



Realizzazione di una struttura dedicata alla  
nautica da diporto a Genova Pegli -  
Integrazioni  
**[ID\_VIP 10829]**

Allegato 7 – VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI

09/09/2024

## Indice

<b>1.0</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>2.0</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA</b> .....	<b>4</b>
2.1.1	Inquadramento .....	4
2.1.2	Qualità dell'aria .....	11
<b>3.0</b>	<b>MODELLI DI DISPERSIONE</b> .....	<b>19</b>
3.1	SCELTA E TIPOLOGIE DI MODELLI DIFFUSIONALI.....	19
<b>4.0</b>	<b>QUANTIFICAZIONE DELLE EMISSIONI</b> .....	<b>21</b>
4.1	DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI CANTIERE .....	21
4.2	ATTIVITA' DI CANTIERE .....	24
4.3	CRITERI PER LA STIMA DELLE EMISSIONI .....	25
4.3.1	Fattori di Emissione da attività di cantiere (PM10).....	26
4.3.2	Emissioni dai gas di scarico di macchine e mezzi d'opera (PM10, NOx) .....	30
4.4	STIMA DELLE EMISSIONI.....	31
<b>5.0</b>	<b>VALUTAZIONE IMPATTI AREA DI CANTIERE</b> .....	<b>33</b>
5.1	IMPOSTAZIONI CODICE DI CALCOLO.....	33
5.1.1	Calpuff Model System .....	33
5.1.2	Configurazione del codice Calpuff per le attività di cantiere.....	34
<b>6.0</b>	<b>VALUTAZIONE IMPATTI TRAFFICO INDOTTO DI CANTIERE</b> .....	<b>39</b>
6.1	APPROCCIO METODOLOGICO .....	39
6.2	CALINE4 .....	40
6.3	APPLICAZIONE DEL CODICE.....	45
6.3.1	Applicazione GIS e redazione delle mappe di concentrazione .....	47
6.3.2	Emissioni per le simulazioni del traffico indotto di cantiere. ....	48
6.3.3	Simulazioni con CALINE4 .....	48
6.4	RISULTATI.....	51
6.4.1	Mappe di isoconcentrazione.....	51
<b>7.0</b>	<b>FASE DI ESERCIZIO</b> .....	<b>53</b>
<b>8.0</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>56</b>
8.1	IMPATTI CUMULATIVI.....	59

## 1.0 PREMESSA

La presente relazione tecnica è finalizzata ad identificare, quantificare e valutare i potenziali impatti ambientali che l'intervento di realizzazione del progetto di riqualificazione del porticciolo potrà comportare a carico della componente ambientale atmosfera durante la fase della cantierizzazione ed esercizio.

.Le valutazioni condotte comprendono 2 aspetti:

### 1. Emissioni da lavorazioni in cantiere

Si è provveduto alla **stima delle emissioni delle lavorazioni di cantiere** applicando le "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali pulverulenti" redatte da ARPAT previa convenzione con la Provincia di Firenze e recepite con DGP.213-09 dalla Provincia di Firenze. I dati di emissione di polveri risultanti sono stati implementati nel codice di calcolo CALPUFF per la valutazione delle concentrazioni al suolo e della compatibilità delle fasi e lavorazioni con lo stato della qualità dell'aria ambiente.

### 2. Emissioni da traffico indotto per lo scenario di esercizio e di cantiere

La relazione sviluppa la **stima delle emissioni del traffico indotto** dalle operazioni di cantiere, dagli approvvigionamenti dei materiali per le opere civili, e di esercizio, applicando i fattori di emissione ISPRA SINANET per il **traffico veicolare** al fine di stimare per ogni percorso la ricaduta al suolo e presso i recettori individuati sul territorio tramite l'applicazione del codice CALINE4.

In relazione vengono prima quantificate le emissioni, e poi riportate le valutazioni del potenziale impatto previsto sulla qualità dell'aria generato in particolare da ognuno degli scenari sopra riportati.

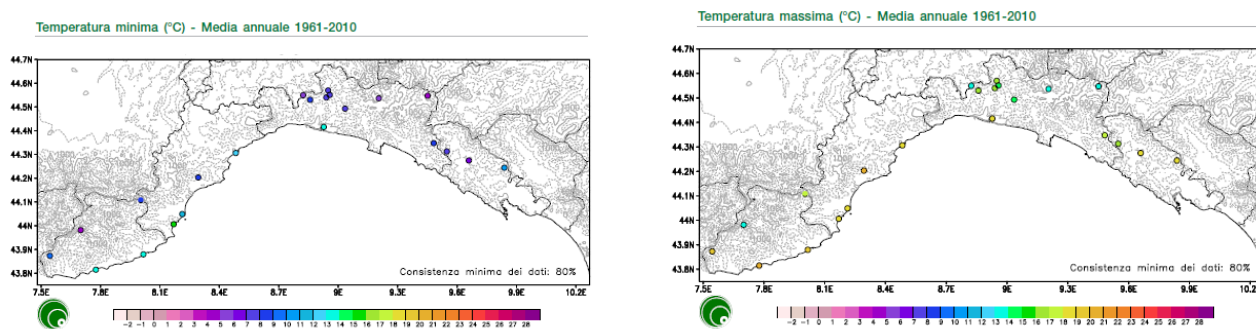
## 2.0 CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA

### 2.1.1 Inquadramento

La **Liguria** è una Regione dell'Italia Settentrionale racchiusa tra l'Appennino a Nord ed il Mar Ligure a Sud. Il clima della Liguria risente fortemente della vicinanza dei rilievi che complessivamente la proteggono dai venti settentrionali freddi e della presenza del mare che ne mitiga le temperature anche se rende la regione molto umida. La Liguria è la più settentrionale zona con clima Mediterraneo e si differenzia molto dalle vicine regioni situate in Pianura Padana. A sua volta la Liguria presenta caratteristiche diverse nelle due riviere a causa dell'esposizione differente rispetto ai venti dominanti.

La Liguria ha un clima estremamente variegato. Di tipo mediterraneo, certo, ma risente moltissimo della morfologia accidentata del suo territorio in gran parte montuoso, aperto su un mare decisamente caldo in rapporto alla sua latitudine relativamente elevata.

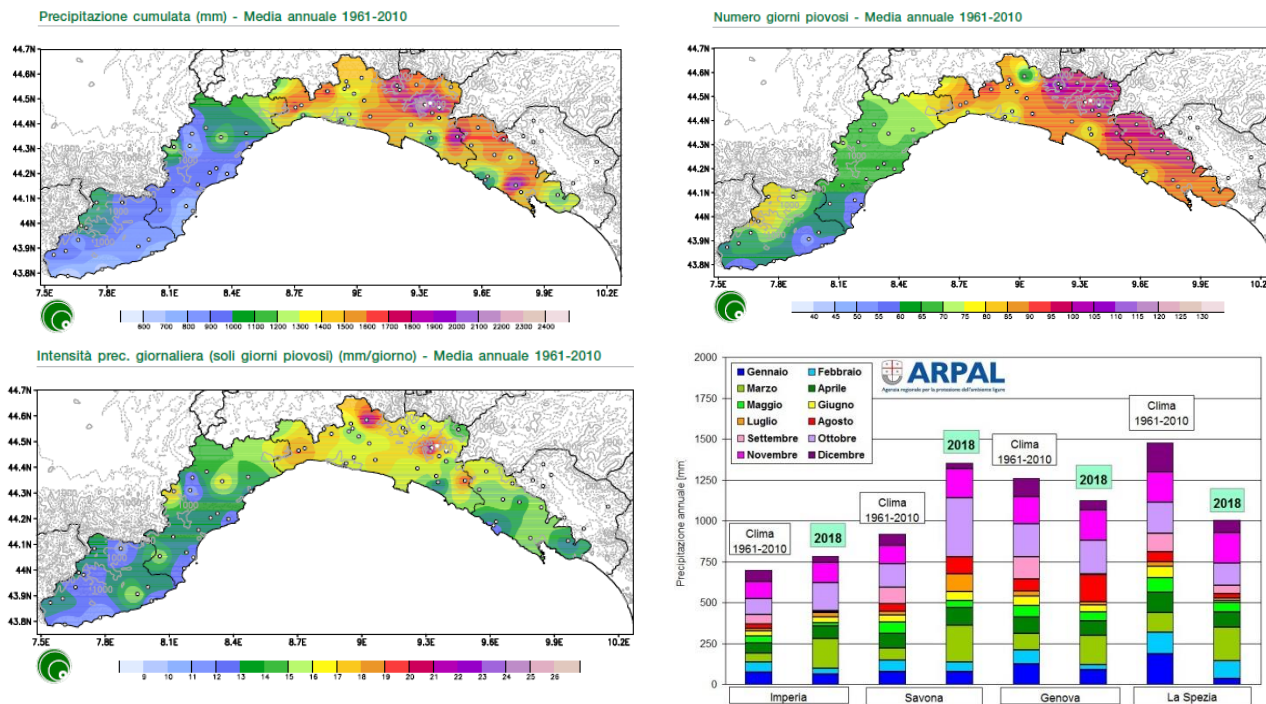
Le temperature variano in base alla quota del territorio; lungo le coste le acque marine smorzano le escursioni termiche stagionali e giornalieri. In Estate raramente si raggiungono i 30°C e difficilmente d'Inverno si scende sotto ai 10°C. Molto brevi sono gli episodi di freddo intenso e ed ancor più le nevicate; tuttavia durante le irruzioni artiche in presenza di venti di Tramontana scura, questa riesce a raggiungere anche le coste in particolare in corrispondenza dei valichi più bassi dell'Appennino Ligure, apportando improvvisi cali termici e talora nevicate. Ad ogni modo anche durante gli Inverni più freddi raramente la neve resiste più di un giorno. Verso le vallate interne e sui rilievi Appenninici le temperature si abbassano progressivamente e specie i versanti esposti a Nord risentono in modo ridotto dell'azione mitigatrice del mare e perciò il comportamento climatico diviene più continentale con Inverni freddi ed Estati calde, anche se naturalmente le massime estive sono attenuate in corrispondenza dei rilievi più alti. Ad ogni modo l'elevato tasso di umidità rende molto afoso il clima delle coste anche a fronte di valori estivi non molto elevati.



**Figura 1 Valore medio annuale delle temperature minima e massima. (1961-2010) (fonte Atlante climatico della Liguria- ArpaL)**

Le **piogge** sulla **Liguria** variano in base alla quota ed all'orientamento delle due Riviere: la Riviera di Levante assieme alle Alpi Orientali è una zona delle più piovose d'Italia; lungo il litorale si raggiungono i 1300 mm di pioggia, mentre sui retrostanti rilievi le piogge ammontano ad oltre 2000 mm annui con punte di 2400 mm. Procedendo verso Ovest le precipitazioni scendono. La riviera di ponente vede circa 700 mm di pioggia sulle coste e poco più di 1000mm sull'entroterra. Tale differenza si spiega con l'esposizione alle correnti meridionali. Le perturbazioni Atlantiche generano più frequentemente correnti di libeccio o da Sud che impattano direttamente con i rilievi retrostanti lo Spezzino e il Genovesato apportando ingenti e frequenti precipitazioni talvolta alluvionali. La Provincia di Savona risulta invece meno esposta grazie alla protezione delle Alpi Marittime che attenuano l'intensità delle depressioni provenienti da ovest. Le precipitazioni sono comunque complessivamente abbondanti e ben distribuite; la stagione con il minimo di piovosità è l'Estate, mentre le piogge cadono più abbondantemente in Autunno (massimo principale) ed in Inverno (massimo

secondario). Sui rilievi più interni le stagioni più piovose sono quelle intermedie, mentre su alcune zone dello Spezzino si riscontrano ben 3 massimi: uno primario in novembre, uno secondario in Febbraio ed uno terziario in Aprile, mentre la stagione secca resta sempre l'Estate, anche se pure in questa stagione non mancano i temporali. In Inverno la **neve** cade copiosa sull'Appennino Ligure e talvolta può sconfinare fin sulle coste soprattutto laddove le correnti fredde da Nord e Nord-Est trovano dei varchi che consentono alla Tramontana di raggiungere il litorale. La Liguria è anche esposta al rischio di alluvioni quando si creano situazioni favorevoli all'insistere di correnti perturbate da Sud per più giorni.



