figura 4-16: Dati di precipitazione misurati presso la stazione di Passo del Turchino

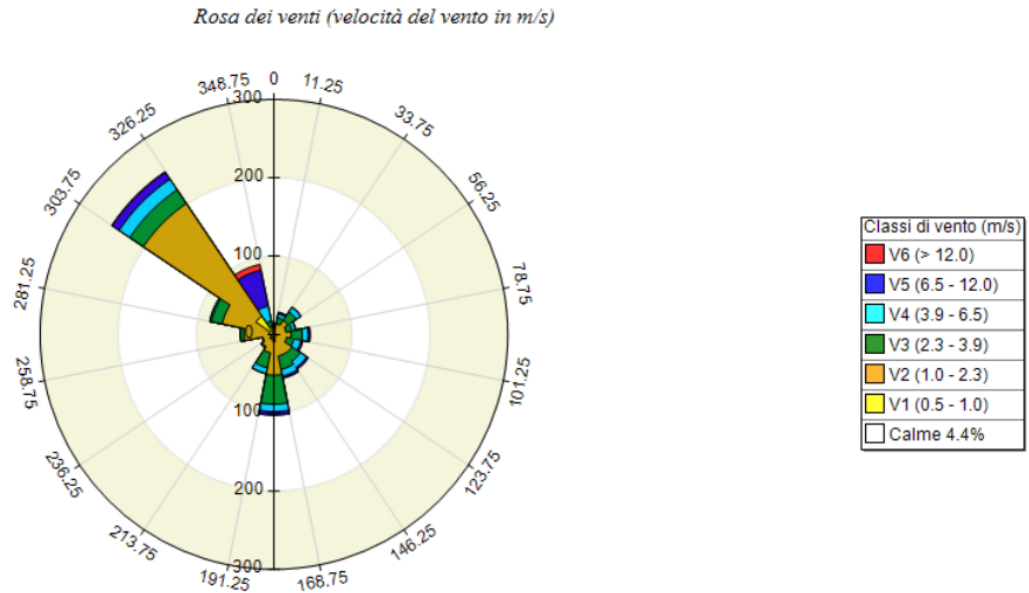


Figura 4-17: Rosa dei venti della stazione di superficie di Arenzano Porto

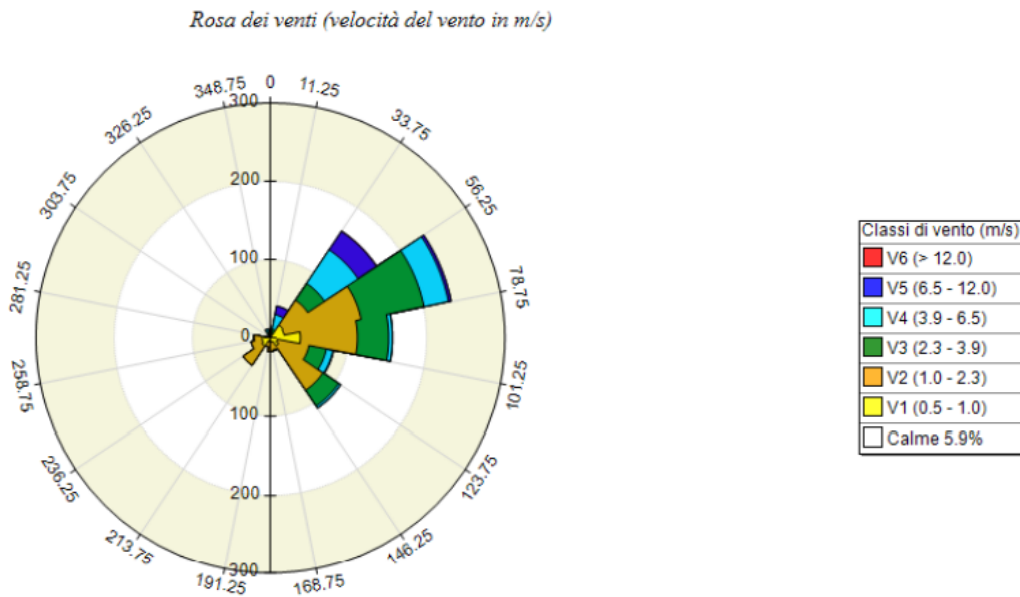


Figura 4-18: Rosa dei venti della stazione di superficie di Castellaccio

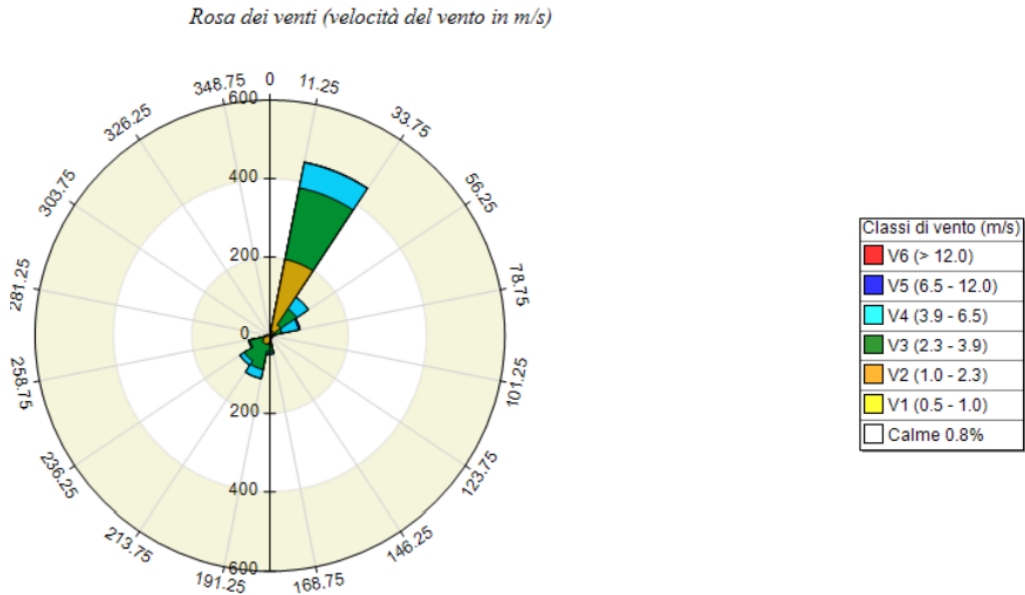


Figura 4-19: Rosa dei venti della stazione di superficie di Certosa

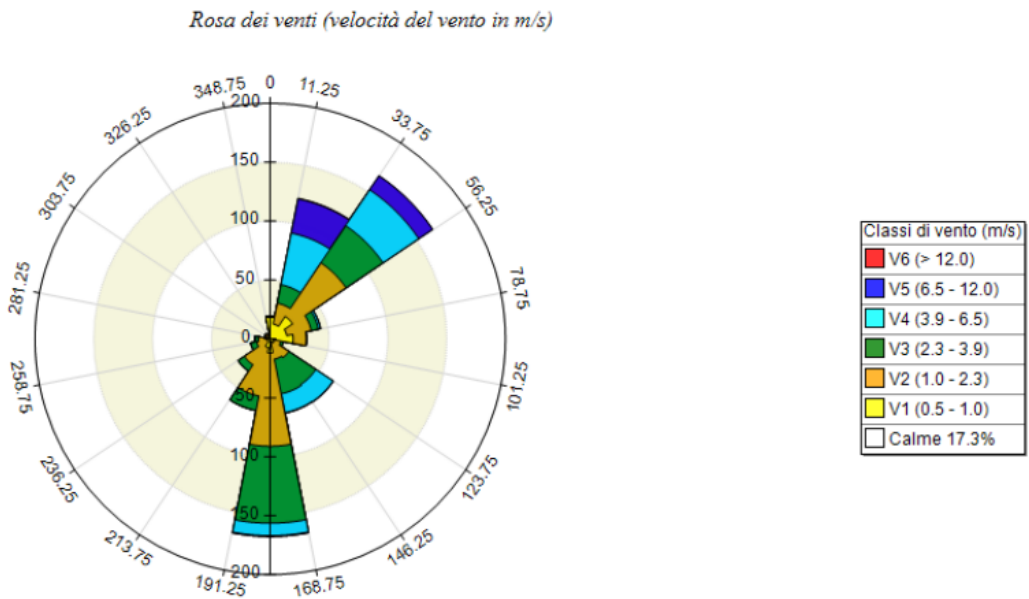


Figura 4-20: Rosa dei venti della stazione di superficie di Porto Antico



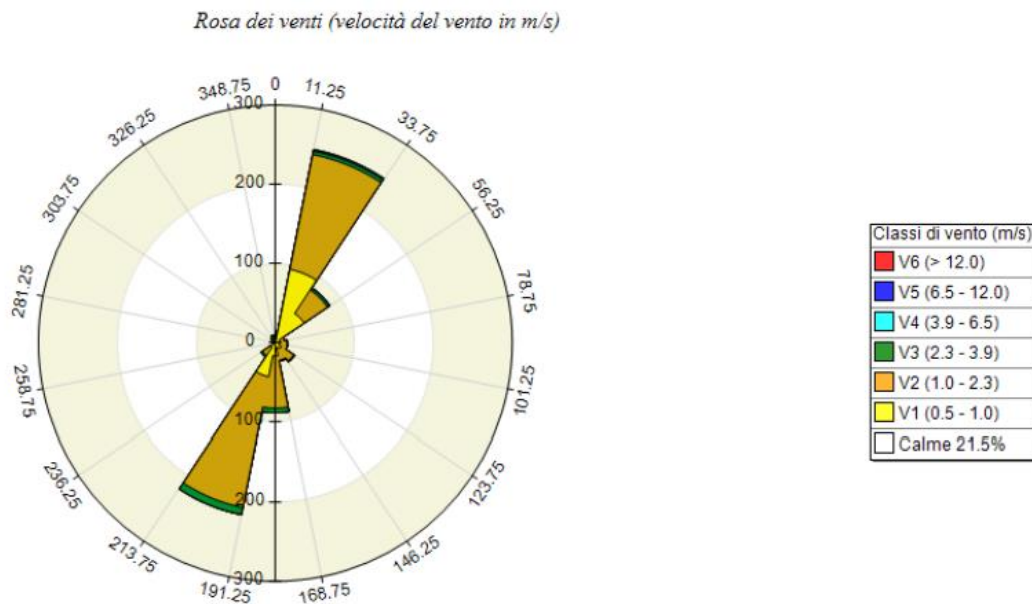


Figura 4-21: Rosa dei venti della stazione di superficie di San Ilario

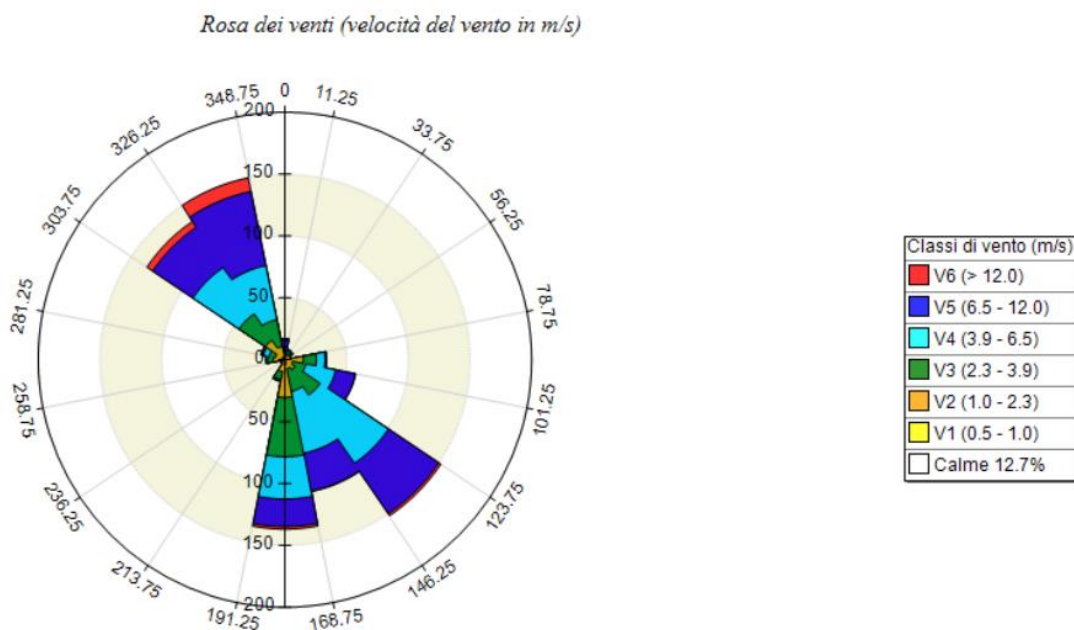


Figura 4-22: Rosa dei venti della stazione di superficie di Monte Pennello

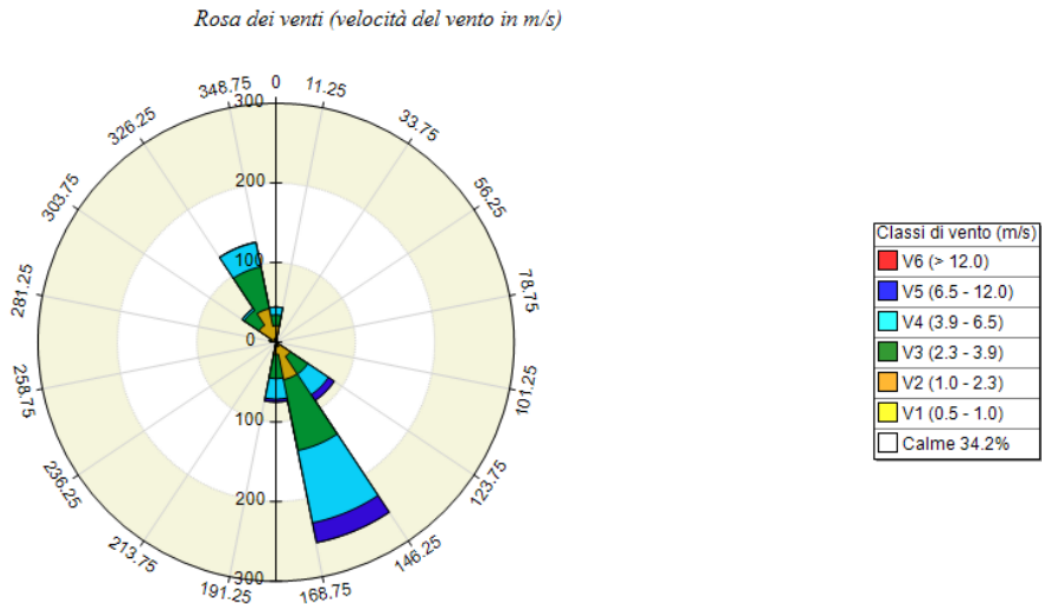


Figura 4-23: Rosa dei venti della stazione di superficie di Passo del Turchino

I dati di temperatura e precipitazione della stazione “Arenzano Porto” e di “Genova - Porto Antico”, i dati di temperatura della stazione “Genova – Certosa” e i dati della direzione e velocità del vento della stazione “Genova – Centro funzionale” non sono disponibili.

Di seguito si riportano nella **Figura 4-24** e nella **Figura 4-25** i dati di precipitazione e di temperatura e la rosa dei venti dell’area di progetto ricostruiti attraverso il preprocessore CALMET combinando i dati misurati presso le stazioni limitrofe precedentemente descritte. Inoltre, in **Figura 4-27** è mostrata la distribuzione percentuale delle classi di velocità del vento.