**Figura 2** Precipitazione cumulata, numero giorni di precipitazione, intensità (1961-2010) (fonte Atlante climatico della Liguria- ArpaL) e valore medio annuale di precipitazione 2018 (fonte ArpaL)

I **venti** che soffiano più frequentemente in **Liguria** sono di provenienza occidentale e meridionale. Infatti, le depressioni Mediterranee o Atlantiche causano molto spesso correnti di Libeccio o di Scirocco. Ma abbastanza frequenti sono anche i venti orientali e settentrionali durante il periodo invernale quando una depressione sul Medio-Basso Tirreno richiama aria fredda da Nord-Est; in tal caso generalmente il tempo è asciutto, ma possono anche verificarsi intense irruzioni artiche che apportano bruschi cali termici e rovesci nevosi fin sulle coste e tale fenomeno prende il nome di Tramontana scura. In Estate invece la Tramontana causa repentini aumenti della temperatura perché si associa alle rimonte anticicloniche sia Azzorriane che Africane con effetti analoghi a quelli del **Foehn** che si verifica nelle vallate Alpine.

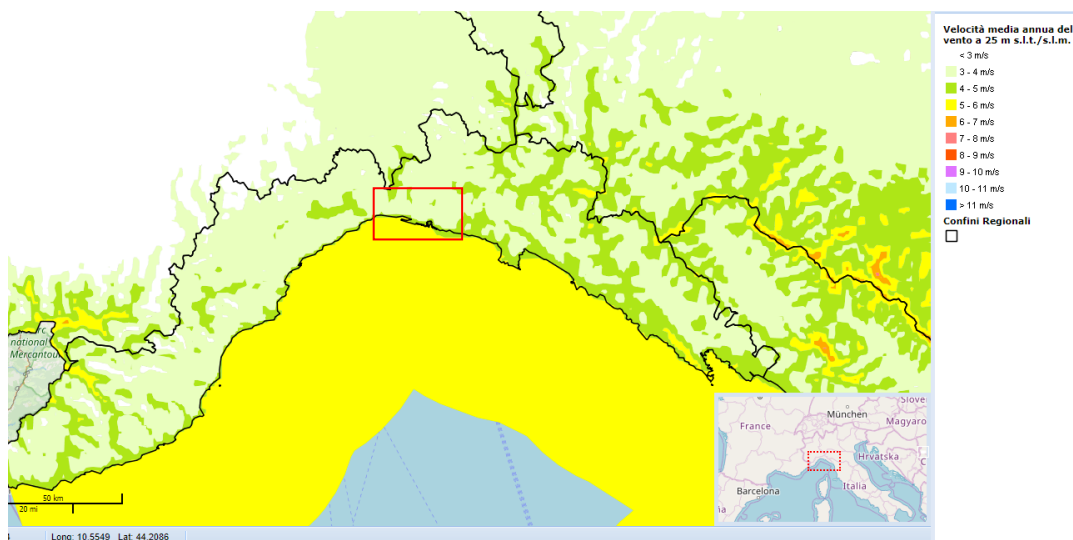


Figura 3 Velocità del vento media annua a 25 m (m/s) Fonte Atlante eolico nazionale

### 2.1.1.1 Meteorologia locale

In questo paragrafo, relativo alla caratterizzazione meteorologica dell'area allo studio, si riportano le elaborazioni dei dati meteorologici selezionati per la caratterizzazione del dominio di calcolo. In questo paragrafo, relativo alla caratterizzazione meteorologica dell'area allo studio, si riportano le elaborazioni dei dati meteorologici selezionati per la caratterizzazione del dominio di calcolo. Le basi di dati meteorologici disponibili sono costituite dai dati della Rete Mareografica Nazionale<sup>1</sup> e nello specifico della stazione di Genova.

La caratterizzazione meteorologica dell'area di cantiere è stata sviluppata utilizzando i dati disponibili riferiti all'anno 2022 della stazione situata presso l'acquario di Genova. Di seguito si riportano la descrizione e l'elaborazione dei dati disponibili per l'anno 2022 per una caratterizzazione dell'area di studio.

#### Stazione GENOVA - SMR

La stazione fa parte della Rete Mareografica Nazionale ed è situata presso l'acquario.

#### Stazione meteorologica GENOVA



APPARTENENZA : Rete Mareografico Nazionale- APAT  
LATITUDINE: 44° 24' 36.46"  
LONGITUDINE: 08° 55' 31.86"

Parametri misurati :

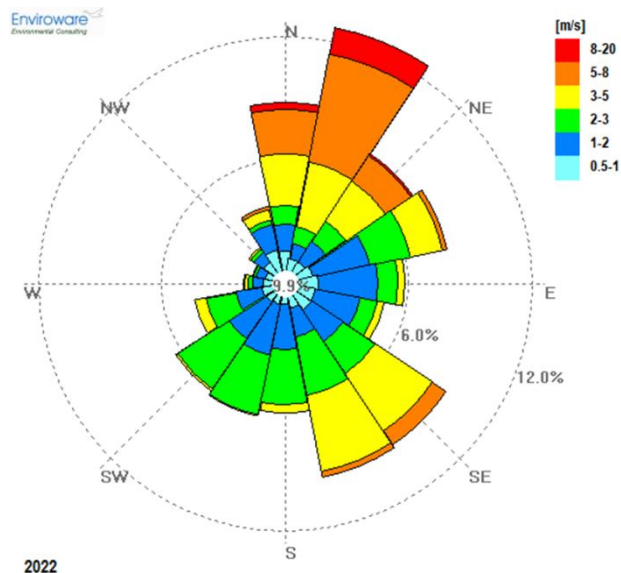
Temperatura dell'aria- - Velocità e Direzione del vento- Pressione Atmosferica- Umidità Relativa

Localizzazione: Presso l'acquario  
Altezza sul livello del mare : 10 m  
Distanza da area di intervento: 12 km

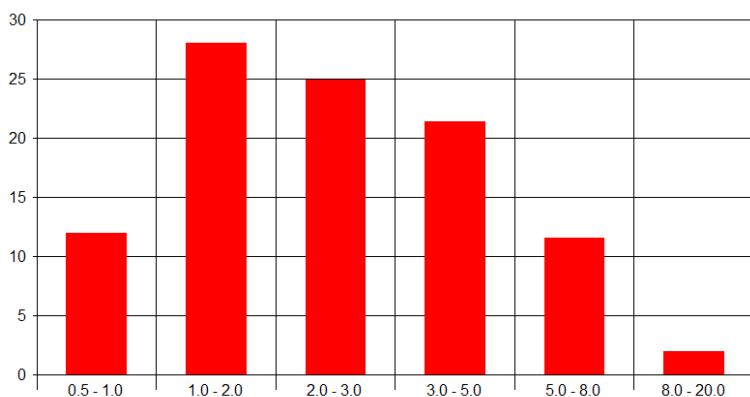
<sup>1</sup> <https://www.mareografico.it/>

### Direzione e velocità del vento

Di seguito si riportano le tabelle e le figure che descrivono, su base annuale, il dettaglio del regime dei venti dell'area in esame per l'anno 2022.



**Figura 4 - Rosa dei venti per l'anno 2022**



**Figura 5 Frequenza di accadimento delle classi di velocità del vento per l'anno 2022**

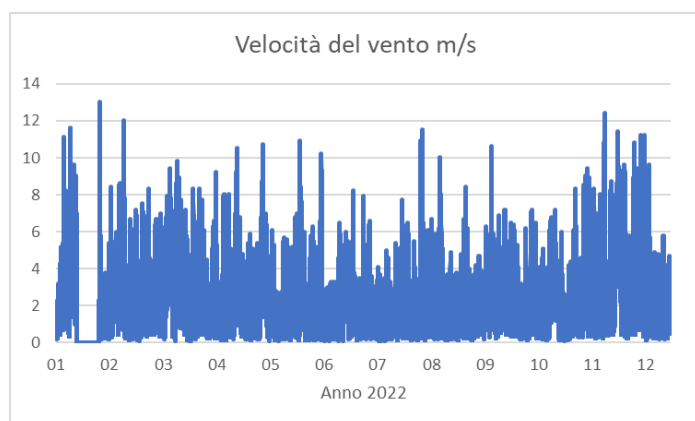
Dai dati di velocità e direzione del vento misurati dalla stazione e riportati nella rosa dei venti, si nota come le direzioni prevalente di provenienza dei venti siano NORD-NORD-EST con frequenza totale di circa 12%, e quella da SUD-EST e SUD-SUD-EST che conta circa 8.6% su base annuale. Le altre direzioni di provenienza del vento che concorrono agli accadimenti sono inferiori al 5%.

**Tabella 1-Velocità del vento – statistiche per l'anno 2022**

periodo	Max [m/s]	Media [m/s]	Min [m/s]
Gen	11.6	3.8	0.2
Feb	13.0	2.7	0.1
Mar	9.8	3.3	0.1
Apr	10.5	2.7	0.2
Mag	10.9	2.6	0.1

periodo	Max [m/s]	Media [m/s]	Min [m/s]
Giu	10.2	2.1	0.1
Lug	7.9	2.0	0.1
Ago	11.5	2.1	0.2
Set	10.6	2.4	0.2
Ott	7.2	2.1	0.1
Nov	12.4	3.4	0.2
Dic	11.2	3.1	0.2
<b>Anno</b>	<b>13.0</b>	<b>2.6</b>	<b>0.1</b>

Il mese più ventoso risulta il mese di febbraio con valori massimi orari del vento fino a 13 m/s e valore medio della velocità su base mensile di 2.7 m/s.



**Figura 6 Serie temporale velocità del vento, anno 2022**

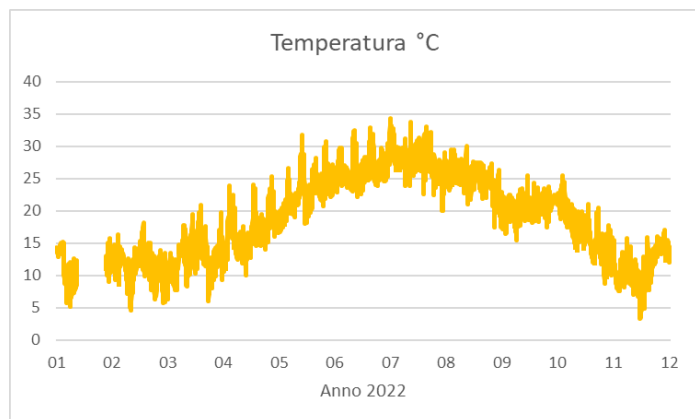
#### Temperatura dell'aria

Per quanto riguarda la temperatura è possibile osservare che il mese con il valore minimo di temperatura è Dicembre con 3.3 °C mentre il mese più caldo è Luglio con una temperatura massima di 34.3°C

**Tabella 2 - Temperatura dell'aria per l'anno 2022**

periodo	Max [°C]	Media [°C]	Min [°C]
gen	15.2	10.9	5.2
feb	18.2	11.7	4.6
mar	20.9	12.4	5.8
apr	24.0	14.6	6.0
mag	31.7	20.2	14.1
giu	32.5	25.1	19.8
lug	34.3	27.6	22.6
ago	33.0	26.8	20.0
set	30.0	23.0	16.5
ott	25.5	20.7	15.4
nov	21.1	15.0	7.6
dic	17.1	11.3	3.3
<b>Anno</b>	<b>34.3</b>	<b>18.7</b>	<b>3.3</b>





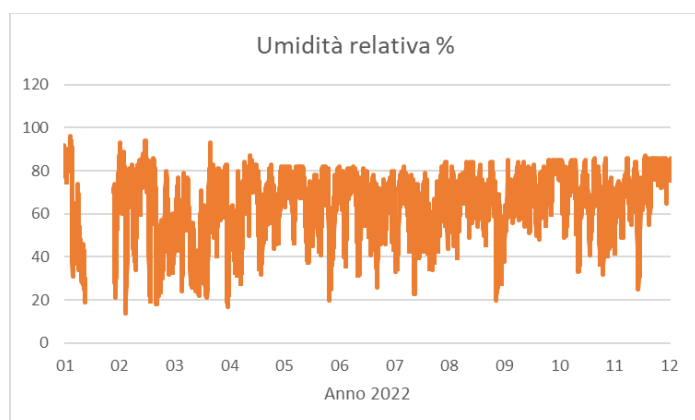
**Figura 7 Serie temporale della temperatura dell'aria per l'anno 2022**

### Umidità Relativa

L'umidità relativa media annua per l'anno considerato è pari al 64.6%. È possibile, inoltre, notare che l'umidità relativa massima, come media mensile, si registra nel mese di Gennaio (96%).