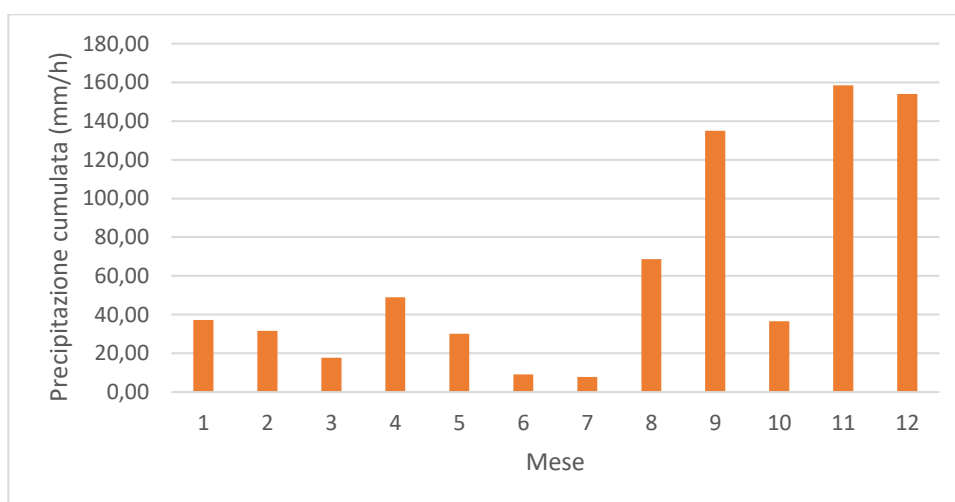


Figura 4-24: Andamento delle precipitazioni dell'anno 2022 ricostruita presso l'area di progetto tramite preprocessore CALMET

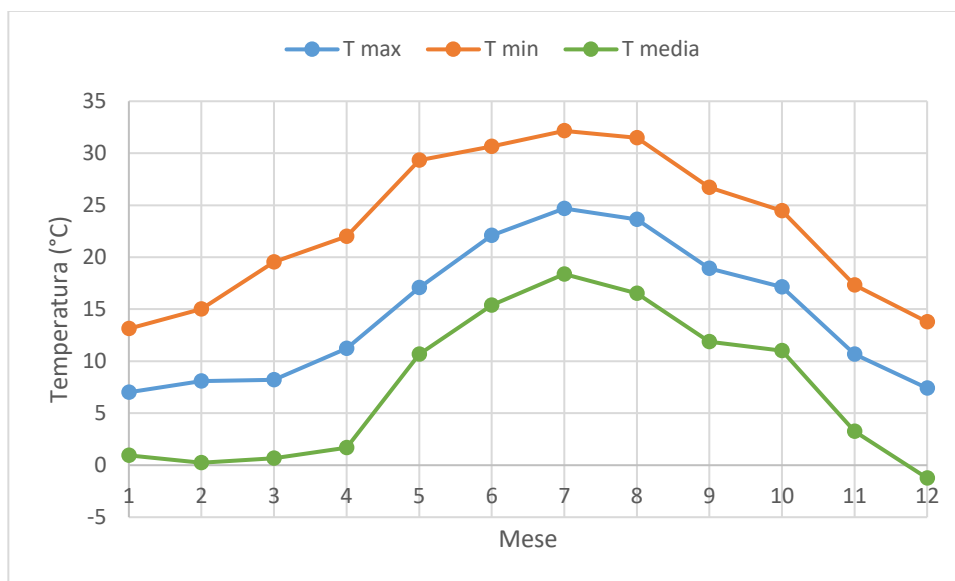


Figura 4-25: Andamento della temperatura dell'anno 2022 ricostruita presso l'area di progetto tramite preprocessore CALMET

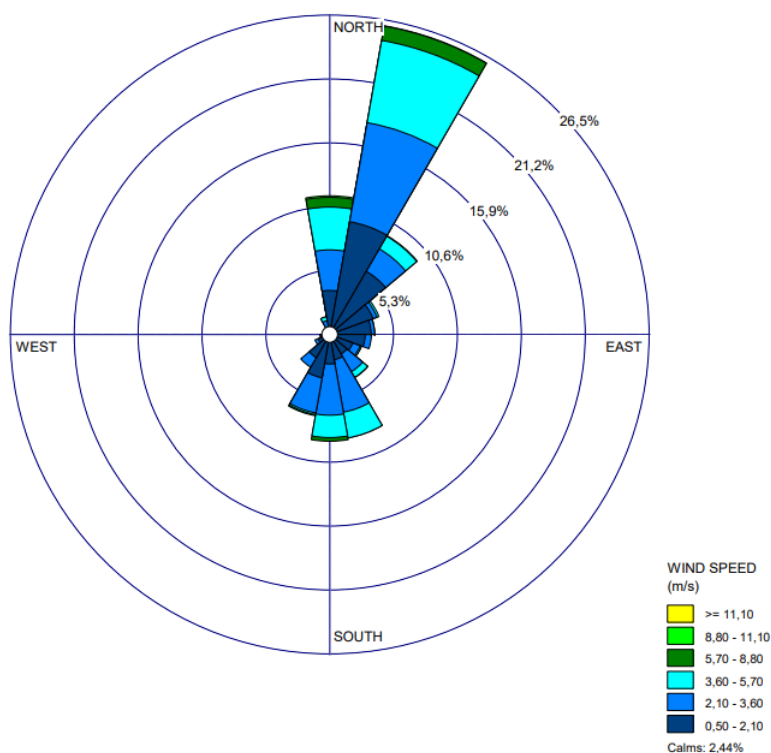


Figura 4-26: Rosa dei venti dell'anno 2022 ricostruita presso l'area di progetto tramite preprocessore CALMET

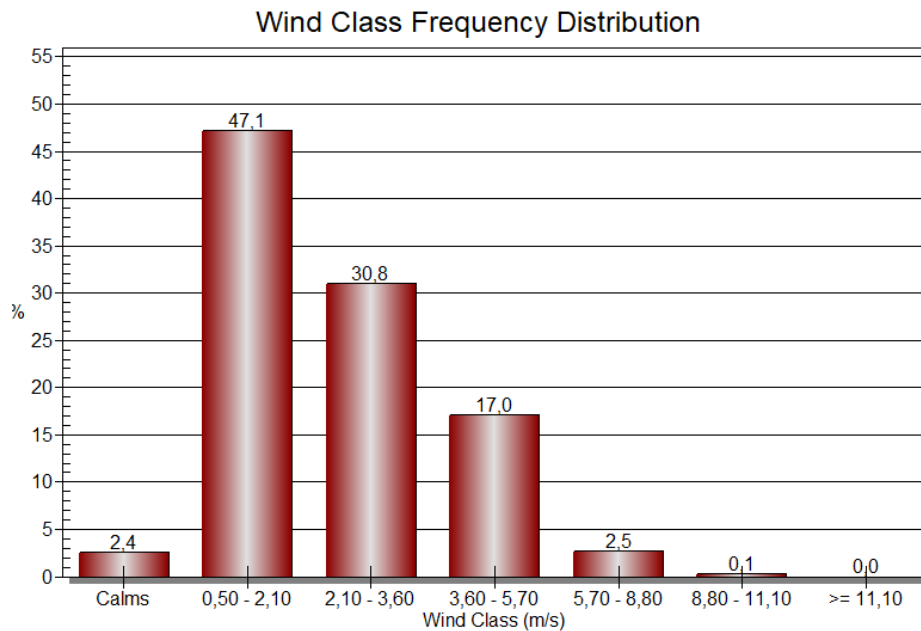


Figura 4-27: Distribuzione percentuali delle velocità dei venti dell'anno 2022 ricostruita presso l'area di progetto tramite preprocessore CALMET

Da tale ricostruzione è possibile osservare che i venti hanno provenienza prevalente da N-ENE con intensità raramente superiore a 11,10 m/s. Infatti, nella **Figura 4-27** si osserva che la classe di velocità compresa tra 0,50 m/s e 2,10 m/s è la più frequente, pari al 47,1%, seguita dalla classe di velocità compresa tra 2,10 m/s e 3,60 m/s con frequenza pari al 30,8%, dalla classe di velocità compresa tra 3,60 m/s e 5,70 m/s con frequenza pari all'17,0%, dalla classe di velocità compresa tra 5,70 m/s e 8,80 m/s con frequenza pari al 2,5% e dalla classe di velocità compresa tra 8,80 m/s e 11,10 m/s con frequenza pari allo 0,1%. I valori di velocità del vento si riferiscono ad una quota di 10 metri dal p.c.

## 4.5 Orografia e uso del suolo

L'area oggetto della valutazione di impatto viene suddivisa in celle mediante un grigliato. A ciascuna cella della griglia di calcolo viene assegnata la quota sul livello del mare derivata dal DTM (Digital Terrain Model) della NASA che presenta una risoluzione spaziale di 30 m. I dati provengono dal database ottenuto tramite il progetto americano Shuttle Radar Topography Mission (SRTM 1 (Global~30m) version 3). La **Figura 4-28** mostra una rappresentazione tridimensionale del profilo orografico all'interno del dominio di calcolo considerato per la ricostruzione meteorologica di dettaglio e per le simulazioni di dispersione.

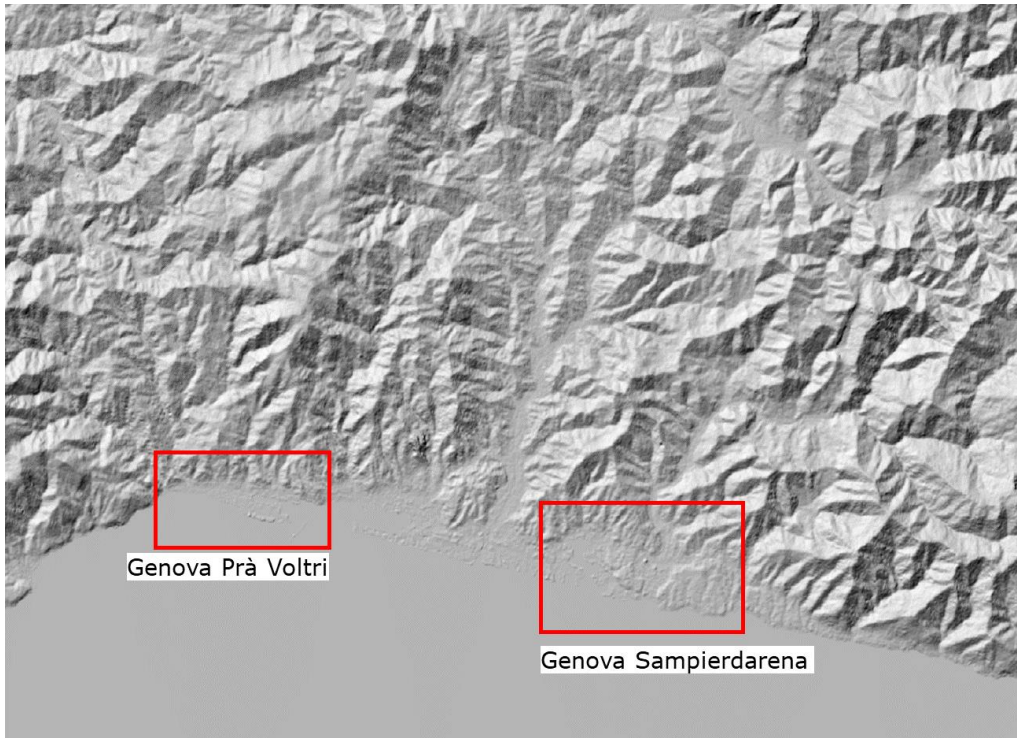


Figura 4-28: Rappresentazione tridimensionale del profilo orografico all'interno del dominio di calcolo

I dati sull'uso del suolo vengono scaricati dalla banca dati del sistema Corine Land Cover (CLC), un progetto nato a livello europeo specificamente per il rilevamento e il monitoraggio delle caratteristiche di copertura e uso del territorio. In particolare, per il presente progetto vengono utilizzati i dati relativi all'ultimo aggiornamento del 2018 (CLC 2018), rappresentati in **Figura 4-29**.

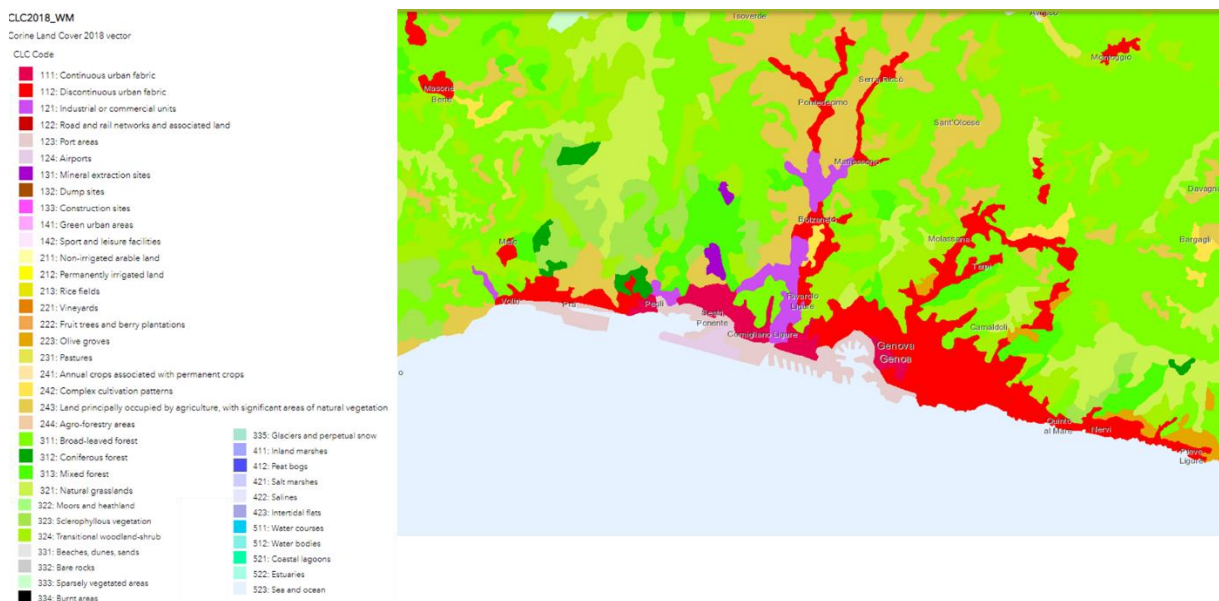


Figura 4-29: Mappa dell'uso del suolo (Corine Land Cover 2018)



## 4.6 Stima delle emissioni

Sono state stimate le emissioni dei seguenti inquinanti:

- Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>);
- Particolato atmosferico PM<sub>10</sub>;
- Particolato atmosferico PM<sub>2.5</sub>;
- Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)
- Monossido di carbonio (CO);
- Benzene;

Lo scenario emissivo si riferisce alle attività previste per l'anno 2025, ovvero l'anno caratterizzato dal maggior numero di attività di cantiere e pertanto considerato lo scenario più critico dal punto di vista emissivo (*worst case*). Di seguito si descrivono in dettaglio le operazioni considerate nello studio modellistico, riportando, in particolare, l'attività e il numero di mezzi impiegati.

### 4.6.1 Descrizione dello scenario emissivo (*worst case scenario*)

Nell'anno 2025, considerato il periodo peggiore "*worst case scenario*" da un punto di vista emissivo, sono incluse le operazioni di cantiere che vengono svolte durante la Fase A, ovvero la fase in cui è prevista la realizzazione di 4'160 m della nuova diga su un totale di 5'900 m di sviluppo longitudinale.

Le attività, nel seguito descritte, interessano in particolare due aree: l'area di cantiere di Genova Prà Voltri (Area B) e l'area di mare circostante la diga esistente e la diga di nuova costruzione (Area A), raffigurate in **Figura 4-30**.



Figura 4-30: Raffigurazione delle aree di attività Area A e Area B

Attività eseguite presso l'area di cantiere di Genova Prà Voltri (Area B):

*Produzione di calcestruzzo per la realizzazione di cassoni cellulari*

Presso il sito di Prà Voltri sarà in funzione da gennaio a settembre 2025 un impianto di betonaggio per la produzione di 915'949 m<sup>3</sup> di calcestruzzo per i cassoni cellulari destinati alla realizzazione della nuova diga e saranno operative 4 autopompe per la fornitura di calcestruzzo.

*Frantumazione dei materiali da demolizione della diga esistente*

Per tutto l'anno 2025 sarà in funzione un impianto di frantumazione che tratterà in totale 882'000 ton di materiale derivante dalla demolizione sia meccanica che per mezzo di esplosivi della diga esistente.

Attività eseguite presso l'area di mare circostante la diga esistente e la diga di nuova costruzione (Area A):

*Formazione/ movimentazione scanno di imbasamento*

Per tutti i mesi dell'anno 2025 nell'area circostante la diga per il trasporto via mare e la posa del materiale lapideo proveniente dalle cave saranno operative quattro motonavi, due motobette e due rimorchiatori che daranno assistenza alle motonavi. Inoltre, saranno presenti un pontone a servizio dell'attività di riprofilatura dello scanno e due pilotine che daranno assistenza al pontone e serviranno allo svolgimento dei rilievi batimetrici.

*Posa e trasporto dei cassoni cellulari*

Per tutto l'anno 2025 la posa e il trasporto dei cassoni cellulari sarà eseguita da un impianto e da tre rimorchiatori a servizio di esso.

*Realizzazione e posa della sovrastruttura in c.a.*

Nell'intero anno 2025 sarà presente un impianto di betonaggio installato su un pontone per la produzione di 214'888 m<sup>3</sup> di calcestruzzo e una pilotina per l'assistenza al pontone.

*Dragaggio bacino Sampierdarena e riempimento dei cassoni*

Per tutto l'anno 2025 per l'attività di dragaggio del bacino Sampierdarena sarà operativa una draga installata su un motopontone e sarà presente una pilotina a servizio della draga. Mentre per il trasporto dei sedimenti di dragaggio saranno impiegate due motobette e per il riempimento dei cassoni sarà operativa una draga a tramoggia.

*Formazione strati in materiale lapideo*

In tutto l'anno 2025 il trasporto e la posa del materiale lapideo saranno effettuati da una motonave e un rimorchiatore. Per la riprofilatura della scogliera sarà operativo un pontone assistito da una pilotina e per l'esecuzione dei rilievi batimetrici sarà messa a disposizione una seconda pilotina.