**Tabella 3 - Umidità relativa per l'anno 2022**

periodo	Max [%]	Media [%]	Min [%]
gen	96.0	60.5	19.0
feb	94.0	63.4	14.0
mar	93.0	49.8	21.0
apr	87.0	62.4	17.0
mag	83.0	68.3	38.0
giu	82.0	65.2	20.0
lug	82.0	63.3	23.0
ago	84.0	62.7	34.0
set	85.0	64.5	20.0
ott	85.0	73.8	48.0
nov	86.0	65.9	32.0
dic	87.0	73.4	25.0
<b>Anno</b>	<b>96.0</b>	<b>64.6</b>	<b>14.0</b>



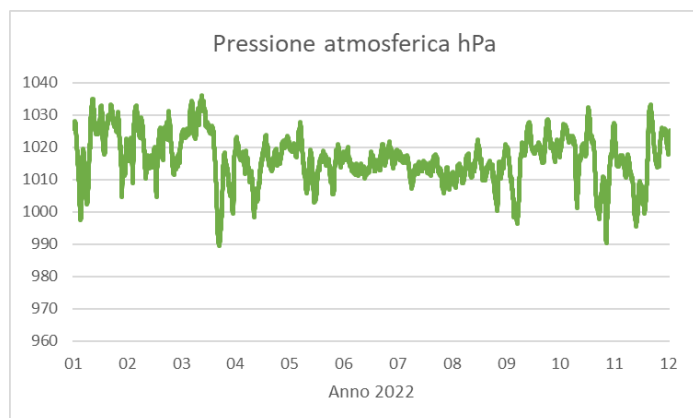
**Figura 8 - Serie temporale umidità relativa, anno 2022**

### Pressione atmosferica

La pressione atmosferica media annua relativa all'anno 2022 si è valutata di 1016.6 hPa. È possibile, inoltre, notare che la pressione atmosferica massima si registra nel mese di Marzo (1036.1hPa) mentre il mese in cui si presenta il valore minimo di pressione atmosferica risulta Aprile (989.5 hPa).

**Tabella 4 - Analisi della Pressione atmosferica[hPa] per l'anno 2022**

periodo	Max [hPa]	Media [hPa]	Min [hPa]
gen	1035.0	1022.2	997.6
feb	1032.9	1020.0	1004.6
mar	1036.1	1022.8	990.3
apr	1023.9	1012.1	989.5
mag	1027.7	1016.5	1002.9
giu	1021.0	1014.5	1005.6
lug	1021.9	1015.6	1007.2
ago	1018.0	1012.6	1005.8
set	1022.3	1011.6	996.5
ott	1028.6	1021.2	1014.4
nov	1032.2	1014.6	990.5
dic	1033.1	1014.9	995.5
Anno	1036.1	1016.6	989.5



**Figura 9 Serie temporale della pressione atmosferica per l'anno 2022**

## 2.1.2 Qualità dell'aria

### 2.1.2.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO E LIMITI DI LEGGE

Il quadro normativo di riferimento per l'inquinamento atmosferico si compone di:

- D. Lgs. 351/99: recepisce ed attua la Direttiva 96/69/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria. In particolare, definisce e riordina un glossario di definizioni chiave che devono supportare l'intero sistema di gestione della qualità dell'aria, quali ad esempio valore limite, valore obiettivo, margine di tolleranza, zona, agglomerato etc;
- D.M. 261/02: introduce lo strumento dei Piani di Risanamento della Qualità dell'Aria, come metodi di valutazione e gestione della qualità dell'aria: in esso vengono spiegate le modalità tecniche per arrivare alla zonizzazione del territorio, le attività necessarie per la valutazione preliminare della qualità dell'aria, i contenuti dei Piani di risanamento, azione, mantenimento;
- D. Lgs. 152/2006, recante "Norme in materia ambientale", Parte V, come modificata dal D. Lgs. n. 128 del 2010.
- Allegato V alla Parte V del D. Lgs. 152/2006, intitolato "Polveri e sostanze organiche liquide". Più specificamente: Parte I "Emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico, scarico o stoccaggio di materiali polverulenti".
- D. Lgs. 155/2010: recepisce ed attua la Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa ed abroga integralmente il D.M. 60/2002 che definiva per gli inquinanti normati (biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, le polveri, il piombo, il benzene ed il monossido di carbonio) i valori limite ed i margini di tolleranza.
- D.Lgs n. 250/2012. Il nuovo provvedimento non altera la disciplina sostanziale del decreto 155 ma cerca di colmare delle carenze normative o correggere delle disposizioni che sono risultate particolarmente problematiche nel corso della loro applicazione

A livello nazionale il D. Lgs. 155/2010 conferma in gran parte quanto stabilito dal D.M. 60/2002, e ad esso aggiunge nuove definizioni e nuovi obiettivi, tra cui:

- valori limite per biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM10, vale a dire le concentrazioni atmosferiche fissate in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana e sull'ambiente;
- soglie di allarme per biossido di zolfo e biossido di azoto, ossia la concentrazione atmosferica oltre, la quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunta la quale si deve immediatamente intervenire;
- valore limite, valore obiettivo, obbligo di concentrazione dell'esposizione ed obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM2,5;
- valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

Il D.Lgs.155/2010 è stato aggiornato dal Decreto Legislativo n. 250/2012 (in vigore dal febbraio 2013) che ha fissato il margine di tolleranza (MDT) da applicare, ogni anno, al valore limite annuale per il PM2.5. Nella tabella seguente si riportano i valori limite per la qualità dell'aria vigenti e fissati dal D. Lgs. 155/2010 (esposizione acuta ed esposizione cronica).

Valori di riferimento per la valutazione della QA secondo il D.Lgs. 155/10, modificato dal D.lgs 250/2012.			
Biossido di azoto NO2	Valore limite orario	Numero di superamenti Media oraria (max 18 volte in un anno)	200 µg/ m <sup>3</sup>

<b>Valori di riferimento per la valutazione della QA secondo il D.Lgs. 155/10, modificato dal D.lgs 250/2012.</b>			
	Valore limite annuale	Media annua	40 µg/ m <sup>3</sup>
	Soglia di Allarme	Numero di superamenti Media oraria (3 ore consecutive)	400 µg/ m <sup>3</sup>
<b>Monossido di carbonio CO</b>	Valore limite	Massima Media Mobile su 8 ore	10 mg/ m <sup>3</sup>
<b>Ozono O3</b>	Soglia di Informazione	Numero di Superamenti del valore orario	180 µg/ m <sup>3</sup>
	Soglia di Allarme	Numero di Superamenti del valore orario (3 ore consecutive)	240 µg/ m <sup>3</sup>
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Numero di superamenti della media mobile di 8 ore massima giornaliera (max 25 gg/anno come media degli ultimi 3 anni)	120µg/ m <sup>3</sup>
<b>Biossido di Zolfo SO2</b>	Valore limite orario	Numero di superamenti Media oraria ( max 24 volte in un anno)	350 µg/ m <sup>3</sup>
	Valore limite giornaliero	Numero di superamenti Media giornaliera ( max 3 volte in un anno)	125 µg/ m <sup>3</sup>
	Soglia di Allarme	Numero di superamenti Media oraria (3 ore consecutive)	500 µg/ m <sup>3</sup>
<b>Particolato Atmosferico PM10</b>	Valore limite giornaliero	Numero di superamenti Media giornaliera (max 35 volte in un anno)	50 µg/ m <sup>3</sup>
	Valore limite annuale	Media annua	40 µg/ m <sup>3</sup>
<b>Benzene C6H6</b>	Valore limite annuale	Media annua	5 µg/ m <sup>3</sup>
<b>IPA come Benzo(a)pirene</b>	Valore obiettivo	Media annua	1 ng/ m <sup>3</sup>
<b>Metalli pesanti</b>			
<b>Arsenico</b>	Valore limite annuale	Media annua	6 ng/ m <sup>3</sup>
<b>Cadmio</b>	Valore limite annuale	Media annua	5 ng/ m <sup>3</sup>
<b>Nichel</b>	Valore limite annuale	Media annua	20 ng/ m <sup>3</sup>

### 2.1.2.2 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

L'atmosfera ricopre un ruolo centrale nella protezione dell'ambiente che deve passare attraverso una conoscenza approfondita e definita in un dominio spazio-temporale, da un lato delle condizioni fisico-chimiche dell'aria e delle sue dinamiche di tipo meteorologico, dall'altro delle emissioni di inquinanti in atmosfera di origine antropica e naturale. La conoscenza dei principali processi responsabili dei livelli di inquinamento è un elemento indispensabile per definire le politiche da attuare in questo settore. In tal senso uno degli strumenti conoscitivi principali è quello di avere e mantenere un sistema di rilevamento completo, affidabile e rappresentativo. La valutazione della qualità dell'aria viene effettuata mediante la verifica del rispetto dei valori limite degli inquinanti, ma anche attraverso la conoscenza delle sorgenti di emissione e

della loro dislocazione sul territorio, tenendo conto dell'orografia, delle condizioni meteorologiche, della distribuzione della popolazione, degli insediamenti produttivi. La valutazione della distribuzione spaziale delle fonti di pressione fornisce elementi utili ai fini dell'individuazione delle zone del territorio regionale con regime di qualità dell'aria omogeneo per stato e pressione. La valutazione e la gestione della qualità dell'aria ambiente in Italia sono attualmente regolamentate dal D.Lgs 155/2010, recepimento della Direttiva Europea 2008/50/CE, che ha modificato in misura strutturale, e da diversi punti di vista, quello che è l'approccio a questa tematica. Il decreto legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" ha ridefinito i criteri che le Regioni sono tenute a seguire per la suddivisione dei territori di competenza in zone di qualità dell'aria, allo scopo di assicurare omogeneità alle procedure applicate su tutto il territorio nazionale.

### **Zonizzazione**

La Regione Liguria ha delimitato il territorio regionale secondo 3 differenti zonizzazioni, adottate con delibera della Giunta Regionale n.44 del 24 gennaio 2014. La zonizzazione che riguarda biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), monossido di carbonio (CO), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), benzene e particolato solido fine (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>) comprende 6 zone denominate: Agglomerato di Genova; Savonese - Bormida; Spezzino; Costa alta pressione antropica; Entroterra alta pressione antropica; Entroterra e costa bassa pressione antropica. La zonizzazione che riguarda Ozono e BaP che comprende 2 zone ovvero Agglomerato di Genova e il resto del territorio regionale. La zonizzazione per i metalli (Pb, As, Cd, Ni) che comprende 3 zone ovvero Agglomerato di Genova; Savonese - Bormida - Spezzino; Costa ed Entroterra. La classificazione delle zone è stata riesaminata ed aggiornata, con delibera della Giunta regionale n.190 del 12 marzo 2021, sulla base delle valutazioni annuali della qualità dell'aria degli anni 2015-2019.