*Trasporto e posa dei massi guardiani*

Per tutto l'anno 2025 i massi guardiani saranno trasportati e posati tramite una motobetta con autogrù.

*By pass condotte sottomarine*

Per tutto l'anno 2025 le nuove tubazioni di by pass per la condotta dell'acquario di Genova e dello scarico di IRETI saranno posate tramite il supporto di un pontone e un rimorchiatore. Sarà presente, inoltre, una draga per il dragaggio del materiale e due pilotine di assistenza al pontone.

#### *Salpamento e posizionamento dei massi artificiali*

In tutti i mesi dell'anno 2025 saranno presenti una draga e due pontoni per il salpamento e il ricollocamento dei massi artificiali. A supporto dei mezzi e per il rilievo batimetrico saranno operative due pilotine.

#### *Demolizione diga esistente*

In area diga per tutto l'anno 2025 saranno demoliti meccanicamente e per mezzo di esplosivi 882'000 ton di materiale. A supporto delle attività meccaniche saranno impiegati tre escavatori per la demolizione con martello e raccolta del materiale, due autogrù per il sollevamento e il carico del materiale demolito, tre pale per il carico e l'accatastamento del materiale, un pontone per il grappaggio del materiale demolito e una pilotina che darà assistenza al pontone. Per la demolizione con esplosivi saranno invece impiegati tre perforatrici atte alla creazione dei fori in cui inserire le cariche esplosive, una draga installata su un pontone per la demolizione e il grappaggio del materiale, una pilotina ad assistere il pontone e una chiatta e una pilotina per il deposito del materiale demolito.

#### *Salpamento e posizionamento scanno di imbasamento*

Nell'intero anno 2025 avverrà il salpamento dello scanno di imbasamento della diga esistente e la ricollocazione del suddetto per la realizzazione dello scanno di imbasamento della nuova diga. I mezzi presenti saranno un escavatore per il grappaggio, una draga installata su un pontone per il salpamento e il trasporto, una pilotina per l'assistenza e due motobette per la ricollocazione.

#### *Salpamento e posizionamento dei massi naturali*

Per tutto l'anno 2025 saranno presenti una draga e due pontoni per il salpamento e il ricollocamento dei massi naturali. A supporto dei mezzi e per il rilievo batimetrico saranno operative due pilotine.

I mezzi a disposizione per l'esecuzione delle attività appena descritte sono in numero pari a 4 motonavi, 2 motobette, 3 pontoni con gru (per attività varie), 2 draghe, 2 rimorchiatori, 2 pilotine, 2 autogrù, 1 perforatrice, 3 pale e 3 escavatori. I mezzi, dunque, saranno impiegati per svolgere diverse attività nello stesso periodo. Pertanto, nella simulazione modellistica è stato considerato il numero reale dei mezzi a disposizione. I mezzi, inoltre, lavoreranno dalle ore 8 alle ore 20 e 5 giorni su 7.

### 4.6.2 Stima delle emissioni indotte dal traffico navale

Per la stima delle emissioni provenienti dalle attività di cantiere si fa riferimento alla metodologia per il traffico navale contenuta nell'Emission Inventory Guidebook (EMEP/EEA, 2019). Le linee guida riportano differenti approcci metodologici in funzione dei dati disponibili. La selezione del metodo di stima delle emissioni più appropriato segue lo schema rappresentato in **Figura 4-31**. Dallo schema si evince che se sono disponibili i dati dei movimenti delle navi stratificati per tipo di motore si può implementare il metodo Tier 3, se sono disponibili solo i dati relativi al tipo di motore si può utilizzare il metodo Tier 2 e se non sono disponibili i dati sui movimenti e sui motori si utilizza il metodo Tier 1 basato solo sul consumo di carburante.

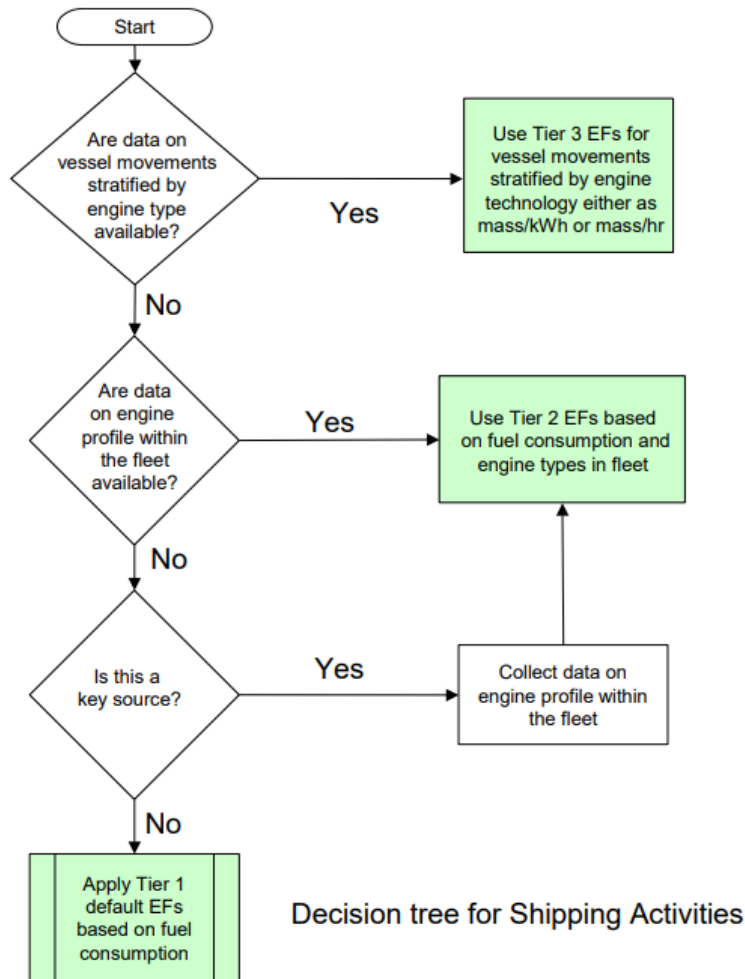


Figura 4-31: Albero decisionale per le emissioni delle attività di navigazione<sup>2</sup>

Le equazioni di calcolo delle emissioni per i livelli Tier 1, Tier 2 e Tier 3 sono riportate di seguito. Nell'approccio Tier 1 le emissioni sono calcolate mediante la seguente formula generale:

$$E_{ij} = \sum_m (FC_m \times EF_{i,m})$$

Dove:

$E_i$  = emissione dell'inquinante  $i$  (chilogrammi);

$FC_m$  = massa del tipo di carburante  $m$  venduto nel paese per la navigazione (tonnellate);

$EF_{i,m}$  = fattore di emissione specifico del consumo di combustibile dell'inquinante  $i$  e del tipo di combustibile  $m$  (kg/tonnellate);

<sup>2</sup> Agenzia europea dell'ambiente, EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019: technical guidance to prepare national emission inventories, Publications Office, 2019

m = tipo di combustibile (olio combustibile, diesel marino, gasolio marino, LNG, benzina).

Con questo approccio quindi si utilizzano fattori di emissione per ogni inquinante e per ogni tipo di combustibile utilizzato. I fattori di emissione in questo caso sono aggregati, indicativi di un viaggio medio e di un tipo medio di motore della nave.

Nell'approccio Tier 2 per la stima delle emissioni l'equazione è la seguente:

$$E_i = \sum_m \left( \sum_j FC_{m,j} \times EF_{i,m,j} \right)$$

Dove:

$E_i$  = emissione annuale (tonnellate);

$FC_{m,j}$  = massa del combustibile di tipo m utilizzato dalle navi con motore di tipo j (tonnellate);

$EF_{i,m,j}$  = fattore medio di emissione per l'inquinante i da parte di imbarcazioni con motore di tipo j che utilizzano il tipo di combustibile m;

i = inquinante;

j = tipo di motore (diesel a bassa, media e alta velocità, turbina a gas, e turbina a vapore per le grandi navi e diesel, benzina 2S e benzina 4S per le piccole navi);

m = tipo di combustibile (olio combustibile, diesel marino/gasolio marino (MDO/MGO), LNG, benzina).

Con l'approccio Tier 2 oltre al consumo di carburante se ne considera anche la tipologia associata al tipo di motore. Tale informazione, generalmente, non risulta essere disponibile per ogni singola nave. Pertanto, per applicare i fattori di emissione più dettagliati si può far riferimento alle statistiche nazionali e i fattori medi per tipo di carburante e attività della nave. I dati statistici nazionali sugli arrivi in porto per l'UE sono raccolti e forniti a Eurostat da tutti gli Stati membri in base alla direttiva sulle statistiche marittime (direttiva 96/64/CE del Consiglio).

Per stimare le emissioni si seguono i seguenti passaggi:

- raccolta dei dati statistici nazionali sugli arrivi nei porti per tipo di imbarcazione;
- calcolo della potenza totale installata per tipo di imbarcazione;
- suddivisione della potenza totale installata per ogni tipo di imbarcazione per classe di velocità/carburante del motore;
- calcolo della potenza totale installata per velocità del motore/classe di carburante come somma dei dati ottenuti al punto precedente;
- calcolo del consumo di combustibile, ipotizzando che questo sia proporzionale alla potenza totale installata;
- stima delle emissioni tramite i fattori di emissione.

La metodologia Tier 3 si basa sulle informazioni relative ai movimenti delle singole navi ed è quindi consigliata quando sono disponibili dati dettagliati sui movimenti delle navi e informazioni tecniche come le dimensioni e la tecnologia dei motori, la potenza installata, l'uso di carburante e le ore di attività.



Le caratteristiche descritte nelle schede tecniche dei mezzi navali, in cui sono riportate le caratteristiche relative alla tipologia di motore, hanno consentito di adottare sia l'approccio Tier 1 per le emissioni di SO<sub>2</sub> e l'approccio Tier 2 per gli altri inquinanti.

#### 4.6.3 Stima delle emissioni indotte dai mezzi pesanti e dai mezzi d'opera

Le emissioni derivanti dai mezzi pesanti, che circoleranno sulla viabilità principale, e dai mezzi d'opera che lavoreranno nell'area di cantiere Prà Voltri e nell'area della diga esistente e di nuova costruzione, sono state stimate utilizzando la metodologia ufficiale per il traffico stradale e per le fonti mobili non stradali e dei macchinari contenuta nell'Emission Inventory Guidebook (EMEP/EEA, 2019). Anche in questo caso le linee guida riportano differenti approcci metodologici in funzione dei dati disponibili.

##### *Sorgenti puntuali*

Per la stima dei fattori di emissione delle macchine e dei mezzi d'opera impiegati si è preso a riferimento il documento Atmospheric Emission Inventory Guidebook EEA - Non-road mobile sources and machinery all'interno del quale è possibile individuare dati relativi ai seguenti macchinari principali (Other Mobile Sources and Machinery – Industry – SNAP 0808):

- Escavatori (a ruote/cingolati) (SNAP 080805): gli escavatori sono utilizzati principalmente per lavori di movimento terra e di carico. Rientrano in questa categoria i modelli idraulici e a fune. Alcuni sono dotati di strumenti speciali come bracci a forca, bracci telescopici, costipatori, ecc. Gli escavatori possono essere suddivisi in tre classi. Quelli piccoli, utilizzati per lavori di scavo per l'inserimento di tubi o cavi nel terreno, hanno una potenza di circa 10-40 kW. Sono dotati di motori diesel da due a quattro cilindri e rientrano nella sottocategoria "escavatori". Gli escavatori idraulici e a benna trascinata di medie dimensioni, utilizzati per lavori generali di movimento terra, hanno una potenza di circa 50-500 kW. I motori hanno da 4 a 12 cilindri. Molti motori sono dotati di turbocompressore. I grandi escavatori e i trattori cingolati utilizzati per i lavori pesanti di movimento terra e per l'estrazione di materie prime partono da una potenza superiore a 500 kW. La potenza può arrivare a diverse migliaia di kW, con 8-16 cilindri. Tutti i motori sono dotati di turbocompressore.
- Betoniere (SNAP 080806): le betoniere di piccole dimensioni funzionano con energia elettrica o con motori a benzina a quattro tempi con potenza da 1 a 7,5 kW circa. Le betoniere più grandi funzionano con motori diesel di potenza compresa tra 5 e 40 kW.
- Gru (SNAP 080807): le gru (ad esempio, gru mobili cingolate, gru portanti, gru a torre) hanno una potenza compresa tra 100 e 250 kW. I modelli con un design speciale possono avere una potenza significativamente superiore. La maggior parte delle gru a torre è oggi alimentata da gruppi elettrogeni dedicati (vedi sotto). Questi generatori sono motori a velocità costante, piuttosto che un motore a velocità variabile incorporato nella gru.
- Pale (SNAP 080812): sono piccole pale gommate, alcune con sterzo indipendente. Funzionano con motori diesel con potenza compresa tra 15 e 60 kW.

Le equazioni di calcolo delle emissioni per i livelli Tier 1, Tier 2 e Tier 3 sono riportate di seguito.

Nell'approccio Tier 1 le emissioni sono stimate utilizzando il combustibile totale consumato secondo la seguente equazione:

$$E_{inquinante} = \sum_{tipo\ di\ combustibile} (FC_{tipo\ di\ combustibile} \times EF_{inquinante, tipo\ di\ combustibile})$$

Dove:

$E_{inquinante}$  = emissione dell'inquinante specificato;

$FC_{tipo\ di\ combustibile}$  = consumo di combustibile per ciascun combustibile (diesel, GPL, benzina a quattro tempi e benzina a due tempi);

$EF_{inquinante, tipo\ di\ combustibile}$  = fattore di emissione per inquinante per ogni tipo di combustibile.

I fattori di emissione sono forniti per ogni tipo di combustibile e per ogni categoria di fonte.

L'approccio Tier 2 tiene in considerazione il tipo di combustibile e il livello di tecnologia del motore. I livelli tecnologici dei motori sono stratificati in base alle fasi della legislazione UE sulle emissioni e vengono aggiunti altri tre livelli per coprire le emissioni dei motori precedenti alle prime fasi della legislazione UE.

L'algoritmo per il calcolo delle emissioni utilizzando la metodologia Tier 2 è:

$$E_i = \sum_j \sum_t (FC_{j,t} \times EF_{i,j,t})$$

dove:

$E_i$  = massa delle emissioni dell'inquinante  $i$ ;

$FC_{j,t}$  = consumo di combustibile di tipo  $j$  per la categoria di apparecchiature  $c$  e per il tipo di tecnologia  $t$ ;

$EF_{i,j}$  = fattore di emissione medio dell'inquinante  $i$  per il tipo di combustibile  $j$  per la categoria di apparecchiature  $c$  e per il tipo di tecnologia  $t$ ;

$i$  = tipo di inquinante;

$j$  = tipo di carburante (diesel, benzina a quattro tempi, GPL e benzina a due tempi);

$t$  = tecnologia delle apparecchiature fuoristrada: < 1981, 1981-1990, 1991 – Stage I, Stage I, Stage II, Stage IIIA, Stage IIIB, Stage IV, Stage V).

Nel Tier 3 vengono presi in considerazione i dati operativi specifici e le dimensioni del motore. Invece di fornire gli EF in termini di emissioni per unità di carburante consumato, sono richieste le ore di funzionamento e gli EF sono presentati come emissioni per kW ora.

### Sorgenti lineari

Per la stima delle emissioni generate dai mezzi pesanti, intese come sorgenti lineari mobili, si è fatto riferimento al documento Atmospheric Emission Inventory Guidebook EEA - Road Transport.

Le equazioni di calcolo delle emissioni per i livelli Tier 1, Tier 2 e Tier 3 sono riportate di seguito.

Nell'approccio Tier 1 le emissioni sono stimate utilizzando il combustibile consumato secondo la seguente equazione:

$$E_i = \sum_j \left( \sum_m (FC_{j,m} \times EF_{i,j,m}) \right)$$

dove:

$E_i$  = emissione dell'inquinante  $i$  [g];

$FC_{j,m}$  = consumo di carburante della categoria di veicoli  $j$  con carburante  $m$  [kg];

$EF_{i,j,m}$  = fattore di emissione dell'inquinante  $i$  specifico al consumo di carburante per la categoria di veicoli  $j$  e il carburante  $m$  [g/kg].

Nell'approccio Tier 2 il fattore di emissione specifico dipende dal carburante utilizzato e dalle diverse categorie e tecnologie dei veicoli. L'algoritmo utilizzato per la stima delle emissioni è il seguente:

$$E_{i,j} = \sum_k (N_{j,k} \times M_{j,k} \times EF_{i,j,k})$$

dove:

$EF_{i,j,k}$  = fattore di emissione dell'inquinante  $i$  specifico della tecnologia per la categoria di veicoli  $j$  e la tecnologia  $k$  [g/veh-km];

$M_{j,k}$  = distanza media percorsa per veicolo di categoria  $j$  e tecnologia  $k$  [km/veh];

$N_{j,k}$  = numero di veicoli della categoria  $j$  e della tecnologia  $k$ .

Nel metodo Tier 3 le emissioni di gas di scarico sono calcolate utilizzando una combinazione di dati tecnici certi (ad esempio, fattori di emissione) e dati di attività (ad esempio, km totali del veicolo). Nello specifico, le emissioni totali di gas di scarico del trasporto stradale sono calcolate come la somma delle emissioni a caldo (quando il motore è alla sua normale temperatura di funzionamento) e delle emissioni durante il funzionamento termico transitorio del motore (dette emissioni "a freddo").

Le caratteristiche descritte nelle schede tecniche dei mezzi pesanti e dei macchinari, in cui sono riportate le caratteristiche relative alla tipologia di motore, hanno consentito di adottare sia l'approccio Tier 1 per le emissioni di  $SO_2$  e l'approccio Tier 2 per gli altri inquinanti.

Per quanto riguarda le emissioni delle sorgenti lineari, si considerano mezzi pesanti di circa 30-40 tonnellate diesel che serviranno al trasporto dei materiali di approvvigionamento e dei materiali di demolizione destinati a rifiuto in discarica.

Riguardo l'approvvigionamento di materiale per la produzione di calcestruzzo, la sabbia e la ghiaia saranno prelevate dalle cave interessate in provincia di Genova ovvero, la cava "Tre Fontane" situata a Montoggio (GE) e distante circa 15 km dall'area di cantiere Prà Voltri e la "Cava Tana dei Banditi" situata a Genova Pegli (GE) distante circa 25 km dall'area di cantiere Prà Voltri. Dalla Cava Tre Fontane si prevede l'approvvigionamento di circa 2'100'000 ton di materiale con un numero di mezzi coinvolti pari a 22 mezzi/giorno, mentre dalla cava dei Banditi 700'000 ton di materiale con un numero di mezzi coinvolti pari a 43 mezzi/giorno. L'acciaio e il cemento (circa 500'000 ton) saranno approvvigionati da siti individuati ad est al di fuori della provincia di Genova con un numero di mezzi impiegati pari a 15 mezzi/giorno.

Riguardo il trasporto in discarica dei materiali derivanti dalla demolizione della diga esistente, si considerano i percorsi, ricadenti nel dominio di calcolo, rispettivamente individuati per la discarica di Queirolo Claudio situata nel comune di Levanto (SP) e posta ad est dell'area di cantiere, e per la discarica di Rio Sgorreto situata nel comune di Imperia (IM) e posta ad ovest dell'area di cantiere.

I percorsi effettuati dai mezzi pesanti all'interno del dominio di calcolo sono raffigurati in **Figura 4-32**.



Figura 4-32: Percorsi dei mezzi pesanti considerati nel dominio di indagine

#### 4.6.4 Stima delle emissioni polverulente in aree di cantiere

Per la stima di tutte le attività di movimentazione e trasporto di materiale allo stato solido sciolto si adotta la metodologia AP42 (US EPA, 2010). Le emissioni diffuse di particolato atmosferico (intendendo come indice di rappresentatività il parametro  $PM_{10}$  e il parametro  $PM_{2.5}$ ) in fase di cantiere sono da riferire principalmente al transito di mezzi e alla movimentazione e stoccaggio di terre e inerti durante le fasi di scavo e realizzazione delle opere in progetto.

La stima di tali emissioni diffuse viene effettuata mediante individuazione e caratterizzazione delle sorgenti e quantificazione dei rispettivi flussi emissivi.

La quantificazione dei flussi emissivi è stata eseguita tramite elaborazione ed utilizzo di fattori di emissione riconosciuti a livello nazionale ed internazionale insieme ai dati di progetto. In particolare, nel caso in esame si è fatto riferimento alla procedura descritta dal manuale “AP-42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emissions Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources” e contenuta nel capitolo 11 “Mineral Products Industry” e nel capitolo 13 “Miscellaneous Sources”. Nello specifico, si è fatto riferimento ai seguenti sottocapitoli del documento EPA: AP-42 13.2.1 - Paved roads: transito dei mezzi nell’ambito dell’area di cantiere; AP-42 11.12 - Concrete batching: impianti di betonaggio; AP-42 11.19.2 - Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing: impianto di frantumazione.

La valutazione degli impatti legati al sollevamento di polveri è stata eseguita prendendo a riferimento le “Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti”, redatte da ARPAT e adottate dalla provincia di Firenze con Deliberazione della Giunta Provinciale di Firenze 3/11/2009, n. 2134.



Tali linee guida indicano metodi di stima delle emissioni di particolato di origine diffusa prodotte dalle attività di trattamento degli inerti e dei materiali polverulenti sulla base di dati e modelli dell'US-EPA (AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factor); una volta caratterizzate le operazioni e stimati i fattori di emissione, si è proceduto con il calcolo del rateo emissivo orario totale, allo specifico scopo di fornire criteri di valutazione sull'accettabilità delle emissioni derivanti da attività di gestione di materiali polverulenti.

#### 4.6.5 Stima delle emissioni di NO<sub>2</sub> e di Benzene

Il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) è un inquinante a prevalente componente secondaria, in quanto è il prodotto dell'ossidazione del monossido di azoto (NO) in atmosfera; solo in proporzione minore viene emesso direttamente in atmosfera. Per quanto riguarda la combustione, in particolare, il biossido di azoto si forma soprattutto in condizioni di alta disponibilità di ossigeno rispetto alla disponibilità di combustibile. In queste condizioni l'ossigeno disponibile, favorito dalle alte temperature, si lega alle molecole di azoto, abbondantemente presenti nell'aria, dando origine prima al monossido di azoto e, in seguito, al biossido di azoto.

Al fine di stimare le concentrazioni di NO<sub>2</sub> e confrontarle con i valori limite riportati nel D. Lgs. 155/2010 e s.m.i., è stata applicata la metodologia Tier 2 raccomandata dall'agenzia della protezione ambientale statunitense (US Environmental Protection Agency), come riportato nel memorandum che integra la Guideline on Air Quality Models (40 CFR Part 51, Appendix W, USEPA, USEPA). Il metodo Tier 2 (o Livello 2) stabilisce di utilizzare valori del rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> derivati empiricamente: il valore 0,75 come rapporto predefinito per la media annuale di NO<sub>2</sub> (Chu e Meyer, 1991) e 0,80 come rapporto predefinito per le medie orarie di NO<sub>2</sub> (Want, et al, 2011; Janssen, et al, 1991).

Con riferimento alle emissioni di benzene, queste sono state calcolate a partire dalla stima delle emissioni dei composti organici volatili non metanici (COVNM); la speciazione chimica di tali composti derivata sperimentalmente per le attività emissive considerate consente di attribuire la quota di benzene contenuta in tali emissioni. A causa della molteplicità di mezzi terrestri e navali con motori diversi, si è deciso di prendere cautelativamente il valore più alto del contributo percentuale di benzene alle emissioni totali di COVNM tra i valori disponibili in letteratura<sup>3</sup> per le emissioni dei mezzi navali, ovvero pari al 9%.

#### 4.6.6 Risultati della stima delle emissioni

Nella **Tabella 4-14** si riportano i ratei emissivi di tutti gli inquinanti presi in considerazione nello studio. I flussi emissivi sono stati calcolati attraverso le metodologie sopra descritte per le attività che vengono svolte nell'area di cantiere Prà Voltri (Area B) e nell'area comprendente la diga esistente e quella di nuova costruzione (Area A) nell'anno di riferimento per lo scenario emissivo considerato (*worst case*), ovvero l'anno 2025.

---

<sup>3</sup> <https://acp.copernicus.org/articles/18/9527/2018/>, <https://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00003800/3841-emissioni-benzene.pdf/>



Come descritto nel **Paragrafo 4.6.1**, tutte le attività di cantiere saranno svolte parallelamente per tutti i mesi dell'anno 2025, ad eccezione dell'attività di produzione di calcestruzzo per la realizzazione di cassoni cellulari che sarà svolta presso il sito di Prà Voltri (Area B) nel periodo gennaio – settembre 2025.

Tabella 4-14: Valori delle emissioni delle sorgenti emmissive individuate nell'area Prà Voltri e in nell'area Diga

Inquinante	Area A	Area B	Area B
	Gennaio – Dicembre 2025	Gennaio – Settembre 2025	Ottobre – Dicembre 2025
PM <sub>10</sub> (g/s)	0,38	0,09	0,02
PM <sub>2,5</sub> (g/s)	0,32	0,03	0,01
NO <sub>x</sub> (g/s)	5,13	0,31	0,12
NO <sub>2</sub> (g/s)	4,11	0,24	0,10
COVNM (g/s)	0,88	0,03	0,01
Benzene (g/s)	0,08	0,003	0,001
CO (g/s)	1,81	0,13	0,05
SO <sub>2</sub> (g/s)	0,61	0,00006	0,00002

## 4.7 Risultati delle simulazioni modellistiche

Nel seguito sono riportati i risultati dell'implementazione del modello matematico CALPUFF per ciascuno dei parametri oggetto di simulazione; nello specifico sono riportati i valori massimi delle concentrazioni stimate in aria ambiente in prossimità del suolo all'interno del dominio di calcolo considerato con riferimento al *worst case scenario* descritto precedentemente (rif. **Paragrafo 4.6.1**). In particolare, sono stati estrapolati i valori massimi di concentrazione riferiti sia all'intero dominio di calcolo che comprende tutti i recettori discreti (rif. **Paragrafo 4.3**), sia a un dominio in cui sono inclusi i recettori ubicati nelle aree di tipo abitativo, commerciale e industriale della città di Genova. I valori presentati di concentrazione sono da riferirsi all'impatto cumulativo in quanto alle concentrazioni incrementali previste dal modello come contributo delle attività di cantiere, è stato sommato il background (o concentrazioni di fondo) degli inquinanti rilevato dalle stazioni ARPAL.

In particolare, per le simulazioni short-term, ovvero quelle riferite alle concentrazioni mediate su 1/8/24 ore, e per le simulazioni long-term, ovvero quelle riferite alle concentrazioni medie annuali, le concentrazioni di fondo possono essere stimate considerando nel primo caso il doppio della media annuale e nel secondo caso considerando la media annuale a partire dai dati rilevati dalle centraline di fondo ARPAL. Nello specifico, i valori di concentrazione media annuale per NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub> e CO si riferiscono all'anno 2019, l'anno caratterizzato da concentrazioni massime rispetto agli altri anni analizzati 2019-2022, e sono relativi alla centralina urbana di fondo ARPAL "Genova - Firenze" mentre per il benzene è stata considerata la centralina urbana di traffico ARPAL "Genova - Europa" (rif. **Paragrafo 3.1**).

### Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

Nella **Tabella 4-15** si riportano i risultati massimi ottenuti dalle simulazioni modellistiche condotte per il Biossido di azoto.

Tabella 4-15: Risultati del modello CALPUFF per il Biossido di azoto

PARAMETRO	DOMINIO DI RIFERIMENTO	COORDINATE UTM 32N WGS84 (m)		CONCENTRAZIONE CUMULATIVA	CONCENTRAZIONE INCREMENTALE	VALORE DI RIFERIMENTO	PERIODO DI MEDIAZIONE
		X	Y	VALORE MASSIMO	VALORE MASSIMO		
				$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
NO <sub>2</sub>	dominio intero	492847	4916428	106	58	200*	99,8° percentile orario
	dominio abitativo, commerciale e industriale	492047	4917078	94	46		
	dominio intero	492847	4916428	31	7	40*	Media annuale
	dominio abitativo, commerciale e industriale	492147	4917078	30	6		

\* D. Lgs. 155/2010

I valori limite orario e annuale di NO<sub>2</sub>, considerando il background di concentrazione, non vengono superati nelle aree esterne ai cantieri. Infatti, il valore massimo della concentrazione oraria riferita all'intero dominio si attesta sul valore dell'ordine di 106  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  come 99,8° percentile media dei valori orari rispetto a un valore limite di 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e il valore massimo della concentrazione media annuale risulta pari a 31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  rispetto a un valore limite di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nelle aree di tipo abitativo-commerciale si osserva che le concentrazioni cumulative si riducono ulteriormente; il valore massimo della concentrazione oraria, infatti, risulta pari a 94  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e il valore massimo della concentrazione annuale è pari a 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pertanto, non si riscontrano particolari criticità in riferimento al potenziale impatto cumulativo derivato sommando il contributo di fondo relativo all'area in esame.

Nella seguente **Tabella 4-16** sono riportati i valori della concentrazione stimata presso i recettori di tipo abitativo e di tipo sensibile.

Tabella 4-16: Concentrazioni di NO<sub>2</sub> presso i recettori di tipo abitativo e sensibile

Recettore	99,8° percentile orario	Media annuale
	Concentrazione cumulativa NO <sub>2</sub>	Concentrazione cumulativa NO <sub>2</sub>
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Asilo nido Il Trenino A Vapore	92	30
Recettore abitativo 3	89	29
Recettore abitativo 4	77	27
Recettore abitativo 1	61	24
Campo sportivo	77	24
Recettore abitativo 2	68	24
Scuola primaria Mario Mazza	58	24
Scuola primaria Spinola	59	24
Istituto Comprensivo Castelletto	67	26
Istituto Comprensivo Maddalena Bertani	64	25
Scuola Primaria De Scalzi Polacco	60	24
Scuola primaria Gerolamo da Passano	54	24
Scuola Primaria Giosuè Borsi	51	24
Scuola Primaria Papa Giovanni XXIII	52	24
Scuola primaria Montesignano	49	24
Scuola Primaria Solari	52	24

Recettore	99,8° percentile orario	Media annuale
	Concentrazione cumulativa NO <sub>2</sub>	Concentrazione cumulativa NO <sub>2</sub>
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
Istituto Comprensivo Pegli	72	24
Istituto Comprensivo Pegli (2)	53	24
Istituto Statale Comprensivo Sestri Est	52	24
Istituto Comprensivo Borzoli	51	24
Istituto Comprensivo GE-Rivarolo	52	24
Istituto Comprensivo Sampierdarena	82	28
Istituto Comprensivo Foce	55	24
Istituto Comprensivo Statale San Fruttuoso	50	24
Istituto Comprensivo Sturla	50	24
Asilo nido Gli Elfi del Boschetto	52	24
Asilo nido La fabbrica dei sogni	79	27
Asilo Nido Arcobaleno	52	24
Asilo nido comunale La Casetta degli Orsacchiotti	52	24
Asilo Nido Mago Di Oz	59	24
Asilo nido Il Cucciolo	63	25
Asilo nido I Piccoli Sogni	58	24
Asilo nido C'era una volta	61	24
Ospedale Padre Antero Micone	51	24
Ospedale Villa Scassi	82	28
Ospedale Evangelico Internazionale	56	24
Ospedale San Martino	51	24
Ospedale San Martino (2)	50	24
Ospedale Galliera	72	26
<b>Valore limite</b>	<b>200*</b>	<b>40*</b>

Come già preannunciato, i risultati del *worst case scenario* mostrano che in tutti i punti non viene superato né il limite orario né il limite annuale e le concentrazioni stimate risultano ampiamente al di sotto dei limiti di legge. Si rimanda alla **Figura Fuori testo 01** e alla **Figura Fuori Testo 02** per le relative mappe di distribuzione delle concentrazioni stimate presso i recettori di tipo abitativo e sensibile.

#### Monossido di carbonio (CO)

Il limite di concentrazione per il Monossido di carbonio è riferito alla media massima giornaliera calcolata su 8 ore ed è pari a 10 mg/m<sup>3</sup> secondo il D. Lgs. 155/2010. Nella seguente **Tabella 4-17** è riportato il risultato ottenuto dal modello matematico.

Tabella 4-17: Risultati del modello CALPUFF per il Monossido di carbonio

PARAMETRO	DOMINIO DI RIFERIMENTO	COORDINATE UTM 32N WGS84 (m)		CONCENTRAZIONE CUMULATIVA	CONCENTRAZIONE INCREMENTALE	VALORE DI RIFERIMENTO	PERIODO DI MEDIAZIONE
		X	Y	VALORE MASSIMO	VALORE MASSIMO		
				µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>		
CO	dominio intero	483847	4919178	1185	25	10000*	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore
	dominio abitativo, commerciale e industriale	483847	4919178	1185	25		

\* D. Lgs. 155/2010

La concentrazione media giornaliera massima calcolata su 8 ore, considerando anche il valore di fondo, rispetta ampiamente il valore limite imposto dalla normativa nazionale pari a 10 mg/m<sup>3</sup>. Difatti, il valore della

concentrazione massima riferita all'intero dominio di calcolo si attesta su  $1185 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ovvero risulta essere pari a circa il 12% del valore limite.

Nella seguente **Tabella 4-18** sono riportati i valori della concentrazione stimata presso i recettori di tipo abitativo e di tipo sensibile.