La Regione Liguria, con la deliberazione della Giunta regionale n.441 del 3 maggio 2024, ha riesaminato le zonizzazioni per la protezione della salute che erano state approvate con deliberazione di Giunta n.44 del 24 gennaio 2014 ed ha delimitato la nuova zonizzazione protezione della vegetazione e degli ecosistemi.

Il quadro aggiornato delle emissioni evidenzia come le zone a maggiore pressione antropica IT0711, IT0712, IT0713, IT0714, IT0715, nonostante un miglioramento generalizzato della qualità dell'aria, presentino nel complesso concentrazioni più elevate rispetto alla zona IT0716 a bassa pressione antropica; inoltre, per gli inquinanti NO<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> sono superate le soglie di valutazione stabilite dalla normativa e alcune stazioni da traffico della zona IT0711 registrano ancora il superamento del limite medio annuo di NO<sub>2</sub>. In base all'analisi del quadro conoscitivo aggiornato, del peso e distribuzione del carico emissivo, non viene modificata la zonizzazione vigente per NO<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> non ravvisando variazioni dei presupposti tali da giustificare una differente delimitazione delle zone.

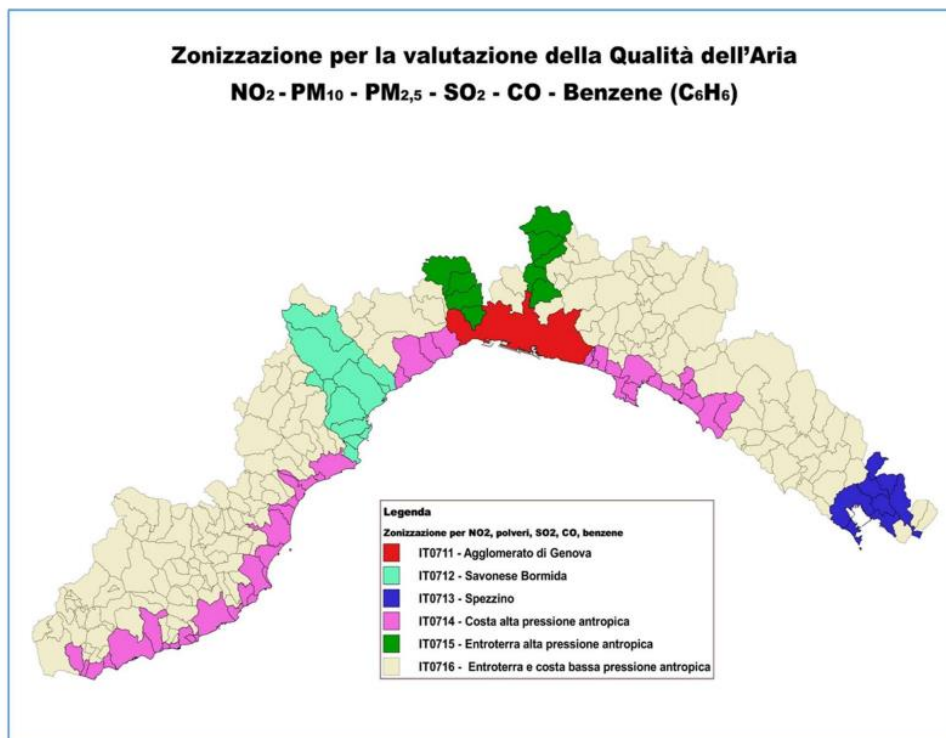


Figura 10 Zonizzazione protezione salute per NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, SO<sub>2</sub>, CO (dgr n. 44 del 24.01.2014)

Sulla base dell'analisi dei dati di emissione aggiornati, la zonizzazione che era stata approvata con dgr n. 44 del 24/01/2014 per Pb, As, Cd, Ni non viene modificata, non ravvisando variazioni significative dei presupposti su cui era basata.

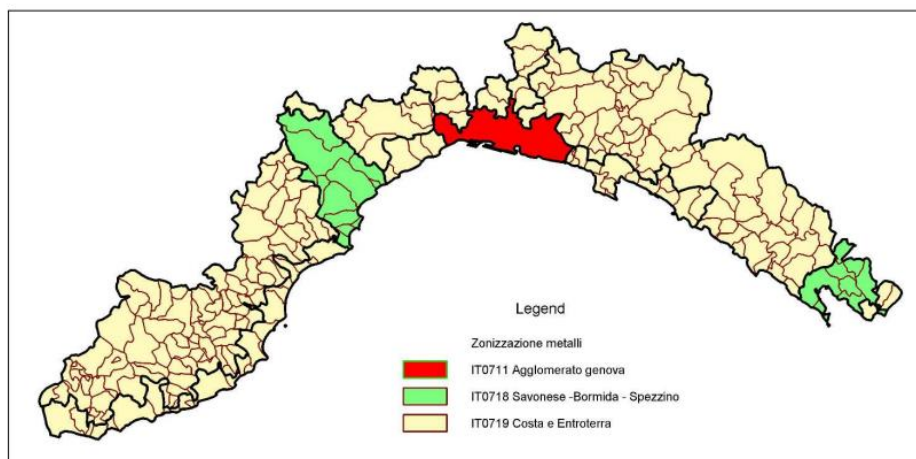


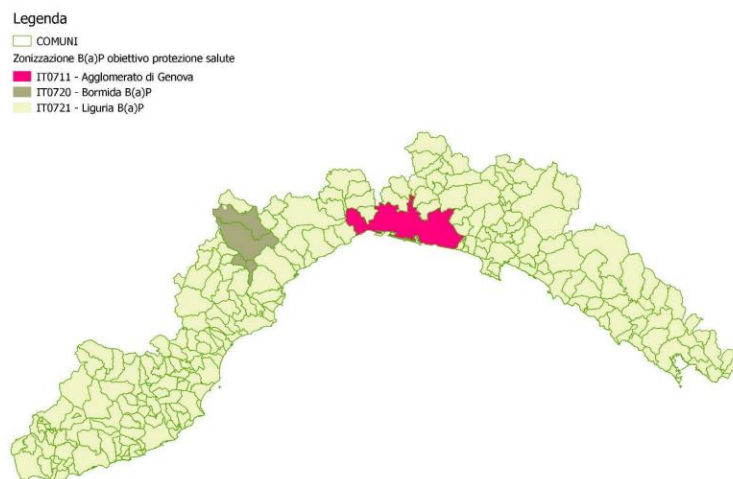
Figura 11 - Zonizzazione protezione salute per i metalli: Pb, As, Cd, Ni (dgr n. 44 del 24.01.2014)

La distribuzione territoriale su base comunale delle emissioni stimate per il Benz(a)pirene dall'inventario regionale riferito all'anno 2016 evidenzia per il comune di Cairo Montenotte una maggiore emissione dovuta al contributo della sorgente locale industriale (cokeria), dato emissivo confermato dalla rete di rilevamento della qualità dell'aria che ha misurato un progressivo incremento delle concentrazioni in quell'area. Al fine di riportare le concentrazioni entro i valori di riferimento normativi è stato approvato con Decreto del Presidente della Giunta Regionale n. 6291 del 16/10/2020 il piano per il risanamento della qualità dell'aria per la zona denominata Savonese – Bormida relativo a misure mirate a contenere le emissioni di benzo(a)pirene.

Pertanto la zonizzazione del territorio regionale per il B(a)P, viene modificata in ragione della distribuzione del carico emissivo e, soprattutto, del superamento del valore obiettivo stabilito dalla normativa nelle stazioni industriali localizzate nel Comune di Cairo Montenotte:

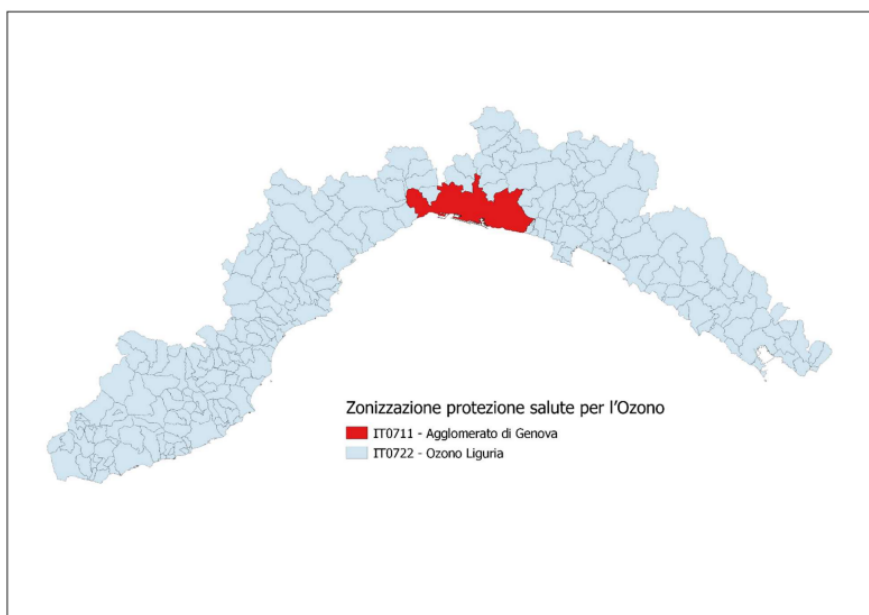
- IT0711 Agglomerato di Genova
- IT0720 Bormida BaP (comprende i comuni di Cairo Montenotte, Carcare, Altare, Dego dell'area omogenea Bormida)
- IT0721 Liguria BaP (comprende tutti gli altri comuni del territorio regionale dove la sorgente principale di emissione è la combustione di biomassa e non si registrano criticità).

La zonizzazione proposta è illustrata nella figura seguente



**Figura 12 Zonizzazione protezione salute per B(a)P (fonte Giunta regionale n.441 del 3 maggio 2024)**

Per quanto riguarda l'Ozono si conferma la delimitazione delle zone approvata con dgr n. 44 del 24/01/2014, di seguito illustrata, che rimane vigente ai fini della protezione della salute, non ravvisando variazioni significative nei presupposti sulla base dei quali erano state individuate le zone.



**Figura 13 Zonizzazione protezione salute per l'Ozono (dgr n. 44 del 24.01.2014)**

Zona	Nome Zona	NO <sub>2</sub> media oraria	NO <sub>2</sub> media annuale	SO <sub>2</sub> media giornaliera	PM <sub>10</sub> media annuale	PM <sub>10</sub> media giornaliera	PM <sub>2.5</sub> media annuale	CO media mobile su 8 ore	CaH <sub>6</sub> media annuale
IT0711	Agglomerato di Genova	Sup. SVS	Sup. SVS	Inf. SVI	Sup. SVS	Sup. SVS	Sup. SVS	tra SVI e SVS	tra SVI e SVS
IT0712	Savonese- Bormida	tra SVI e SVS	Sup. SVS	Inf. SVI	tra SVI e SVS	Sup. SVS	tra SVI e SVS	Inf. SVI	tra SVI e SVS
IT0713	Spezzino	tra SVI e SVS	Sup. SVS	Inf. SVI	tra SVI e SVS	tra SVI e SVS	tra SVI e SVS	Inf. SVI	Inf. SVI
IT0714	Costa con Alta pressione antropica	tra SVI e SVS	Sup. SVS	Inf. SVI	tra SVI e SVS	tra SVI e SVS	tra SVI e SVS	Inf. SVI	tra SVI e SVS
IT0715	Entroterra genovese con alta pressione antropica	tra SVI e SVS	Sup. SVS	Inf. SVI	tra SVI e SVS	Sup. SVS	Sup. SVS	Inf. SVI	Inf. SVI
IT0716	Entroterra e Costa con bassa pressione antropica	Inf. SVI	Inf. SVI	Inf. SVI	Inf. SVI	Inf. SVI	Inf. SVI	Inf. SVI	Inf. SVI

**Figura 14 classificazione delle zone di qualità dell'aria per i principali inquinanti (fonte ArpaL)**

L'area interessata da questo studio rientra nella zona denominata **AGGLOMERATO DI GENOVA (IT0711)**.