Tabella 4-18: Concentrazioni di CO presso i recettori di tipo abitativo e sensibile

Recettore	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore
	Concentrazione cumulativa CO $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Asilo nido Il Trenino A Vapore	1174
Recettore abitativo 3	1172
Recettore abitativo 4	1169
Recettore abitativo 1	1176
Campo sportivo	1183
Recettore abitativo 2	1181
Scuola primaria Mario Mazza	1163
Scuola primaria Spinola	1163
Istituto Comprensivo Castelletto	1166
Istituto Comprensivo Maddalena Bertani	1164
Scuola Primaria De Scalzi Polacco	1163
Scuola primaria Gerolamo da Passano	1162
Scuola Primaria Giosuè Borsi	1161
Scuola Primaria Papa Giovanni XXIII	1161
Scuola primaria Montesignano	1161
Scuola Primaria Solari	1161
Istituto Comprensivo Pegli	1185
Istituto Comprensivo Pegli (2)	1166
Istituto Statale Comprensivo Sestri Est	1162
Istituto Comprensivo Borzoli	1161
Istituto Comprensivo GE-Rivarolo	1161
Istituto Comprensivo Sampierdarena	1170
Istituto Comprensivo Foce	1162
Istituto Comprensivo Statale San Fruttuoso	1161
Istituto Comprensivo Sturla	1161
Asilo nido Gli Elfi del Boschetto	1162
Asilo nido La fabbrica dei sogni	1169
Asilo Nido Arcobaleno	1161
Asilo nido comunale La Casetta degli Orsacchiotti	1161
Asilo Nido Mago Di Oz	1163
Asilo nido Il Cucciolo	1164
Asilo nido I Piccoli Sogni	1163
Asilo nido C'era una volta	1163
Ospedale Padre Antero Micone	1162
Ospedale Villa Scassi	1171
Ospedale Evangelico Internazionale	1162
Ospedale San Martino	1161
Ospedale San Martino (2)	1161
Ospedale Galliera	1168
<b>Valore limite</b>	<b>10000*</b>

Anche in questo caso, i risultati del *worst case* scenario mostrano che in tutti i punti non viene superato il limite giornaliero e le concentrazioni stimate risultano abbondantemente al di sotto dei limiti di legge. Si rimanda alla **Figura Fuori testo 06** per la relativa mappa di distribuzione delle concentrazioni stimate presso i recettori di tipo abitativo e sensibile.

### Particolato atmosferico $PM_{10}$ e $PM_{2,5}$

Nella seguente **Tabella 4-19** sono riportati i valori massimi stimati tramite le simulazioni modellistiche per il Particolato atmosferico  $PM_{10}$  e  $PM_{2,5}$ .

Tabella 4-19: Risultati del modello CALPUFF per il Particolato atmosferico  $PM_{10}$  e  $PM_{2,5}$

PARAMETRO	DOMINIO DI RIFERIMENTO	COORDINATE UTM 32N WGS84 (m)		CONCENTRAZIONE CUMULATIVA	CONCENTRAZIONE INCREMENTALE	VALORE DI RIFERIMENTO	PERIODO DI MEDIAZIONE
		X	Y	VALORE MASSIMO	VALORE MASSIMO		
				$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
$PM_{10}$	dominio intero	491847	4916678	34	0,9	50*	90,4° percentile della media giornaliera
	dominio abitativo, commerciale e industriale	483597	4919178	34	0,8		
	dominio intero	492147	4916678	17	0,5	40*	Media annuale
	dominio abitativo, commerciale e industriale	492147	4917078	17	0,5		
$PM_{2,5}$	dominio intero	492147	4916678	11	0,4	25*	Media annuale
	dominio abitativo, commerciale e industriale	492147	4917078	10	0,4		

\* D. Lgs. 155/2010

In riferimento al  $PM_{10}$  il valore massimo delle concentrazioni medie giornaliere e annuali stimate dal modello includendo anche il valore di background di concentrazione sono rispettivamente pari a  $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in riferimento al 90,4° percentile della media giornaliera e a  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  rispetto alla media annuale. Entrambi i valori risultano essere pienamente conformi al rispettivo valore normativo. Pertanto, anche in questo caso non si riscontrano particolari criticità in riferimento al potenziale impatto cumulativo derivato sommando il contributo di fondo relativo all'area in esame.

Allo stesso modo non si riscontrano alcune problematiche per il  $PM_{2,5}$ , in quanto il valore massimo delle concentrazioni medie annuali stimate dal modello inclusive del valore di fondo è pari a  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e dunque inferiore al limite normativo vigente pari a  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Nella seguente **Tabella 4-20** sono riportati i valori della concentrazione stimata presso i recettori di tipo abitativo e di tipo sensibile.

Tabella 4-20: Concentrazioni di  $PM_{10}$  e  $PM_{2,5}$  presso i recettori di tipo abitativo e sensibile

Recettore	90,4° percentile giornaliero	Media annuale	Media annuale
	Concentrazione cumulativa $PM_{10}$	Concentrazione cumulativa $PM_{10}$	Concentrazione cumulativa $PM_{2,5}$
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Asilo nido Il Trenino A Vapore	34	17	10
Recettore abitativo 3	34	17	10
Recettore abitativo 4	33	17	10



Recettore	90,4° percentile giornaliero	Media annuale	Media annuale
	Concentrazione cumulativa	Concentrazione cumulativa	Concentrazione cumulativa
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
Recettore abitativo 1	33	16	10
Campo sportivo	34	17	10
Recettore abitativo 2	33	17	10
Scuola primaria Mario Mazza	33	16	10
Scuola primaria Spinola	33	16	10
Istituto Comprensivo Castelletto	33	17	10
Istituto Comprensivo Maddalena Bertani	33	16	10
Scuola Primaria De Scalzi Polacco	33	16	10
Scuola primaria Gerolamo da Passano	33	16	10
Scuola Primaria Giosuè Borsi	33	16	10
Scuola Primaria Papa Giovanni XXIII	33	16	10
Scuola primaria Montesignano	33	16	10
Scuola Primaria Solari	33	16	10
Istituto Comprensivo Pegli	33	17	10
Istituto Comprensivo Pegli (2)	33	16	10
Istituto Statale Comprensivo Sestri Est	33	16	10
Istituto Comprensivo Borzoli	33	16	10
Istituto Comprensivo GE-Rivarolo	33	16	10
Istituto Comprensivo Sampierdarena	33	17	10
Istituto Comprensivo Foce	33	16	10
Istituto Comprensivo Statale San Fruttuoso	33	16	10
Istituto Comprensivo Sturla	33	16	10
Asilo nido Gli Elfi del Boschetto	33	16	10
Asilo nido La fabbrica dei sogni	33	17	10
Asilo Nido Arcobaleno	33	16	10
Asilo nido comunale La Casetta degli Orsacchiotti	33	16	10
Asilo Nido Mago Di Oz	33	16	10
Asilo nido Il Cucciolo	33	16	10
Asilo nido I Piccoli Sogni	33	16	10
Asilo nido C'era una volta	33	16	10
Ospedale Padre Antero Micone	33	16	10
Ospedale Villa Scassi	33	17	10
Ospedale Evangelico Internazionale	33	16	10
Ospedale San Martino	33	16	10
Ospedale San Martino (2)	33	16	10
Ospedale Galliera	33	17	10
<b>Valore limite</b>	<b>50*</b>	<b>40*</b>	<b>25*</b>

Come atteso, i risultati del worst case scenario mostrano che in tutti i punti non viene superato sia il limite giornaliero che il limite annuale sia per il PM<sub>10</sub> che per il PM<sub>2,5</sub> e le concentrazioni stimate risultano ampiamente al di sotto dei limiti di legge. Si rimanda alla **Figura Fuori testo 03**, alla **Figura Fuori testo 04** e alla **Figura Fuori Testo 05** per le relative mappe di distribuzione delle concentrazioni stimate presso i recettori di tipo abitativo e sensibile. Biossido di zolfo SO<sub>2</sub>

Nella seguente **Tabella 4-21** sono riportati i valori massimi stimati tramite le simulazioni modellistiche per il Biossido di zolfo.

Tabella 4-21: Risultati del modello CALPUFF per il Biossido di zolfo

PARAMETRO	DOMINIO DI RIFERIMENTO	COORDINATE UTM 32N WGS84 (m)		CONCENTRAZIONE CUMULATIVA	CONCENTRAZIONE INCREMENTALE	VALORE DI RIFERIMENTO	PERIODO DI MEDIAZIONE
		X	Y	VALORE MASSIMO	VALORE MASSIMO		
				$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
SO <sub>2</sub>	dominio intero	490947	4916778	20	5	350*	99,7° percentile della media oraria
	dominio abitativo, commerciale e industriale	492147	4917078	18	4		
	dominio intero	491347	4916678	16	2	125*	99,2° percentile della media giornaliera
	dominio abitativo, commerciale e industriale	492147	4917078	16	1		

\* D. Lgs. 155/2010

Il valore massimo delle concentrazioni medie orarie e medie giornaliere stimate dal modello nell'intero dominio di calcolo, includendo anche il valore di background di concentrazione, per l'SO<sub>2</sub> sono rispettivamente pari a 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in riferimento al 99,7° percentile della media oraria e pari a 16  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in riferimento al 99,2° percentile della media giornaliera.

Entrambi i valori rispettano ampiamente il valore limite imposto dalla normativa nazionale pari a 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nel caso del limite orario e pari a 125  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nel caso del limite giornaliero: infatti, tali valori risultano essere rispettivamente pari a circa il 6% e il 13% del limite vigente.

Nella seguente **Tabella 4-22** sono riportati i valori della concentrazione stimata presso i recettori di tipo abitativo e di tipo sensibile.

Tabella 4-22: Concentrazioni di SO<sub>2</sub> presso i recettori di tipo abitativo e sensibile

Recettore	99,7° percentile della media oraria	99,2° percentile della media giornaliera
	Concentrazione cumulativa SO <sub>2</sub>	Concentrazione cumulativa SO <sub>2</sub>
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Asilo nido Il Trenino A Vapore	18	16
Recettore abitativo 3	18	16
Recettore abitativo 4	17	15
Recettore abitativo 1	15	15
Campo sportivo	15	15
Recettore abitativo 2	15	14
Scuola primaria Mario Mazza	16	15
Scuola primaria Spinola	16	15
Istituto Comprensivo Castelletto	16	15
Istituto Comprensivo Maddalena Bertani	16	15
Scuola Primaria De Scalzi Polacco	16	15
Scuola primaria Gerolamo da Passano	15	15
Scuola Primaria Giosuè Borsi	15	14
Scuola Primaria Papa Giovanni XXIII	15	14
Scuola primaria Montesignano	15	14
Scuola Primaria Solari	15	15
Istituto Comprensivo Pegli	15	15
Istituto Comprensivo Pegli (2)	15	14
Istituto Statale Comprensivo Sestri Est	15	15

Recettore	99,7° percentile della media oraria	99,2° percentile della media giornaliera
	Concentrazione cumulativa SO <sub>2</sub>	Concentrazione cumulativa SO <sub>2</sub>
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
Istituto Comprensivo Borzoli	15	15
Istituto Comprensivo GE-Rivarolo	15	15
Istituto Comprensivo Sampierdarena	17	15
Istituto Comprensivo Foce	15	15
Istituto Comprensivo Statale San Fruttuoso	15	14
Istituto Comprensivo Sturla	15	14
Asilo nido Gli Elfi del Boschetto	15	15
Asilo nido La fabbrica dei sogni	17	15
Asilo Nido Arcobaleno	15	14
Asilo nido comunale La Casetta degli Orsacchiotti	15	15
Asilo Nido Mago Di Oz	16	15
Asilo nido Il Cucciolo	16	15
Asilo nido I Piccoli Sogni	16	15
Asilo nido C'era una volta	16	15
Ospedale Padre Antero Micone	15	14
Ospedale Villa Scassi	17	15
Ospedale Evangelico Internazionale	15	15
Ospedale San Martino	15	14
Ospedale San Martino (2)	15	14
Ospedale Galliera	16	15
<b>Valore limite</b>	<b>350*</b>	<b>125*</b>

I risultati del *worst case scenario* mostrano che in tutti i punti non viene superato né il limite orario né il limite giornaliero e le concentrazioni stimate risultano abbondantemente al di sotto dei limiti di legge. Si rimanda alla **Figura Fuori testo 07** e alla **Figura Fuori Testo 08** per le relative mappe di distribuzione delle concentrazioni stimate presso i recettori di tipo abitativo e sensibile.

### Benzene

Nella seguente **Tabella 4-23** si riporta il valore massimo di concentrazione stimato nel dominio, confrontandolo con il rispettivo limite normativo.

Tabella 4-23: Risultati del modello CALPUFF per il Benzene

PARAMETRO	DOMINIO DI RIFERIMENTO	COORDINATE UTM 32N WGS84 (m)		CONCENTRAZIONE CUMULATIVA	CONCENTRAZIONE INCREMENTALE	VALORE DI RIFERIMENTO	PERIODO DI MEDIAZIONE
		X	Y	VALORE MASSIMO	VALORE MASSIMO		
				µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>		
Benzene	dominio intero	492147	4916678	2,32	0,10	5*	Media annuale
	dominio abitativo, commerciale e industriale	492147	4917078	2,31	0,09		

\* D. Lgs. 155/2010

La concentrazione massima riferita alla media annuale stimata dal modello in tutto il dominio di calcolo inclusiva del valore di fondo per il benzene risulta pari a 2,32 µg/m<sup>3</sup>. Tale valore risulta essere quindi inferiore rispetto al valore limite normativo pari a 5 µg/m<sup>3</sup>.

Nella seguente **Tabella 4-24** sono riportati i valori della concentrazione stimata presso i recettori di tipo abitativo e di tipo sensibile.

Tabella 4-24: Concentrazioni di Benzene presso i recettori di tipo abitativo e sensibile

Recettore	Media annuale
	Concentrazione cumulativa Benzene $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Asilo nido Il Trenino A Vapore	2,31
Recettore abitativo 3	2,30
Recettore abitativo 4	2,27
Recettore abitativo 1	2,23
Campo sportivo	2,23
Recettore abitativo 2	2,23
Scuola primaria Mario Mazza	2,23
Scuola primaria Spinola	2,23
Istituto Comprensivo Castelletto	2,25
Istituto Comprensivo Maddalena Bertani	2,24
Scuola Primaria De Scalzi Polacco	2,23
Scuola primaria Gerolamo da Passano	2,22
Scuola Primaria Giosuè Borsi	2,22
Scuola Primaria Papa Giovanni XXIII	2,22
Scuola primaria Montesignano	2,22
Scuola Primaria Solari	2,22
Istituto Comprensivo Pegli	2,23
Istituto Comprensivo Pegli (2)	2,22
Istituto Statale Comprensivo Sestri Est	2,22
Istituto Comprensivo Borzoli	2,22
Istituto Comprensivo GE-Rivarolo	2,22
Istituto Comprensivo Sampierdarena	2,28
Istituto Comprensivo Foce	2,22
Istituto Comprensivo Statale San Fruttuoso	2,22
Istituto Comprensivo Sturla	2,22
Asilo nido Gli Elfi del Boschetto	2,22
Asilo nido La fabbrica dei sogni	2,27
Asilo Nido Arcobaleno	2,22
Asilo nido comunale La Casetta degli Orsacchiotti	2,22
Asilo Nido Mago Di Oz	2,23
Asilo nido Il Cucciolo	2,24
Asilo nido I Piccoli Sogni	2,23
Asilo nido C'era una volta	2,23
Ospedale Padre Antero Micone	2,22
Ospedale Villa Scassi	2,29
Ospedale Evangelico Internazionale	2,23
Ospedale San Martino	2,22
Ospedale San Martino (2)	2,22
Ospedale Galliera	2,26
<b>Valore limite</b>	<b>5*</b>

Come atteso, i risultati del *worst case scenario* mostrano che in tutti i punti non viene superato il limite annuale e le concentrazioni stimate risultano interamente al di sotto del limite di legge. Si rimanda alla **Figura Fuori testo 09** per la relativa mappa di distribuzione delle concentrazioni stimate presso i recettori di tipo abitativo e sensibile.