#### QUALITA' DELL'ARIA

La valutazione della qualità dell'aria si basa sulle misurazioni dei livelli di inquinanti effettuati dalle stazioni della rete di monitoraggio regionale.



In questi anni ARPAL ha attuato un programma di interventi per la ristrutturazione e l'adeguamento della rete di misura al programma di valutazione regionale che ha consentito la sostituzione di strumenti esistenti non conformi alla norma, l'ammodernamento della rete nel suo complesso e la dismissione di stazioni valutate non conformi ai criteri di macro e micro-localizzazione stabiliti dalla norma.

L'assetto attuale della rete di monitoraggio regionale che comprende la zona di GENOVA è riassunto nella seguente tabella.

**Tabella 5 caratteristiche delle stazioni dell'AGGLOMERATO DI GENOVA (fonte ARPAL)**

Zona	Nome Stazione	Tipo Stazione	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM10	PM2.5	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO
IT0711	Quarto - Genova (GE)	U. F.	X	X	X	X	X	--
	C.so Firenze - Genova (GE)	U. F.	X	X	X	X	--	X
	Parco Acquasola - Genova (GE) <sup>1</sup>	U. F.	--	--	--	--	--	--
	Multedo Ronchi - Genova (GE)	U. T.	--	X	X	--	--	--
	C.so Europa - via S. Martino - Genova (GE)	U. T.	--	X	X	X	X	X
	Via Pastorino Bolzaneto - Genova (GE)	U. T.	--	X	--	--	--	X
	C.so Buenos Aires - Genova (GE)	U. T.	--	X	X	--	X	--
	Via Buozzi - Genova (GE)	U. T.	--	X	X	--	X	X
	Multedo Villa Chiesa - Genova (GE)	U. I.	X	--	--	--	X	--
	Via Ungaretti - Pegli (Ge)	S.F.		X	--			

Per l'analisi della qualità dell'aria si fa riferimento alle stazioni: URBANA FONDO di GENOVA C.SO FIRENZE, URBANA FONDO di GENOVA PARCO ACQUASOLA e SUBURBANA FONDO di PEGLI VIA UNGARETTI.

Le stazioni effettuano il monitoraggio di BLOSSIDO DI AZOTO, PM10, SO<sub>2</sub>, PM2.5, CO.

Per ciascun inquinante delle stazioni considerate rappresentative, vengono effettuate le elaborazioni degli indicatori fissati e viene mostrato il confronto con i limiti di riferimento stabiliti dalla normativa vigente in materia ambientale.

Ai fini dell'elaborazione degli indicatori da confrontare con i valori limite previsti dalla normativa, si considerano le serie di dati raccolti per ogni inquinante monitorato mediante le stazioni fisse della rete di monitoraggio con rappresentatività annuale o assimilabile ad essa.

Di seguito si mostra l'andamento riferito al quadriennio 2019-2022 di ogni inquinante monitorato dalla stazione sopra citata e si confrontano i livelli attuali con i valori limite previsti dalla normativa vigente, i dati sono ricavati dal documento VALUTAZIONE ANNUALE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA - ANNI DI MONITORAGGIO – 2019- 2020-2021-2022\_2023 di ARPA LIGURIA, dalla banca dati regionale e dal sito <https://svcarto.regione.liguria.it/geoservices/apps/viewer/pages/apps/rqa/>

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

Il biossido di azoto è un inquinante secondario, generato dall'ossidazione del monossido di azoto (NO) in atmosfera. Il traffico veicolare rappresenta la principale fonte di emissione del biossido di azoto. Gli impianti di riscaldamento civili ed industriali, le centrali per la produzione di energia e numerosi processi industriali rappresentano altre fonti di emissione.

**Tabella 6 Confronto con i limiti di riferimento NO2**

Stazione	2019 N° medie orarie >200 µg/m <sup>3</sup> (V.L. 18)	Media annuale (V.L. 40 µg/m <sup>3</sup> )	2020 N° medie orarie >200 µg/m <sup>3</sup> (V.L. 18)	Media annuale (V.L. 40 µg/m <sup>3</sup> )	2021 N° medie orarie >200 µg/m <sup>3</sup> (V.L. 18)	Media annuale (V.L. 40 µg/m <sup>3</sup> )	2022 N° medie orarie >200 µg/m <sup>3</sup> (V.L. 18)	Media annuale (V.L. 40 µg/m <sup>3</sup> )	2023 N° medie orarie >200 µg/m <sup>3</sup> (V.L. 18)	Media annuale (V.L. 40 µg/m <sup>3</sup> )
GENOVA C.SO FIRENZE	0	24	0	23	0	26	0	21	0	18
PARCO ACQUASOLA - GENOVA	-	-	-	-	-	-	0	17	0	15
VIA UNGARETTI - PEGLI - GENOVA	-	-	0	20	0	17	0	16	0	14

PM<sub>10</sub> (Polveri fini)

Con il termine PM<sub>10</sub> si fa riferimento al materiale particolato con diametro uguale o inferiore a 10 µm. Il materiale particolato può avere origine sia antropica che naturale. Le principali sorgenti emissive antropiche in ambiente urbano sono rappresentate dagli impianti di riscaldamento civile e dal traffico veicolare. Le fonti naturali di PM<sub>10</sub> sono riconducibili essenzialmente ad eruzioni vulcaniche, erosione, incendi boschivi etc.

**Tabella 7 Confronto con i limiti di riferimento PM10**

Stazione	2019 N° medie giornaliere >50µg/m <sup>3</sup> (V.L. 35 giorni)	Media annuale (V.L. 40 µg/m <sup>3</sup> )	2020 N° medie giornaliere >50µg/m <sup>3</sup> (V.L. 35 giorni)	Media annuale (V.L. 40 µg/m <sup>3</sup> )	2021 N° medie giornaliere >50µg/m <sup>3</sup> (V.L. 35 giorni)	Media annuale (V.L. 40 µg/m <sup>3</sup> )	2022 N° medie giornaliere >50µg/m <sup>3</sup> (V.L. 35 giorni)	Media annuale (V.L. 40 µg/m <sup>3</sup> )	2023 N° medie giornaliere >50µg/m <sup>3</sup> (V.L. 35 giorni)	Media annuale (V.L. 40 µg/m <sup>3</sup> )
GENOVA C.SO FIRENZE	52	16	62	14	2	15	1	15	0	14

**Tabella 8 Confronto con i limiti di riferimento PM2.5**

Stazione	2019 Media annuale (V.L. 25 µg/m3)	2020 Media annuale (V.L. 25 µg/m3)	2021 Media annuale (V.L. 25 µg/m3)	2022 Media annuale (V.L. 25 µg/m3)	2023 Media annuale (V.L. 25 µg/m3)
GENOVA C.SO FIRENZE	-	10	9	9	8

Monossido di Carbonio (CO)

Il monossido di carbonio è un inquinante tipico delle aree urbane, proviene principalmente dai gas di scarico degli autoveicoli a benzina e varia proporzionalmente alla densità del traffico automobilistico. Esso è inoltre emesso nei processi di combustione in difetto d'aria/ossigeno nelle acciaierie, nelle raffinerie, nelle autofficine e nei garage. Il CO ha un tempo di residenza in atmosfera di circa 4 mesi.

**Tabella 9 Confronto con i limiti di riferimento CO**

Stazione	2019 Massimo media mobile su 8 ore (V.L. 10 mg/m <sup>3</sup> )	2020 Massimo media mobile su 8 ore	2021 Massimo media mobile su 8 ore	2022 Massimo media mobile su 8 ore	2023 Massimo media mobile su 8 ore
GENOVA C.SO FIRENZE	2.3	2.0	2.0	1.7	1.8

Tutti i parametri monitorati rimangono stabili e ampiamente entro i limiti normativi.

### 3.0 MODELLI DI DISPERSIONE

#### 3.1 SCELTA E TIPOLOGIE DI MODELLI DIFFUSIONALI

Quando gas o particelle vengono immessi in atmosfera si disperdono per opera del moto caotico dell'aria; tale fenomeno è noto come diffusione turbolenta. Scopo dello studio del comportamento degli inquinanti in atmosfera è la conoscenza della loro distribuzione spaziale e temporale.

Nella maggior parte dei casi si ricorre alla descrizione matematica dei processi di trasporto, reazione chimica e rimozione attraverso l'ausilio di modelli matematici di simulazioni (detti modelli di diffusione) atti a descrivere la distribuzione di una determinata sostanza in atmosfera.

La scelta dello strumento modellistico adeguato alle esigenze dello specifico caso di studio necessita di un'attenta fase di valutazione di applicabilità, da espletarsi attraverso la verifica

- del problema: scala spaziale, temporale, dominio, tipo di inquinante, tipo di sorgenti, finalità delle simulazioni;
- dell'effettiva disponibilità dei dati di input;
- delle risorse di calcolo disponibili;
- del grado di complessità dei vari strumenti disponibili e delle specifiche competenze necessarie per la sua applicazione;
- delle risorse economico-temporali disponibili.

Naturalmente, la complessità della realtà fisica fa sì che nessun modello possa rappresentare la situazione reale nella sua completezza: ciascun modello rappresenta necessariamente una semplificazione e un'approssimazione della realtà.

#### **Criteri che concorrono alla scelta del modello**

In generale, i modelli matematici diffusionali si possono dividere in due categorie:

- modelli deterministici;
- modelli statistici.

I modelli deterministici si basano su equazioni che si propongono di descrivere in maniera quantitativa i fenomeni che determinano il comportamento dell'inquinante in atmosfera.

Si dividono a loro volta in due classi:

- modelli euleriani: riferiti ad un sistema di coordinate fisse;
- modelli lagrangiani: riferiti ad un sistema di coordinate mobile, che segue gli spostamenti degli elementi di cui si desidera riprodurre il comportamento in atmosfera.

I modelli euleriani si suddividono, a loro volta, in:

- modelli analitici,
- modelli a box,
- modelli a griglia.

I modelli analitici si basano sull'integrazione, in condizioni semplificate, dell'equazione generale di trasporto e diffusione. Le condizioni meteorologiche possono considerarsi stazionarie (plume models) oppure dipendenti dal tempo (puff models).

I modelli a box suddividono il dominio in celle, all'interno delle quali si assume che l'inquinante sia perfettamente miscelato. E' inoltre possibile tenere conto di eventuali termini di trasformazione chimica e di rimozione dovuta a fenomeni di deposizione.

I modelli a griglia si basano sulla soluzione dell'equazione di diffusione atmosferica tramite tecniche alle differenze finite. Prendono il nome dalla suddivisione del dominio in un grigliato tridimensionale e sono in grado di tener conto di tutte le misure meteorologiche disponibili e delle loro variazioni spaziali e temporali, nonché di trasformazioni quali le reazioni chimiche, la deposizione secca o umida.

I modelli lagrangiani si suddividono in:

- modelli a box,
- modelli a particelle.

I modelli lagrangiani a box, diversamente dai corrispondenti modelli euleriani, ottengono una risoluzione spaziale lungo l'orizzontale, non possibile nei primi a causa dell'ipotesi di perfetto miscelamento. La dimensione verticale del box è posta uguale all'altezza di miscelamento. L'ipotesi semplificatrice più significativa consiste nell'assumere la dispersione orizzontale nulla (assenza di scambio con l'aria circostante).

Nei modelli a particelle la dispersione dell'inquinante viene schematizzata attraverso pseudo-particelle di massa nota, che evolvono in un dominio tridimensionale. Il moto delle particelle viene descritto mediante la componente di trasporto, espressa attraverso il valore medio del vento, e quella turbolenta, espressa attraverso le fluttuazioni dello stesso intorno al valore medio. Questo approccio permette di tener conto delle misure meteorologiche disponibili, anche relative a situazioni spaziali e temporali complesse, evitando parametrizzazioni sulla turbolenza (classi di stabilità e coefficienti di diffusione semi-empirici).