## 4.8 Conclusioni

I risultati delle simulazioni modellistiche, inclusive del contributo di fondo dell'area di indagine, hanno mostrato in generale che per tutti gli inquinanti NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, CO, SO<sub>2</sub> e Benzene non si riscontrano superamenti dei

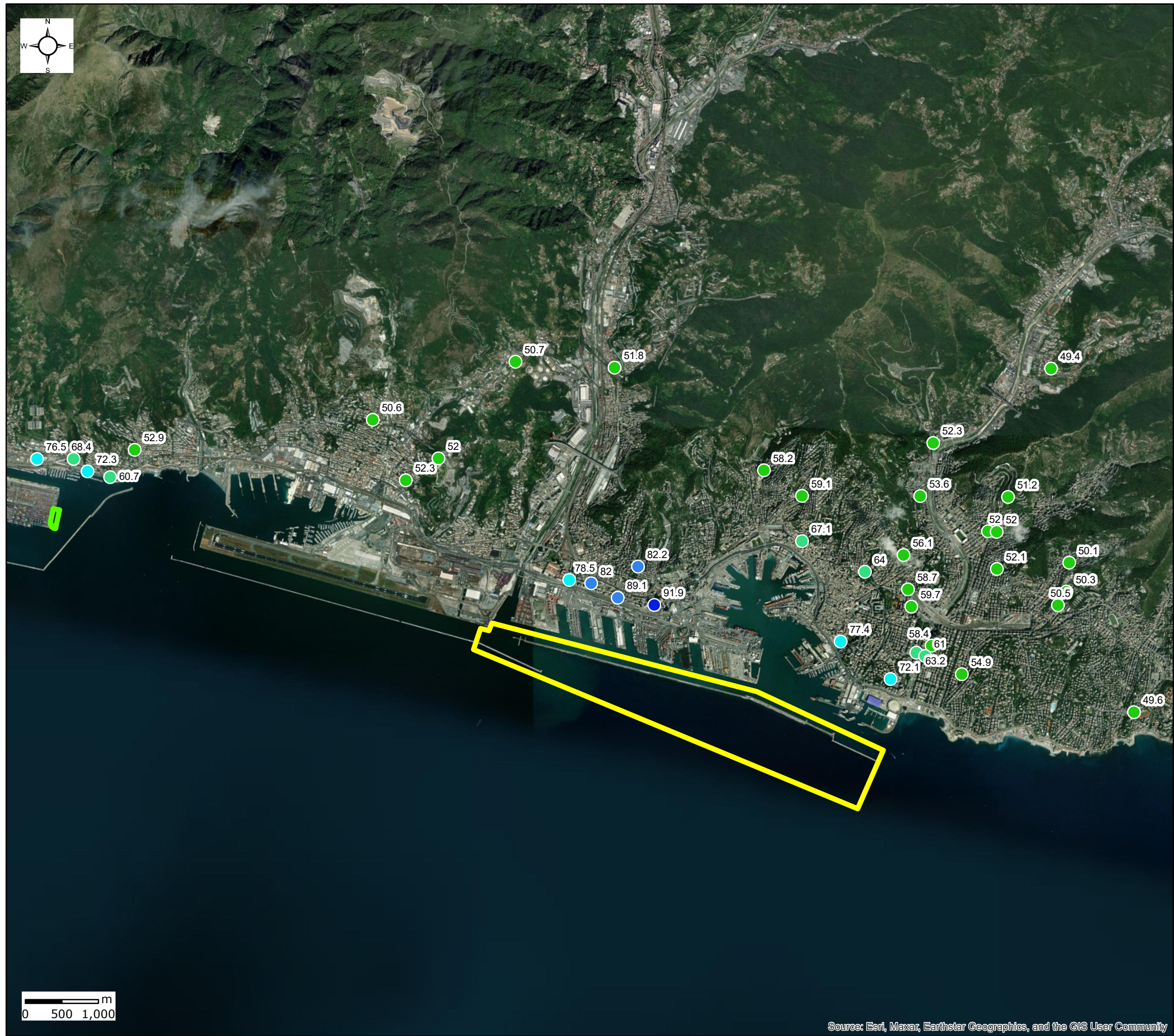
limiti per la protezione della salute umana della qualità dell'aria, in nessuno dei punti del dominio di calcolo considerato.

Specialmente per il Biossido d'azoto e il Particolato atmosferico PM<sub>10</sub>, gli inquinanti di maggiore interesse dal punto di vista della qualità dell'aria, i valori delle concentrazioni stimate per il *worst case scenario* risultano essere pienamente al di sotto del rispettivo limite e, in particolare, presso i recettori sensibili individuati nel Comune di Genova, tali concentrazioni risultano essere ampiamente conformi.

A fronte di queste considerazioni si ritiene pertanto che il potenziale impatto associato alla dispersione degli inquinanti in atmosfera del progetto in esame non comporti condizioni di particolare attenzione in termini di qualità dell'aria.

Infine, si evidenzia che la posizione delle centraline di monitoraggio QA è coerente con la distribuzione della concentrazione riportata nelle mappe di ricaduta, in allegato alla presente relazione.





**Legenda**

Classi di concentrazione:  
NO2 (µg/m³)

- 49.4 - 60.0
- 60.1 - 70.0
- 70.1 - 80.0
- 80.1 - 90.0
- 90.1 - 100.0

**Sorgenti**

- Area A
- Area B

**NOTA:**  
200 µg/m³ NO2: Valore limite orario per la protezione della salute umana da non superare più di 18 volte in un anno civile (D.Lgs. 155/2010)



PROGETTO ESECUTIVO

CIP: C3981800060006      CIG: 7690329440  
 Rif. PEDIZIA      P.3062

TITOLO PROGETTO  
 NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA  
 AMBITO BACINO SAMPIERDARENA

DISCIPLINA	DESCRIZIONE
AM	STUDI AMBIENTALI

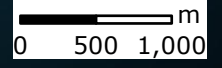
ELAB. N°	TITOLO ELABORATO	SCALA
G-0009_01	Relazione aggiornamento studi modellistici-Air2 Valutazione dell'impatto sulla Qualità dell'aria Figura fuori testo: 01 - 99,8° percentile delle concentrazioni orarie NO2	1:50'000

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VISTO	APPROVATO
00	3/20/2023	PRIMA EMISSIONE	C.Sironi	C.Metello	P.Pucillo

CODICE PROGETTO	CODICE ELABORATO	NOME FILE
P3062	E-AM-G-0009_01	P3062-E-AM-G-0009_01.doc

CONSORZIO IMPRESE		PROGETTAZIONE	COORD. PROGETTUALE E SUPP. TECNICO-GESTIONALE
webuild (Mandatario)	FINCANTIERI OPERE MARITTIME (Mandatario)	RAMBOLL (Mandatario)	xxxxxx
FINCOSIT (Mandatario)	SIDRA (Mandatario)	F&M Ingegneria (Mandatario)	

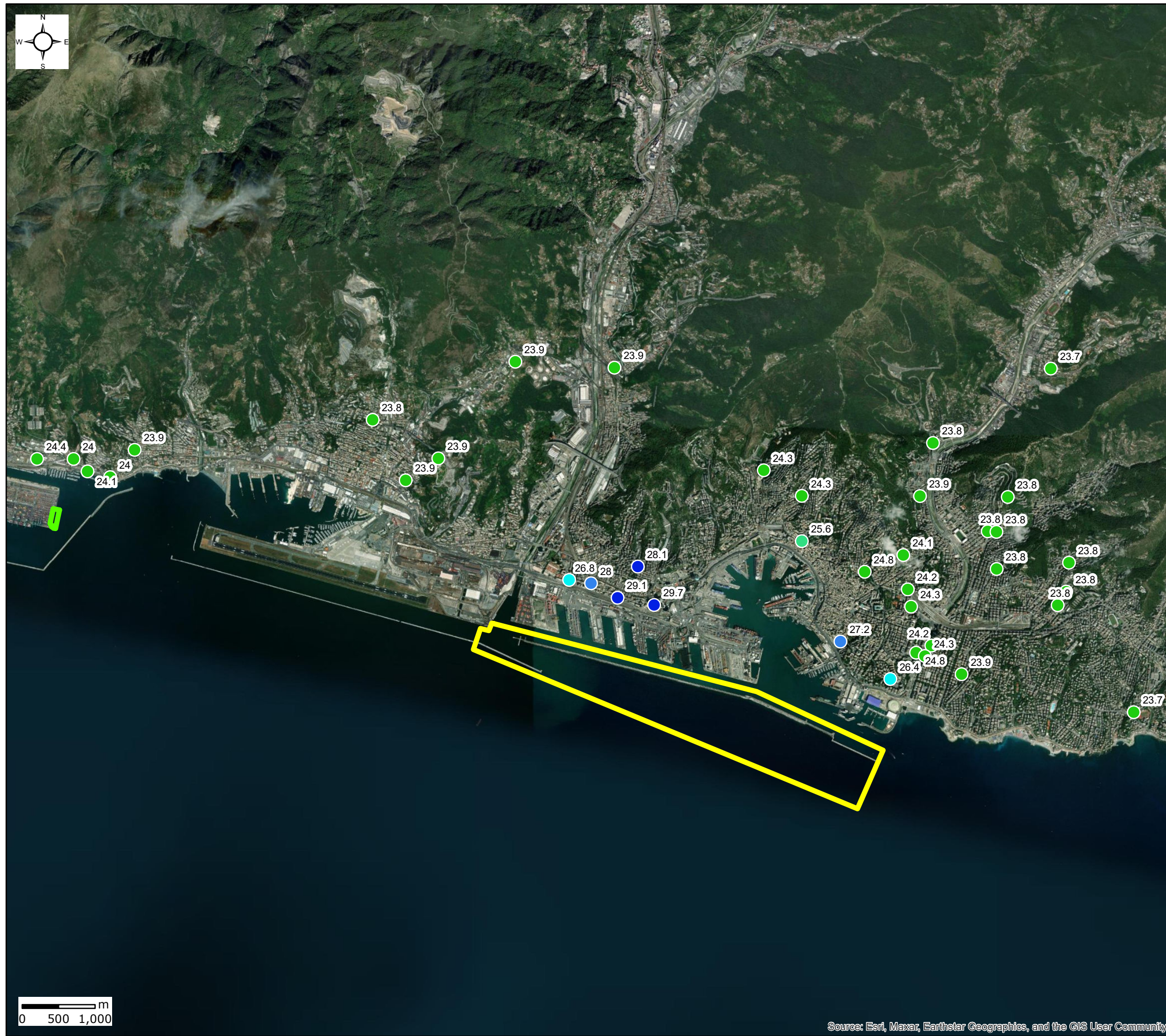
D.E.C.	VERIFICATORE	PMC	VALIDATO R.U.P.
Ing. Alessandra Mariotti	ITS Controlli Tecnici SpA	RNA Consulting S.p.A.	Ing. Marco Vaccari



Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 32N





**Legenda**

Classi di concentrazione:  
NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

- 23.7 - 25.0
- 25.1 - 26.0
- 26.1 - 27.0
- 27.1 - 28.0
- 28.1 - 30.0

**Sorgenti**

- Area A
- Area B

**NOTA:**

40 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub>: Valore limite annuale per la protezione della salute umana (D.Lgs. 155/2010)



PROGETTO ESECUTIVO

CIP: C3981800060006      CIG: 7690329440  
 Rif. PEDIZIA      P.3062

TITOLO PROGETTO  
 NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA  
 AMBITO BACINO SAMPIERDARENA

DISCIPLINA	DESCRIZIONE
AM	STUDI AMBIENTALI

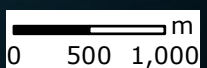
ELAB. N°	TITOLO ELABORATO	SCALA
G-0009_01	Relazione aggiornamento studi modellistici-Air2 Valutazione dell'impatto sulla Qualità dell'aria Figura fuori testo: 02 - Concentrazioni medie annuali NO <sub>2</sub>	1:50'000

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDAITTO	VISTO	APPROVATO
00	3/20/2023	PRIMA EMISSIONE	C.Sironi	C.Metello	P.Pucillo

CODICE PROGETTO	CODICE ELABORATO	NOME FILE
P3062	E-AM-G-0009_01	P3062-E-AM-G-0009_01.doc

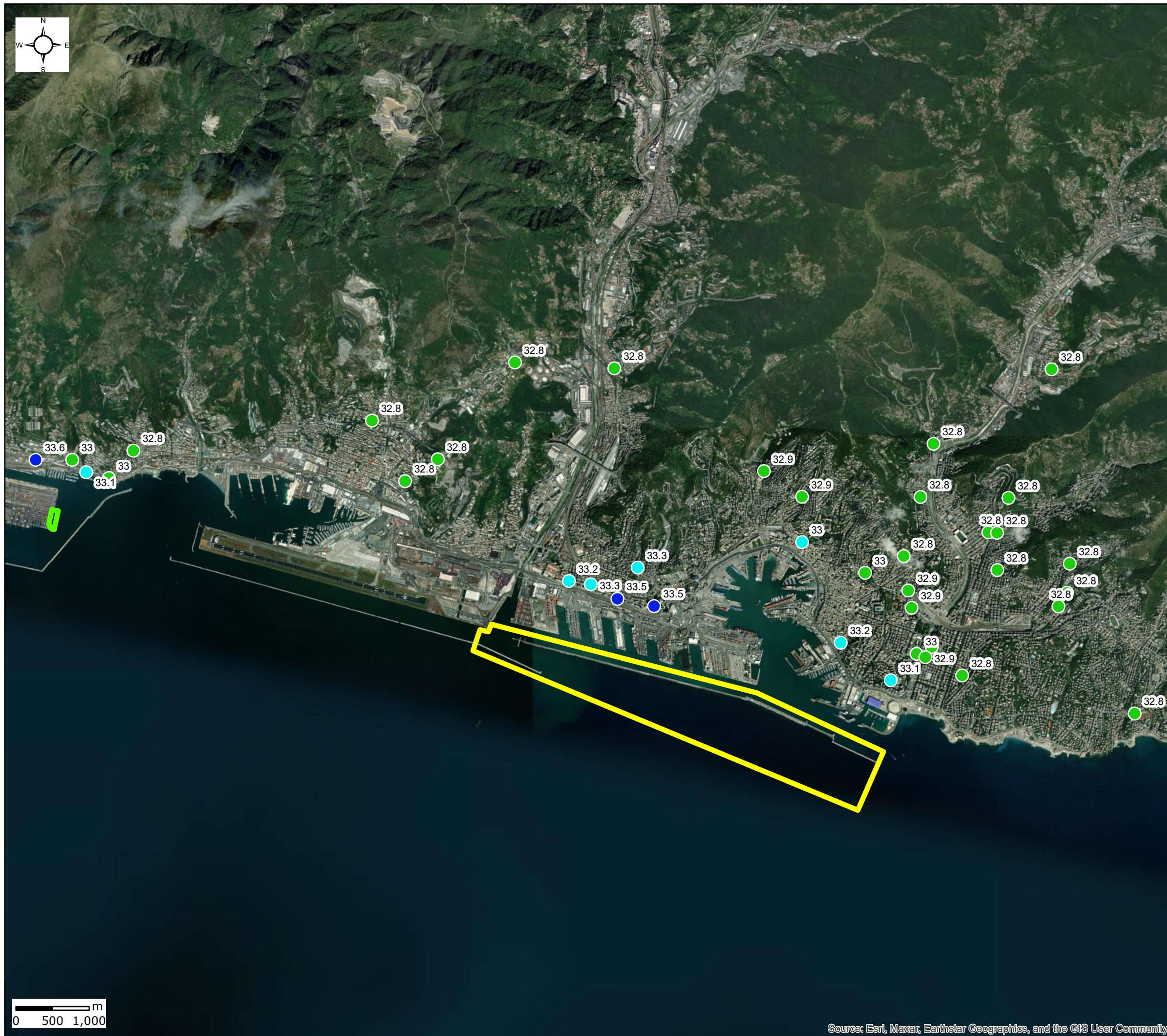
CONSORZIO IMPRESE		PROGETTAZIONE	COORD. PROGETTUALE E SUPP. TECNICO-GESTIONALE
webuild (Mandatario)	FINCANTIERI (Mandatario)	RAMBOLL (Mandatario)	xxxxxx
FINCOSIT (Mandatario)	SIDRA (Mandatario)	F&M Ingegneria (Mandatario)	

D.E.C.	VERIFICATORE	PMC	VALIDATO R.U.P.
Ing. Alessandra Mariotti	ITS Controlli Tecnici SpA	RNA Consulting S.p.A.	Ing. Marco Vaccari



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 32N





**Legenda**

Classi di concentrazione:  
PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

- 32.8 - 33.0
- 33.1 - 33.4
- 33.5 - 34.0

**Sorgenti**

- Area A
- Area B

**NOTA:**  
50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  PM10: Valore limite giornaliero da non superare più di 35 volte per l'anno civile per la protezione della salute umana (D.Lgs. 155/2010)



PROGETTO ESECUTIVO

CIP: C3981800060006      CIG: 7690329440  
 Rif.: PEDIZIA      P.3062

TITOLO PROGETTO  
 NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA  
 AMBITO BACINO SAMPIERDARENA

DISCIPLINA	DESCRIZIONE
AM	STUDI AMBIENTALI

ELAB. N°	TITOLO ELABORATO	SCALA
G-0009_01	Relazione aggiornamento studi modellistici-AI.2 Valutazione dell'impatto sulla Qualità dell'aria Figura fuori testo: 03 - 90,4° percentile delle concentrazioni medie giornaliere PM10	1:50'000

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDAITTO	VISTO	APPROVATO
00	3/20/2023	PRIMA EMISSIONE	C.Sironi	C.Metello	P.Pucillo