I modelli statistici si basano su relazioni statistiche fra insiemi di dati misurati e possono suddividersi, a seconda delle tecniche statistiche implementate, in:

- modelli di distribuzione,
- modelli stocastici,
- modelli di recettore.

Tutti i modelli statistici non prevedono l'utilizzo delle equazioni che descrivono la realtà fisica, ma utilizzano i soli dati misurati nel passato dalla rete di monitoraggio e forniscono le previsioni dei valori di concentrazione nei soli punti della rete stessa. Nelle loro forme più semplici, questi modelli si basano su espressioni lineari formate dal termine che esplicita la relazione tra dati passati e dato previsto e dal termine stocastico vero e proprio; le ulteriori affinzioni possono derivare con l'apporto esplicito o implicito di altre variabili, meteorologiche o emissive.

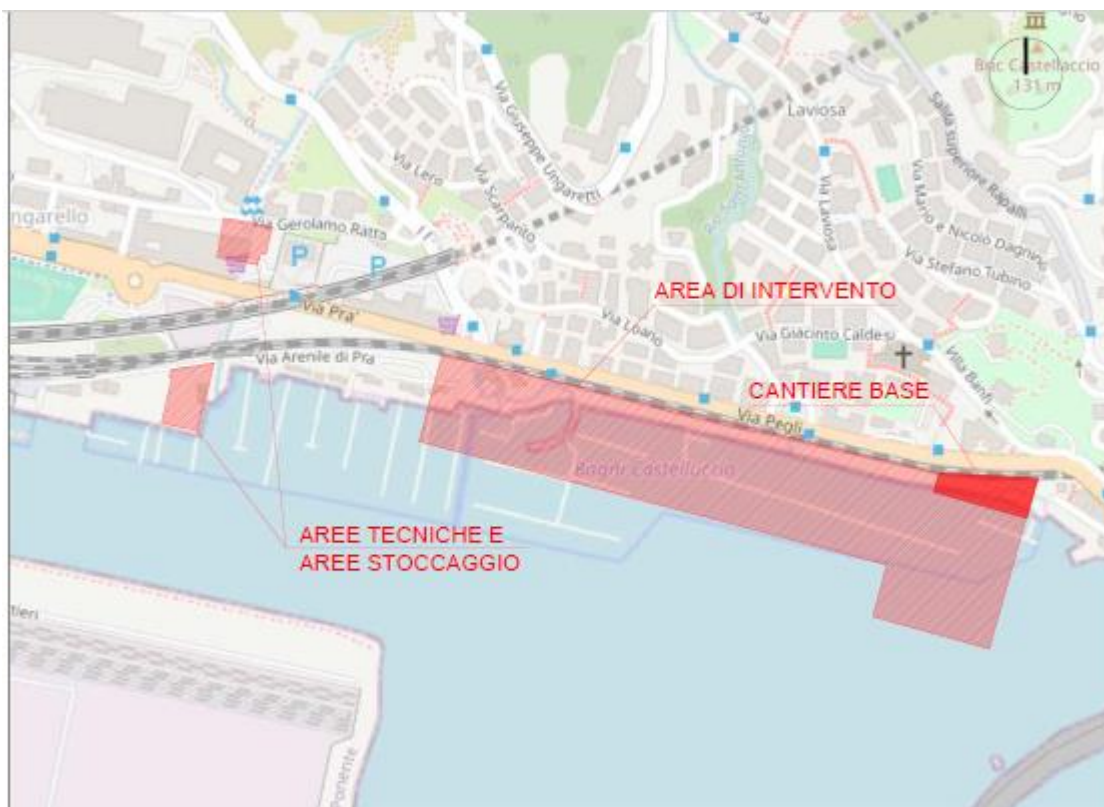
In questo studio sono stati utilizzati due differenti modelli di dispersione:

- **CALPUFF per la valutazione delle ricadute dalle attività di cantiere.**
- **CALINE4 per la descrizione del traffico veicolare indotto dal cantiere (materiali in uscita e in ingresso) e dall'esercizio**

## 4.0 QUANTIFICAZIONE DELLE EMISSIONI

### 4.1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI CANTIERE

L'intervento in progetto propone la realizzazione di un nuovo porticciolo turistico a completamento delle aree portuali di Genova Prà-Voltri nella parte terminale verso Pegli in corrispondenza dell'imboccatura di levante. Oltre alle citate aree portuali, l'intervento intende raccordare la progettazione verso ponente ai "Bagni Castelluccio", in modo tale da proporre una soluzione organica che garantisca un intervento di riqualificazione unitario di tutto il tratto di litorale che si sviluppa a valle della massicciata ferroviaria tra il promontorio de "il Risveglio", a levante, e la rocca del "Castelluccio" a ponente.



**Figura 15 Estratto cartografico da OpenStreetMap**

Il progetto delle opere prevede le seguenti opere:

- Un nuovo fronte di banchina parallelo all'attuale linea di costa sottostante la ferrovie, con retrostanti nuove aree a terra a servizio della nautica da diporto, nello specifico, la realizzazione di un banchinamento a giorno con scogliera sottostante.
- Un molo con funzione di frangiflutti, posto a protezione dello specchio acque del nuovo porticciolo, posizionato a levante dell'area oggetto di intervento. In particolare, il tratto rettilineo in radice, che si raccorda con le nuove aree previste a terra, sarà costituito da un'opera a gettata. La sovrastruttura lato levante è stata prevista in modo da poter essere

utilizzata per ricavare locali da adibire a ricovero di attrezzature nautiche a servizio dei diportisti. Lungo il lato di ponente del molo, è prevista la costruzione di un banchinamento a giorno, con lo stesso principio di realizzazione del nuovo fronte di banchina sopra descritto con piloni e scogliera sottostante. In corrispondenza della testa del molo è prevista la costruzione di un piazzale dal quale si formerà uno scalo di alaggio con direzione parallela allo sviluppo del molo stesso.

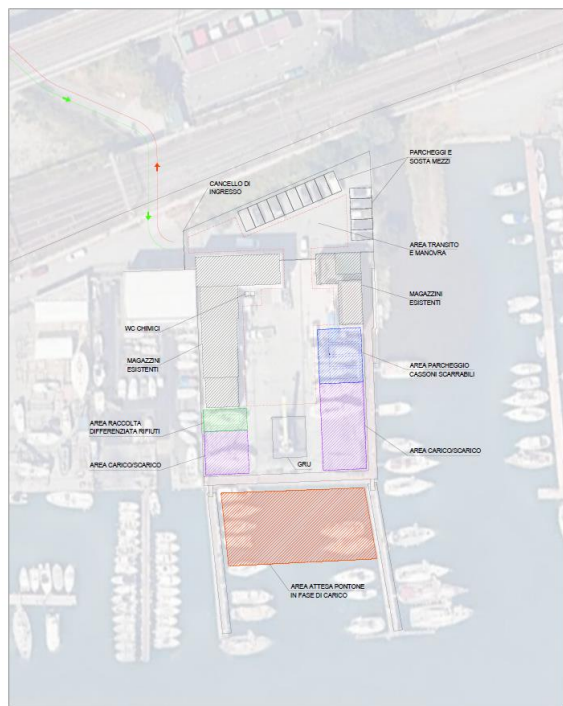
- Pontili galleggianti attrezzati per l'ormeggio delle imbarcazioni, ripartiti in tre gruppi collegati a terra mediante pontili di accesso, anch'essi galleggianti.



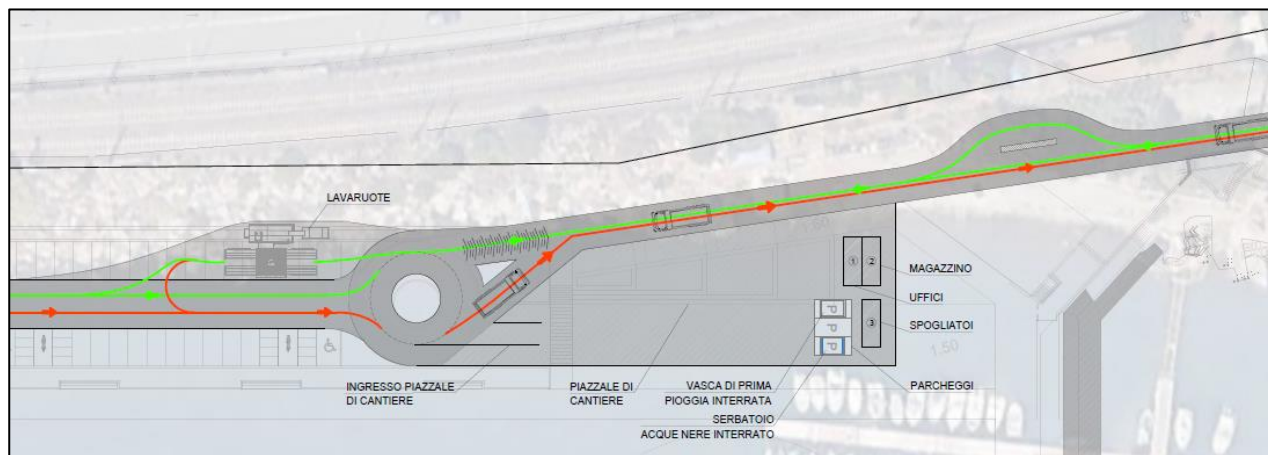
Figura 16 planimetria generale di cantierizzazione



Figura 17 dettaglio aree di stoccaggio



**Figura 18 dettaglio cantiere area Mostes**



**Figura 19 dettaglio cantiere base**

La realizzazione delle opere può essere ripartita in macrofasi:

- FASE 1 - Realizzazione della rampa di accesso da Via Zaccaria e riempimento nell'area prossima a quella di accesso, realizzazione della radice del molo
- FASE 2 - Riempimento e realizzazione opere marittime di banchina
- FASE 3 - Realizzazione di opere idrauliche e prosecuzione della realizzazione delle opere marittime e dei riempimenti di banchina.

- FASE 4 - Prosecuzione della realizzazione delle opere marittime e dei riempimenti di banchina.
- FASE 5 - Completamento dei riempimenti in prossimità dei Bagni Castelluccio, ristrutturazione del fabbricato.
- FASE 6 - Completamento molo
- FASE7 - Realizzazione delle finiture finali

## 4.2 ATTIVITA' DI CANTIERE

Le informazioni di input necessarie ed utilizzate per le valutazioni della stima delle emissioni e il conseguente impatto sulla qualità dell'aria, sono costituite dal cronoprogramma di massima, dati sulla movimentazione materiali, tipologia delle attività in cantiere, approvvigionamenti e dati sui percorsi di traffico indotto.

In particolare in questo capitolo sono considerate tutte le attività che avvengono all'interno del cantiere, nel seguito elencate, comprensive di dragaggio, traffico interno all'area di cantiere per la movimentazione materiali e scavi.

La programmazione semplificata delle attività di cantiere per la realizzazione del progetto è riportata nel seguito. Si rimanda al di progetto per maggiori dettagli.

I dati riportati nel presente capitolo relativi ai quantitativi dei materiali da costruzione derivano da stime generali, si rimanda agli elaborati di progetto per il maggiore dettaglio delle singole opere. Essi si riferiscono infatti unicamente alle opere e lavorazioni principali che determinano la principale esigenza di trasporto.

Si riportano nelle seguenti tabelle il dettaglio dei volumi di scavo, dei giorni di lavoro effettivi di cantiere e delle ore giorno di lavoro. Inoltre, sono indicati il numero e tipo di mezzi d'opera previsti in cantiere e la destinazione del materiale per lo stoccaggio.

Di seguito vengono riportate le stime delle quantità di materiale da movimentare per la realizzazione delle opere. Per il dettaglio sulla tipologia di materiali si rimanda alla relazione di cantierizzazione.

il fabbisogno di materiali per tipologia e relativi quantitativi riportato nelle tabelle di seguito prevede un quantitativo totale di 127251 m<sup>3</sup> a cui è necessario aggiungere circa 13000 m<sup>3</sup> derivanti dall'escavo dei fondali in quanto tali materiali non verranno riutilizzati in situ.