CODICE PROGETTO	CODICE ELABORATO	NOME FILE
P3062	E-AM-G-0009_01	P3062-E-AM-G-0009_01.doc

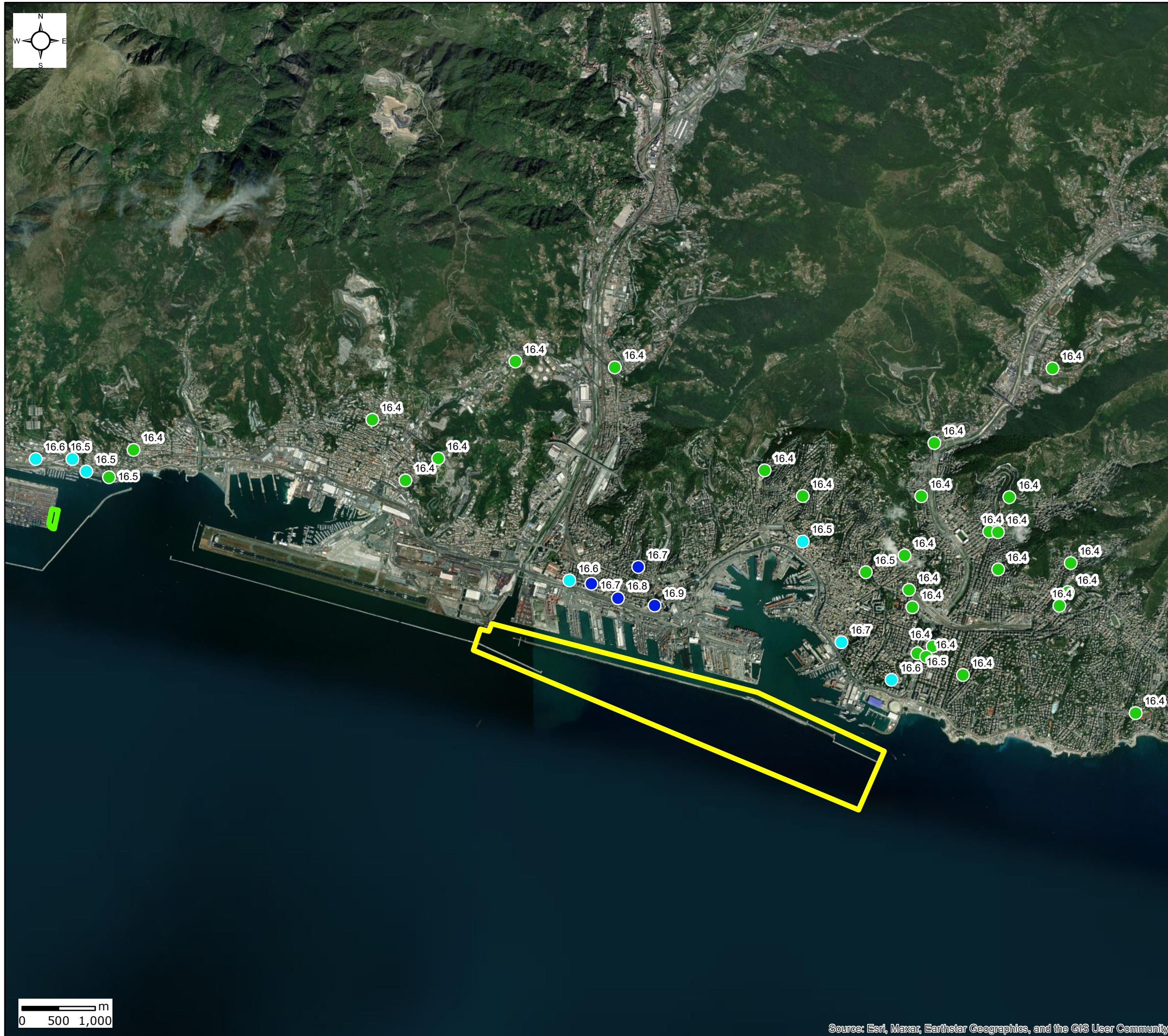
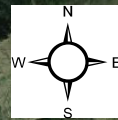
CONSORZIO IMPRESE		PROGETTAZIONE	COORD. PROGETTUALE E SUPP. TECNICO-GESTIONALE
(Mandatario)	(Mandatario)	(Mandatario)	xxxxxx
(Mandatario)	(Mandatario)	(Mandatario)	

D.E.C.	VERIFICATORE	PMC	VALIDATO R.U.P.
Ing. Alessandra Mariotti	ITS Controlli Tecnici SpA	RNA Consulting S.p.A.	Ing. Marco Vaccari



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 32N





**Legenda**

Classi di concentrazione:  
PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

- 16.4 - 16.5
- 16.6 - 16.7
- 16.8 - 17.0

**Sorgenti**

- Area A
- Area B

**NOTA:**

40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  PM10: Valore limite annuale per la protezione della salute umana (D.Lgs. 155/2010)



PROGETTO ESECUTIVO

CUP C3981800060006      CIG 7690329440  
RIF. PEDIZIA      P.3062

TITOLO PROGETTO  
NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA  
AMBITO BACINO SAMPIERDARENA

DISCIPLINA	DESCRIZIONE
AM	STUDI AMBIENTALI

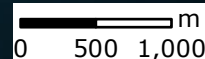
ELAB. N°	TITOLO ELABORATO	SCALA
G-0009_01	Relazione aggiornamento studi modellistici-AI.2 Valutazione dell'impatto sulla Qualità dell'aria Figura fuori testo: 04 - Concentrazioni medie annuali PM10	1:50'000

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDAITTO	VISTO	APPROVATO
00	3/20/2023	PRIMA EMISSIONE	C.Sironi	C.Metello	P.Pucillo

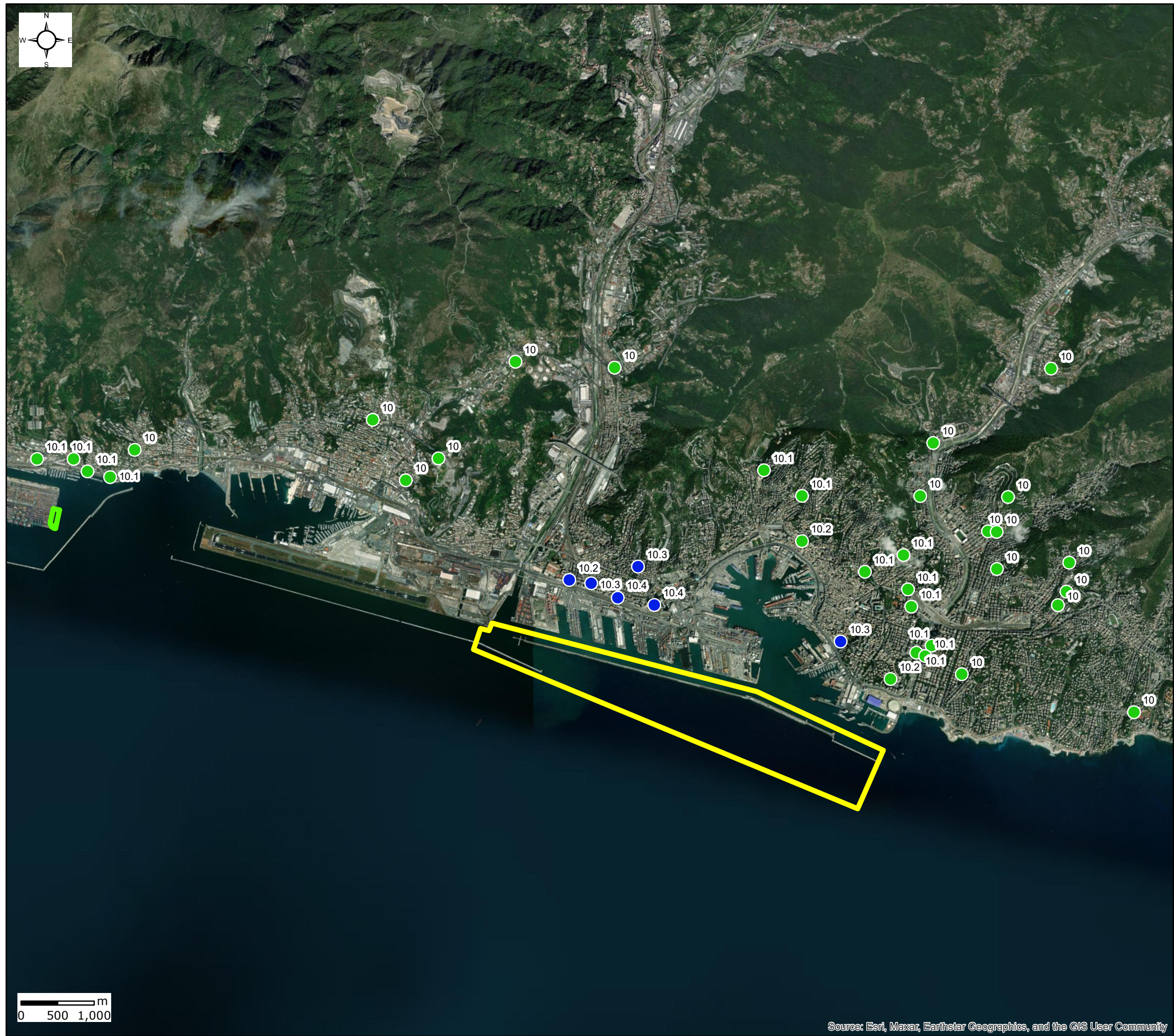
CODICE PROGETTO	CODICE ELABORATO	NOME FILE
P3062	E-AM-G-0009_01	P3062-E-AM-G-0009_01.doc

CONSORZIO IMPRESE		PROGETTAZIONE	COORD. PROGETTUALE E SUPP. TECNICO-GESTIONALE
(Mandatario)	(Mandatario)	(Mandatario)	xxxxxx
(Mandatario)	(Mandatario)	(Mandatario)	

D.E.C.	VERIFICATORE	PMC	VALIDATO R.U.P.
Ing. Alessandra Mariotti	ITS Controlli Tecnici SpA	RNA Consulting S.p.A.	Ing. Marco Vaccari







**Legenda**

Classi di concentrazione:  
PM2,5 (µg/m³)

- 10.0 - 10.2
- 10.3 - 10.4

**Sorgenti**

- Area A
- Area B

**NOTA:**

25 µg/m³ PM 2,5: Valore limite annuale per la protezione della salute umana (D.Lgs. 155/2010)



PROGETTO ESECUTIVO

CUP C39B1800060006	CIG 7690329440
RIF. PEDIZIA	P.3062

TITOLO PROGETTO

NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA  
AMBITO BACINO SAMPIERDARENA

DISCIPLINA	DESCRIZIONE
AM	STUDI AMBIENTALI

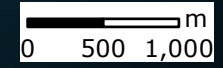
ELAB. N°	TITOLO ELABORATO	SCALA
G-0009_01	Relazione aggiornamento studi modellistico-Air2 Valutazione dell'impatto sulla Qualità dell'Aria Figura fuori testo: 05 - Concentrazioni medie annuali PM2,5	1:50'000

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VISTO	APPROVATO
00	3/20/2023	PRIMA EMISSIONE	C.Sironi	C.Metello	P.Pucillo

CODICE PROGETTO	CODICE ELABORATO	NOME FILE
P3062	E-AM-G-0009_01	P3062-E-AM-G-0009_01.doc

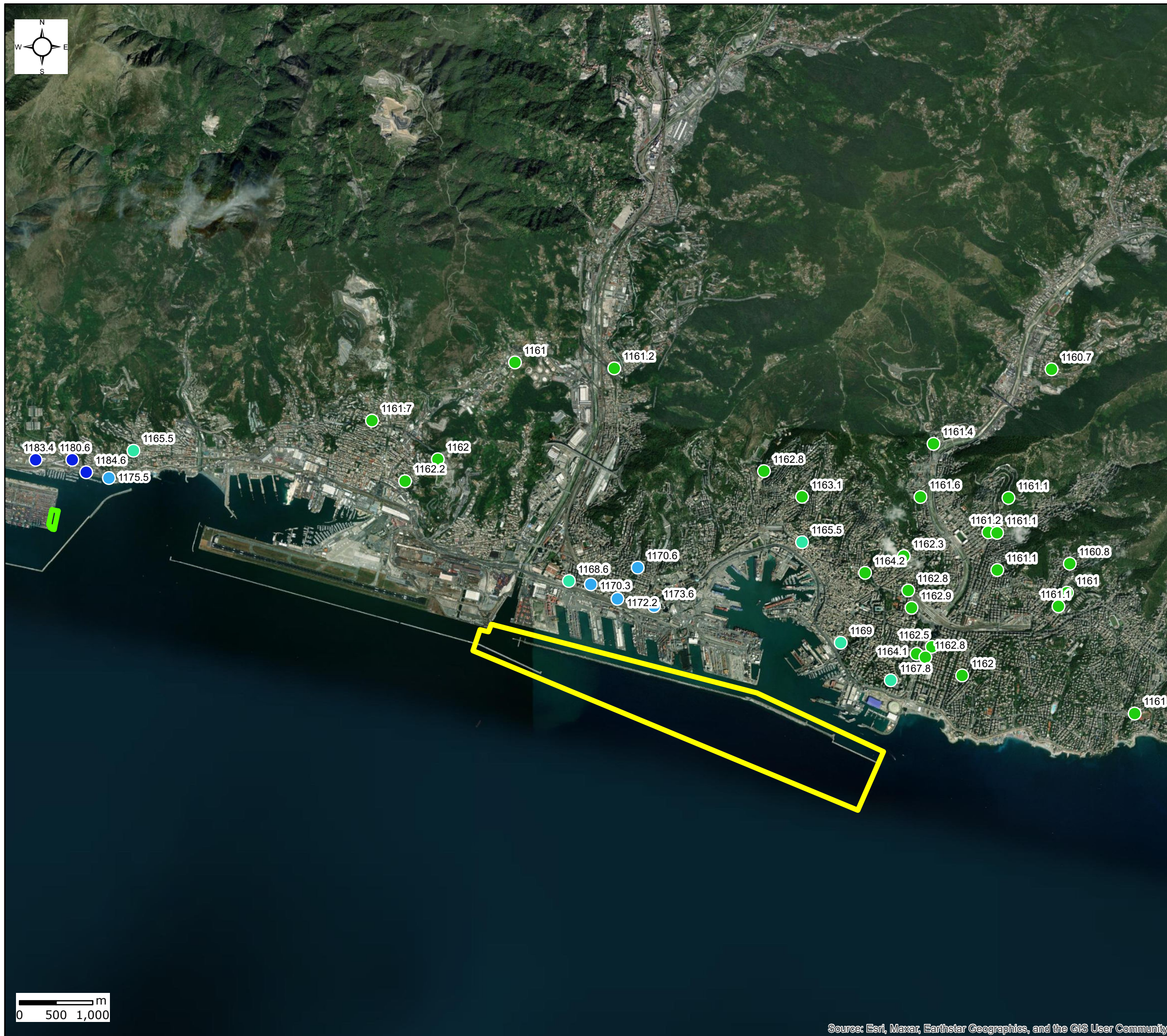
CONSORZIO IMPRESE		PROGETTAZIONE	COORD. PROGETTUALE E SUPP. TECNICO-GESTIONALE
(Mandatario)	(Mandatario)	(Mandatario)	xxxxxx
(Mandatario)	(Mandatario)	(Mandatario)	

D.E.C.	VERIFICATORE	PMC	VALIDATO R.U.P.
Ing. Alessandra Mariotti	ITS Controlli Tecnici SpA	RNA Consulting S.p.A.	Ing. Marco Vaccari



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 32N





**Legenda**

Classi di concentrazione:  
CO (µg/m³)

- 1160.7 - 1165.0
- 1165.1 - 1170.0
- 1170.1 - 1180.0
- 1180.1 - 1190.0

**Sorgenti**

- Area A
- Area B

**NOTA:**

10000 µg/m³ CO: Valore limite media massima giornaliera calcolata su 8 ore per la protezione della salute umana (D.Lgs. 155/2010)



PROGETTO ESECUTIVO

CUP C39B1800060006      CIG 7690329440  
 Rif. PEDIZIA      P.3062

TITOLO PROGETTO  
 NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA  
 AMBITO BACINO SAMPIERDARENA

DISCIPLINA	DESCRIZIONE
AM	STUDI AMBIENTALI

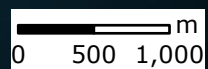
ELAB. N°	TITOLO ELABORATO	SCALA
G-0009_01	Relazione aggiornamento studi modellistici-AIR2 Valutazione dell'impatto sulla Qualità dell'aria Figura fuori testo: 05 - Concentrazioni medie giornaliere calcolate su 8 ore CO	1:50'000

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDAATTO	VISTO	APPROVATO
00	3/20/2023	PRIMA EMISSIONE	C.Sironi	C.Metello	P.Pucillo