<b>Materiali in ingresso per via marittima</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>t</b>	<b>trasporto</b>
materiale vario ( massi artificiali, tout-venant, acciaio prefabbricati in cls etc)	88342.8	132585.8	Pontone e mezzi terrestri
Demolizioni	676.8	979.8	



<b>Materiali in ingresso via terra</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>t</b>	<b>trasporto</b>
materiale vario ( calcestruzzo, capouteria, massetti etc)	19775.9	8574.4	mezzi terrestri

<b>Materiale in uscita da movimentare con scambio intermodale gomma/mare</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>t</b>	<b>trasporto</b>
materiale vario (casseforme,recinzioni etc)	5460.4	1400.7	Pontone e mezzi terrestri
Demolizioni	676.8	979.8	

<b>Materiali da reimpiegare in sito</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>t</b>	<b>trasporto</b>
Sedimenti di dragaggio	13000	21000	draga

li materiali escavati dal sedime attuale verranno caricati a bordo della draga con le operazioni di escavazione e ricollocati in opera negli appositi spazi.

**Il materiale da scavato da operazioni di dragaggio si considera una sorgente emissiva di polveri nulla perche il materiale è completamente bagnato.**

Nei quantitativi di materiali movimentati descritti nelle tabelle precedenti sono compresi anche le quantità di materiali movimentate e i mezzi coinvolti dalle lavorazioni inerenti al solo Rio Grille'

L'accesso alle aree di cantiere dalla viabilità esterna è possibile dai due rami di collegamento alla viabilità pubblica principale posti agli estremi delle aree interessate dalle lavorazioni:

- A Levante da via Benedetto Zaccaria, innestata a 150m di distanza da via Pra' (S.S. 1);
- A Ponente da via Arenile di Pra', che si ricongiunge a via Pra' (S.S. 1) in circa 500m attraverso l'intersezione della stessa con altre viabilità secondarie

Le stime delle emissioni di gas e polveri sono state valutate anche per la viabilità esterna di cantiere per due differenti attività: le operazioni di scavo e demolizione (trasporto verso l'esterno) e le operazioni di costruzione (approvvigionamento di materiale).

### **4.3 CRITERI PER LA STIMA DELLE EMISSIONI**

La valutazione delle emissioni di polveri e l'individuazione dei necessari interventi di mitigazione sono state effettuate secondo le indicazioni di cui ai contenuti delle "*Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali pulverulenti*" redatte da ARPAT previa convenzione con la Provincia di Firenze.

Tali linee guida introducono i metodi di stima delle emissioni di particolato di origine diffusa prodotte dalle attività di trattamento degli inerti e dei materiali pulverulenti in genere, e le azioni e le opere di mitigazione che si possono effettuare, anche ai fini dell'applicazione del D.Lgs 152/06 (Allegato V alla Parte 5°, Polveri e sostanze organiche liquide, Parte 1: Emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali pulverulenti).

I metodi di valutazione proposti nelle Linee guida ARPAT provengono principalmente da dati e modelli dell'US-EPA (*AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors*) ai quali si rimanda per la consultazione della trattazione originaria, in particolare degli algoritmi di calcolo, e qualora sorgessero dubbi interpretativi.

Le linee guida ARPAT sono suddivise principalmente in due capitoli: nel Capitolo 1 sono analizzate le sorgenti di particolato dovute alle attività di trattamento di materiali polverulenti e per ciascuna sorgente vengono individuate le variabili da cui dipendono le emissioni ed il metodo di calcolo, in taluni casi semplificato rispetto al modello originale ed adattato dove possibile alla realtà locale. Nel Capitolo 2 sono presentate delle soglie di emissione al di sotto delle quali l'attività di trattamento di materiali polverulenti può essere ragionevolmente considerata ad impatto non significativo sull'ambiente. Tale conclusione deriva dall'analisi effettuata tramite l'applicazione di modelli di dispersione, i cui risultati indicano che al di sotto dei valori individuati non sussistono presumibilmente rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria di PM<sub>10</sub> dovuti alle emissioni dell'attività in esame.

Le due principali tipologie di emissioni di inquinanti sono:

- Emissioni particellari dovute alle lavorazioni all'interno del cantiere: quali demolizioni e scavi, carico/scarico del materiale, formazioni e stoccaggio di cumuli, trasporto del materiale su aree non pavimentate; (PM10)
- Emissioni particellari dovute alle macchine operatrici e mezzi pesanti in cantiere. (PM10, NOX)

Per la valutazione delle citate emissioni si è fatto riferimento alla metodologia precedentemente citata.

Nei seguenti paragrafi si descrive l'approccio utilizzato per la stima delle emissioni connesse alle attività di cantiere (comprese le movimentazioni, demolizioni, trasporti da e per le aree di cantiere).

#### **4.3.1 Fattori di Emissione da attività di cantiere (PM10)**

Nel presente paragrafo si riportano le metodologie utilizzate per la stima delle emissioni di polveri dalle attività di cantiere, suddivise in fasi come riportato nel paragrafo precedente.

In particolare, facendo riferimento alle linee guida ARPAT della regione Toscana si sono stimati i fattori di emissione per ogni singola attività di cantiere così da poter calcolare il rateo emissivo di Polveri PM10 per ogni fase del cantiere.

Il materiale in lavorazione è stato considerato avere una densità media di 1,7 Mg/mc (tonnellate per metro cubo) pertanto nelle stime quantitative i metri cubi di materiale sono stati convertiti in peso considerando questo fattore di conversione.

#### **ATTIVITÀ DI SCOTICO E SBANCAMENTO**

Nel presente paragrafo vengono calcolati i fattori di emissione generati dall'attività di scotico sbancamento del materiale nelle aree di lavorazione. Lo stesso fattore è stato utilizzato per le demolizioni.

Per tale operazione si utilizza il fattore di emissione delle operazioni di scotico/scavo previsto in “13.2.3 Heavy construction operation”, pari a 5.7 kg/km di PTS. Ipotizzando una frazione di PM10 dell'ordine del 60% del PTS, si ottiene un fattore di emissione per il PM10 pari a 3.42 kg/km.

Nella fase di scavo si ipotizza che una ruspa rimuova circa 12 m<sup>3</sup>/h di materiale. L'emissione oraria stimata per questa fase è quindi pari a 0.02394 kg/h di PM10. Le ore di lavorazione sono poi calcolate in base al quantitativo giornaliero di materiale previsto dal programma dei lavori. Questo determina direttamente il numero di mezzi che contemporaneamente lavorano nella singola area di cantiere.

- **FE scavo (PM10)= 3.42 kg/km**

Per la fase di sbancamento o estrazione non è presente uno specifico fattore di emissione; considerando che il materiale estratto è bagnato, si considera cautelativamente il fattore di emissione associato al SCC 3-05-027-60 Sand Handling, Transfer, and Storage in “Industrial Sand and Gravel”, pari a 1.30x10<sup>-3</sup> lb/tons di PTS equivalente a 3.9x10<sup>-4</sup> kg/Mg di PM10 avendo considerato il 60% del particolato come PM10

- **FE sbancamento (PM<sub>10</sub>)= 3.9x10<sup>-4</sup> kg/Mg**

#### ATTIVITÀ DI CARICO/SCARICO DEL MATERIALE

Per le operazioni relative al “carico camion” del materiale estratto cui corrisponde il codice EPA SCC 3-05-020-33, non è disponibile un fattore di emissione. Può essere eventualmente utilizzato quello del SCC 3-05-010-37 “*Truck Loading: Overburden*” presente per il settore “*Coal Mining, Cleaning and Material Handling*”, corrispondente alla fase di carico del materiale superficiale rimosso dallo scotico.

Osservando i rapporti tra i fattori di emissione di PM<sub>10</sub> e PTS, si può ritenere cautelativo considerare una componente PM<sub>10</sub> dell'ordine del 60% del PTS.

Il fattore di emissione espresso in Kg per ogni Mg (tonnellata) di materiale caricato è pari a 0.0075 per il PM10 calcolato in base a SCC 3-05-010-37.

- **FE carico camion (PM<sub>10</sub>)= 0.0075 kg/Mg**

Per la fase di scarico è stato considerato il fattore SCC 3-05-010-42 “*Truck unloading: Bottom-Dump- Overburden*” pari a 0,0005 Kg/Mg di PM10 materiale scaricato.

- **Fattore: PM10 : 0.0005 kg/t**

#### FORMAZIONE E STOCCAGGIO CUMULI

Il fattore di emissione utilizzato per la stima della polverosità generata dalle attività di formazione e stoccaggio cumuli prende in considerazione le attività di sollevamento delle polveri per via eolica dei cumuli (si sottolinea che tale circostanza risulta in realtà considerata a scopo cautelativo) ed è il seguente:

$$E = k \cdot (0,0016) \cdot \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$$

dove: k rappresenta la costante adimensionale variabile in funzione della dimensione delle particelle:

k= 0.35 per il calcolo di PM<sub>10</sub>

U = velocità media del vento (m/s)

M = umidità del materiale accumulato (%)

Il parametro k varia a seconda della dimensione del particolato come riportato in tabella:

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k) For Equation 1				
< 30 µm	< 15 µm	< 10 µm	< 5 µm	< 2.5 µm
0.74	0.48	0.35	0.20	0.053 <sup>a</sup>

La suddetta formula empirica garantisce una stima attendibile delle emissioni considerando valori di U e M compresi nel *range* di valori (ben rappresentativo della situazione oggetto di studio) specificati nella tabella seguente.

Parametro	Range
Velocità del vento	0,6 – 6.7 m/s
Umidità del materiale	0,25 – 4,8 %

Nel caso in esame, la velocità del vento è stata cautelativamente assunta pari a 6,7 m/s: tale valore descrive la peggiore situazione riscontrabile in sito, compatibilmente con l'intervallo di applicabilità della formula sopra riportato. Tale valore appare ampiamente cautelativo. L'umidità del materiale è assunta pari a 4%.

Le quantità di materiale da movimentare sono state individuate dall'analisi congiunta degli elaborati e planimetrie di progetto. Si riporta di seguito il fattore di emissione associato alle operazioni di formazione e stoccaggio cumuli:

- **FE formazione cumuli (PM10)= 0.0009 kg/Mg**

#### EROSIONE del VENTO dei CUMULI

Facendo riferimento a quanto riportato nel paragrafo 1.4 delle Linee guida ARPAT ed applicando l'espressione :

$$EF_i(\text{Kg/h}) = EF_i \cdot a \cdot mvh$$

a: superficie dell'area movimentata in m<sup>2</sup>

movh: numero di movimentazioni/ora

e definendo conservativamente le caratteristiche del cumulo come segue:

tipologia	tipologia	Area movimentata	Movimentazioni/h	EFi [kg/m2]
Deposito temporaneo	Cumulo alto H/D>2	30 m2	1	7.9E-06

Il valore è stato valutato impostando un'altezza del cumulo pari a 2 m, ipotizzandolo conico con un diametro di 5.6 m e con una superficie laterale di circa 30 m2. Il rapporto tra altezza del cumulo e diametro è superiore a 0.2 quindi il cumulo è considerato "alto" e il fattore di emissione risulta pari a  $7.9 \times 10^{-6}$  kg/m

- **Fattore PM10: 0,00024 Kg/h**

#### TRAFFICO DI MEZZI PESANTI NELLE AREE NON PAVIMENTATE

Per la stima delle emissioni di polvere generate dal traffico veicolare per azione del risollevarimento nelle aree non pavimentate è stato utilizzato il seguente fattore di emissione:

$$E = k \cdot \left(\frac{S}{12}\right)^a \cdot \left(\frac{W}{3}\right)^b \quad [\text{kg/km}]$$

dove:

- W = peso medio dei mezzi di cantiere che percorrono le aree considerate (t)
- S = contenuto del limo dello strato superficiale delle aree non pavimentate (%)

Il contenuto di limo è stato assunto pari al 14 %, conforme all'intervallo di valori compresi tra l'1,8% e il 25,2% e coerente con quanto indicato nelle Linee Guida ARPAT. I valori di K, a e b sono stati assunti:

- per PM<sub>10</sub>

K= 0.423

a= 0.900

b= 0.450

Si riportano di seguito i fattori di emissione associati al passaggio su aree non pavimentate:

I Km medi percorsi sono stati stimati a partire dall'estensione media del percorso nelle aree non pavimentate secondo la viabilità ipotizzata (desunta a partire dalla consultazione congiunta degli elaborati grafici di progetto), moltiplicata per il numero dei mezzi stimati durante la specifica attività in esame. Il peso medio dei mezzi di cantiere (W) che percorrono le aree considerate viene

considerato pari a 35 t. Pertanto il fattore di emissione per le polveri PM10 che si può utilizzare è pari a :

- **FE passaggio su piste non pavimentate (PM10)= 1.4679kg/Km**

### Riepilogo fattori di emissione

Nella seguente tabella i fattori di emissione considerati ed utilizzati per il calcolo delle emissioni di PM10.