CODICE PROGETTO	CODICE ELABORATO	NOME FILE
P3062	E-AM-G-0009_01	P3062-E-AM-G-0009_01.doc

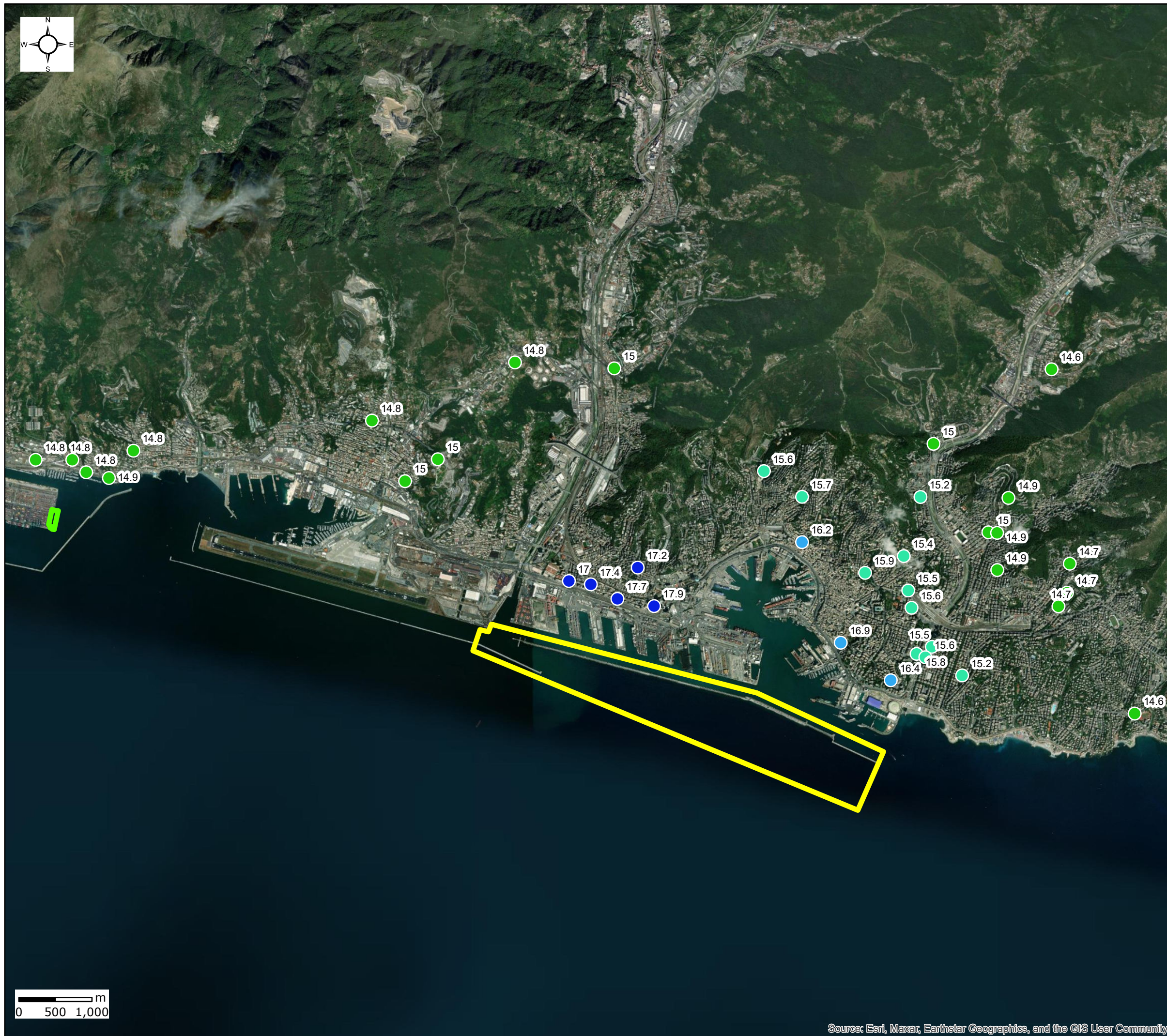
CONSORZIO IMPRESE		PROGETTAZIONE	COORD. PROGETTUALE E SUPP. TECNICO-GESTIONALE
webuild (Mandatario)	FINCANTIERI (Mandatario)	RAMBOLL (Mandatario)	xxxxxx
FINCOSIT (Mandatario)	SIDRA (Mandatario)	F&M Ingegneria (Mandatario)	

D.E.C.	VERIFICATORE	PMC	VALIDATO R.U.P.
Ing. Alessandra Mariotti	ITS Controlli Tecnici SpA	RNA Consulting S.p.A.	Ing. Marco Vaccari



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 32N





**Legenda**

Classi di concentrazione:  
SO2 (µg/m³)

- 14.6 - 15.0
- 15.1 - 16.0
- 16.1 - 17.0
- 17.1 - 18.0

**Sorgenti**

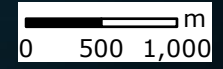
- Area A
- Area B

**NOTA:**  
350 µg/m³ SO2: valore limite orario  
da non superare più di 24 volte per l'anno civile per  
la protezione della salute umana (D.Lgs. 155/2010)



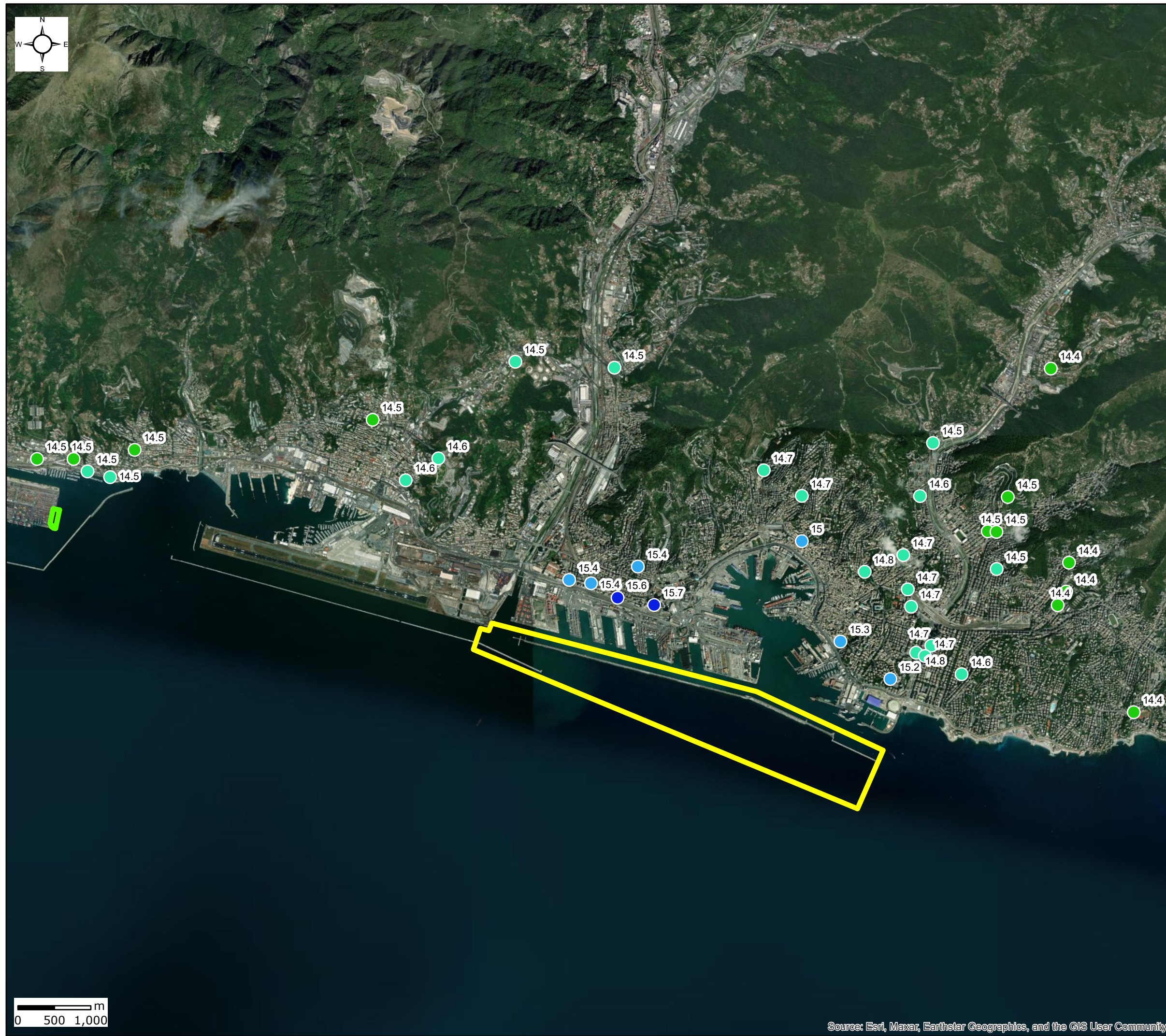
PROGETTO ESECUTIVO					
CUP C3981800060006	CIG 7690329440				
RIF. PEDIZIA	P.3062				
TITOLO PROGETTO					
NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA AMBITO BACINO SAMPIERDARENA					
DISCIPLINA	DESCRIZIONE				
AM	STUDI AMBIENTALI				
ELAB. N°	TITOLO ELABORATO	SCALA			
G-0009_01	Relazione aggiornamento studi modellistico-AI2 Valutazione dell'impatto sulla Qualità dell'aria Figura fuori testo: 07 - 99,7° percentile delle concentrazioni medie orarie SO2	1:50'000			
REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDAITTO	VISTO	APPROVATO
00	3/20/2023	PRIMA EMISSIONE	C.Sironi	C.Metello	P.Pucillo
CODICE PROGETTO	CODICE ELABORATO	NOME FILE			
P3062	E-AM-G-0009_01	P3062-E-AM-G-0009_01.doc			

CONSORZIO IMPRESE		PROGETTAZIONE	COORD. PROGETTUALE E SUPP. TECNICO-GESTIONALE
(Mandataria)	(Mandataria)	(Mandataria)	xxxxxx
(Mandante)	(Mandante)	(Mandante)	
D.E.C.	VERIFICATORE	PMC	VALIDATO R.U.P.
Ing. Alessandra Mariotti	ITS Controlli Tecnici SpA	RNA Consulting S.p.A.	Ing. Marco Vaccari



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 32N





**Legenda**

Classi di concentrazione:  
SO2 (µg/m³)

- 14.4 - 14.5
- 14.6 - 15.0
- 15.1 - 15.5
- 15.6 - 16.0

**Sorgenti**

- Area A
- Area B

**NOTA:**

125 µg/m³ SO2: valore limite giornaliero da non superare più di 3 volte per l'anno civile la protezione della salute umana (D.Lgs. 155/2010)



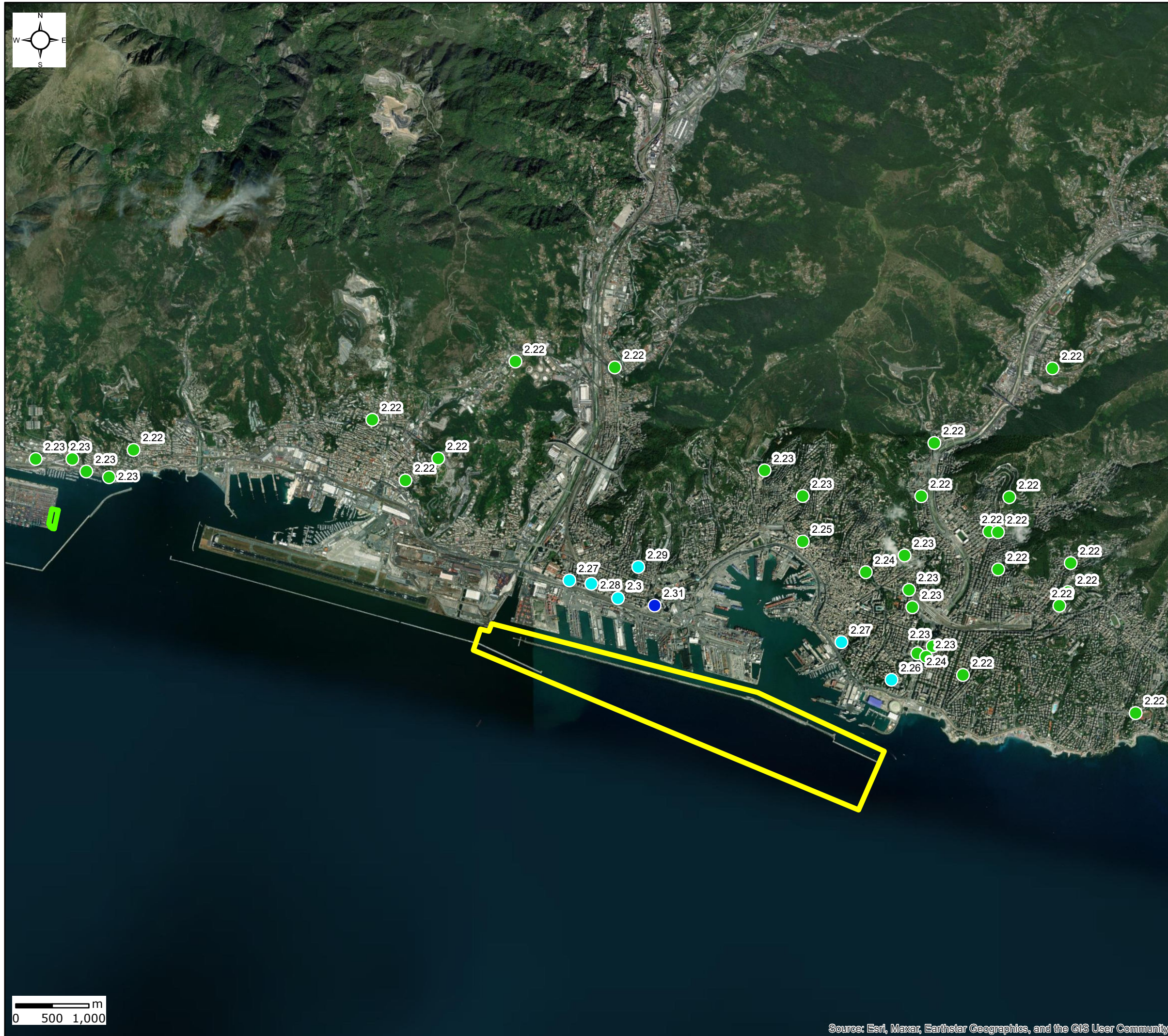
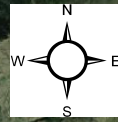
PROGETTO ESECUTIVO			
CUP: C39B1800060006		CIG: 7690329440	
RIF. PEDIZIA		P.3062	
TITOLO PROGETTO			
NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA AMBITO BACINO SAMPIERDARENA			
DISCIPLINA	DESCRIZIONE		
AM	STUDI AMBIENTALI		
ELAB. N°	TITOLO ELABORATO	SCALA	
G-0009_01	Relazione aggiornamento studi modellistici-AI2 Valutazione dell'impatto sulla Qualità dell'aria Figura fuori testo: OS - 99,2° percentile delle medie giornaliere SO2	1:50'000	
REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	APPROVATO
00	3/20/2023	PRIMA EMISSIONE	C.Sironi C.Metello P.Pucillo
CODICE PROGETTO	CODICE ELABORATO	NOME FILE	
P3062	E-AM-G-0009_01	P3062-E-AM-G-0009_01.doc	

CONSORZIO IMPRESE		PROGETTAZIONE	COORD. PROGETTUALE E SUPP. TECNICO-GESTIONALE
			xxxxxx
D.E.C.	VERIFICATORE	PMC	VALIDATO R.U.P.
Ing. Alessandra Mariotti	ITS Controlli Tecnici SpA	RNA Consulting S.p.A.	Ing. Marco Vaccari



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 32N





**Legenda**

**Classi di concentrazione:**

**Benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

- 2.22 - 2.25
- 2.26 - 2.30
- 2.31 - 3.00

**Sorgenti**

- Area A
- Area B

**NOTA:**

5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  Benzene: valore limite annuale per la protezione della salute umana (D.Lgs. 155/2010)



PROGETTO ESECUTIVO

CIP: C3981800060006      CIG: 7690329440  
 Rif. PDIZIA      P.3062

TITOLO PROGETTO  
 NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA  
 AMBITO BACINO SAMPIERDARENA

DISCIPLINA	DESCRIZIONE
AM	STUDI AMBIENTALI

ELAB. N°	TITOLO ELABORATO	SCALA
G-0009_01	Relazione aggiornamento studi modellistici-Air2 Valutazione dell'impatto sulla Qualità dell'aria Figura fuori testo: 09 - Concentrazioni medie annuali Benzene	1:50'000

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDAATTO	VISTO	APPROVATO
00	3/20/2023	PRIMA EMISSIONE	C.Sironi	C.Metello	P.Pucillo

CODICE PROGETTO	CODICE ELABORATO	NOME FILE
P3062	E-AM-G-0009_01	P3062-E-AM-G-0009_01.doc

CONSORZIO IMPRESE		PROGETTAZIONE	COORD. PROGETTUALE E SUPP. TECNICO-GESTIONALE
(Mandatario)	(Mandatario)	(Mandatario)	xxxxxx
(Mandatario)	(Mandatario)	(Mandatario)	

D.E.C.	VERIFICATORE	PMC	VALIDATO R.U.P.
Ing. Alessandra Mariotti	ITS Controlli Tecnici SpA	RNA Consulting S.p.A.	Ing. Marco Vaccari