**Tabella 10 riepilogo fattori di emissione.**

<b>Fattori di Emissione</b>	<b>PM10</b>	<b>UM</b>
Scavo e demolizione	0.02394	kg/h
Sbancamento	3.9x10 <sup>-4</sup>	kg/t
Formazione e stoccaggio cumuli	0.0009	kg/t
Erosione del vento dai cumuli	0.00024	kg/h
Movimentazione materiale su pista non pavimentata	1.4679	kg/kg movimentato*km materiale
Carico camion	0.0075	kg/t
Scarico camion	0.0005	kg/t

#### 4.3.2 Emissioni dai gas di scarico di macchine e mezzi d'opera (PM10, NOx)

Con riferimento all'emissione di sostanze inquinanti ad opera dei mezzi meccanici e degli automezzi in circolazione sulle piste di cantiere e sulla viabilità principale, si aggiungono anche le PM10, da traffico veicolare. Per la stima dei fattori di emissione delle macchine e dei mezzi d'opera impiegati è stato fatto riferimento al database del programma di calcolo COPERT III ed all'Atmospheric Emission Inventory Guidebook dell'EEA. All'interno del documento è possibile individuare dati relativi ai seguenti macchinari principali (Other Mobile SouRes and Machinery – SNAP 0808XX).

Si fa presente che in fase di realizzazione delle opere saranno presenti macchine di movimento terra e automezzi per il trasporto di personale, materiali ed apparecchiature. Per lo svolgimento delle attività è previsto, indicativamente, l'impiego dei seguenti mezzi/attrezzature:

- autocarri, escavatori cingolati, pale meccaniche, miniescavatori, pompe sommerse ad aria e/o elettriche, autobetoniera, pompa per getti di cls, oltre che pontoni e mezzi navali per eseguire le lavorazioni di dragaggio sedimenti e di supporto per la posa degli elementi in calcestruzzo.

Le attività verranno svolte nel corso dell'intera giornata 8h e per cinque giorni alla settimana (da lunedì a venerdì). Si precisa che i mezzi su elencati non funzioneranno mai tutti contemporaneamente, ma si alterneranno durante le varie fasi di lavoro e le attività previste. I mezzi meccanici e di movimento terra, una volta portati sul cantiere resteranno in loco per tutta la durata delle attività e, pertanto, non altereranno il normale traffico delle strade limitrofe alle aree di progetto.

**Tabella 11 fattori di emissione per mezzi d'opera di cantiere.**

<b>sorgenti emissive</b>	<b>PM10</b>	<b>NOX</b>	<b>U.M.</b>	<b>Fonte</b>
<b>Macchine escavatrici</b>	0.28	3.5	gr/h*kW	EEA-BV810v3-Other Mobile SouRes and Machinery – SNAP 0808XX

Per la stima delle emissioni dei mezzi operatrici, è stato fatto uso dei fattori di emissione della tabella precedente considerando un fattore specific, Load-specific fuel consumption, riferito alle modalità di lavoro delle macchine pari al 30% come riportato in letteratura (fonte: *Fuel consumption and engine load factors of equipment in quarrying of crushed stone Tomislav Korman, Trpimir Kujundžić Mario Klanfar February 2016 <https://www.researchgate.net/publication/296573614>*)

Per i mezzi pesanti in transito sulle piste di cantiere i fattori di emissione degli scarichi sono stati desunti per mezzi pesanti dal sito di ISPRA Inventaria – fattori di emissione medi per traffico autoveicolare anno 2021.

**Tabella 12 Fattori di emissione (fonte Ispra)**

<b>inquinante</b>	<b>Fattore di emissione medi (g/km*veic)</b>
PM10	0,135
NOX	2,461

#### **4.4 STIMA DELLE EMISSIONI**

Applicando i fattori di emissione selezionati e calcolati in precedenza ad ognuna delle attività previste nelle diverse fasi del cantiere si sono stimate le emissioni di polveri PM10 espresse, come richiesto dalle Linee Guida ARPAT, in termini di rateo emissivo di PM10 in grammi per ora, e GAS derivanti dai mezzi d'opera. Nelle seguenti tabelle si mostra il risultato delle stime delle emissioni per le opere, suddivise per attività.

Le stime comprendono:

- le emissioni delle attività di cantiere, il traffico di mezzi su piste interne al cantiere non pavimentate e le emissioni dei mezzi d'opera previsti per la singola fase.
- le emissioni dalle attività di approvvigionamento su gomma.

Per il calcolo delle emissioni si è applicato un fattore di densità del materiale movimentato pari a 1.7 ton/m<sup>3</sup> di terreno. Ogni mezzo pesante è stato considerato di portata pari a 35 t.

Si fa presente che i sedimenti derivanti da dragaggio sono considerati bagnati e quindi si assume che la movimentazione non produce emissioni di polveri. Nella seguenti tabelle si riporta il dettaglio delle stime di PM10 e NOx per ognuna delle attività del cantiere e per le seguenti tipologie:

- Emissioni da lavorazioni di scavo, demolizione e movimentazione materiali.
- Emissioni da stoccaggio dei materiali
- Emissioni da trasporto via terra (camion da e per il cantiere)

L'analisi dei volumi di materiale e relativi transiti dei mezzi pesanti da e per il cantiere è stata svolta in funzione dei volumi di materiale da movimentare si sono stimati il numero di mezzi in ingresso e uscita dal cantiere considerando un numero di ore di accesso pari a 8 ore al giorno nel periodo diurno come per le attività di lavorazione interne al cantiere.

Sulla base dei risultati, si è successivamente configurato il codice di calcolo per simulare l'emissione derivanti dai mezzi d'opera e dalla movimentazione dei materiali che sono da ritenersi quelle principalmente impattanti per la produzione di polveri.



## 5.0 VALUTAZIONE IMPATTI AREA DI CANTIERE

### 5.1 IMPOSTAZIONI CODICE DI CALCOLO

#### 5.1.1 Calpuff Model System

Il sistema di modelli CALPUFF MODEL SYSTEM, inserito dall'U.S. EPA in Appendix A di "Guideline on Air Quality Models", è stato sviluppato da Sigma Research Corporation, ora parte di Earth Tech, Inc, con il contributo di California Air Resources Board (CARB).

Il sistema di modelli è composto da tre componenti:

- Il preprocessore meteorologico CALMET: utile per la ricostruzione del campo tridimensionale di vento e temperatura all'interno del dominio di calcolo;
- Il processore CALPUFF: modello di dispersione, che 'inserisce' le emissioni all'interno del campo di vento generato da Calmet e ne studia il trasporto e la dispersione;
- Il postprocessore CALPOST: ha lo scopo di processare i dati di output di CALPUFF, in modo da renderli nel formato più adatto alle esigenze dell'utente.

CALMET è un preprocessore meteorologico di tipo diagnostico, in grado di riprodurre campi tridimensionali di vento e temperatura e campi bidimensionali di parametri descrittivi della turbolenza. È adatto a simulare il campo di vento su domini caratterizzati da orografia complessa. Il campo di vento viene ricostruito attraverso stadi successivi, in particolare un campo di vento iniziale viene rielaborato per tenere conto degli effetti orografici, tramite interpolazione dei dati misurati alle centraline di monitoraggio e tramite l'applicazione di specifici algoritmi in grado di simulare l'interazione tra il suolo e le linee di flusso. Calmet è dotato, infine, di un modello micrometeorologico per la determinazione della struttura termica e meccanica (turbolenza) degli strati inferiori dell'atmosfera.

CALPUFF è un modello di dispersione 'a puff' multi-strato non stazionario. È in grado di simulare il trasporto, la dispersione, la trasformazione e la deposizione degli inquinanti, in condizioni meteorologiche variabili spazialmente e temporalmente. CALPUFF è in grado di utilizzare campi meteorologici prodotti da CALMET, oppure, in caso di simulazioni semplificate, di assumere un campo di vento assegnato dall'esterno, omogeneo all'interno del dominio di calcolo. CALPUFF contiene diversi algoritmi che gli consentono, opzionalmente, di tenere conto di diversi fattori, quali: l'effetto scia dovuto agli edifici circostanti (building downwash) o allo stesso camino di emissione (stack-tip downwash), shear verticale del vento, deposizione secca ed umida, trasporto su superfici d'acqua e presenza di zone costiere, presenza di orografia complessa, ecc. CALPUFF è infine in grado di trattare diverse tipologie di sorgente emissiva, in base essenzialmente alle caratteristiche geometriche: sorgente puntiforme, lineare, areale, volumetrica. CALPOST consente di elaborare i dati di output forniti da CALPUFF, in modo da ottenere i risultati in un formato adatto alle esigenze dell'utente. Tramite Calpost si possono ottenere dei file di output direttamente interfacciabili con software grafici per l'ottenimento di mappe di concentrazione.

## 5.1.2 Configurazione del codice Calpuff per le attività di cantiere

Al fine dell'implementazione della catena modellistica per la valutazione del potenziale impatto in atmosfera derivante dalle attività di cantiere è stato necessario definire i parametri di impostazione del codice. Nel file di controllo del modello sono state impostate le seguenti opzioni:

- trasformazioni chimiche non considerate (condizione cautelativa);
- deposizione umida non simulata (condizione cautelativa);
- deposizione secca simulata per gli inquinanti particolati e non simulata per quelli gassosi;
- coefficienti di dispersione calcolati in base alle variabili micro-meteorologiche

Per tutte le altre impostazioni sono stati utilizzati i valori di default consigliati. Per meglio valutare il reale impatto delle emissioni inquinanti considerate si sono inseriti nel codice di calcolo, file di controllo di CALPUFF, i coefficienti di ripartizione giornaliera delle emissioni da ogni area di cantiere. Per l'applicazione del codice di calcolo CALPUFF MODEL SYSTEM sono stati predisposti i necessari files di ingresso, per le simulazioni del periodo solare dell'anno 2022, configurazione del codice, realizzati come di seguito riportato in tabella.

**Tabella 13 Configurazione CALPUFF per le sorgenti**

<b>Parametro</b>	<b>Descrizione</b>
Periodo	Anno solare 2022
Emissioni CANTIERE	Le emissioni di cantiere sono state rappresentate nel codice di calcolo come emissioni areali ed inserite come variabili su scala oraria per le effettive ore di lavorazione del cantiere.(8 h/giorno). Le simulazioni sono state svolte per le attività svolte in area bagni di castelluccio
Meteorologia	La configurazione prevede impostazione di Meteorological Data Format (METFM) ! METFM = 2 !, METFM = 2 - ISC ASCII file (ISCMET.MET), come previsto nel Manuale Operativo del codice.
<b>Simulazioni</b>	
Dispersione	Sono state effettuate simulazioni "short term" per la valutazione della dispersione degli inquinanti emessi su scala oraria per il periodo di riferimento e per i vari scenari. Le sorgenti areali sono state impostate con valori di emissione pari a quelli calcolati nel mese di massimo impatto e simulati come costanti per tutto l'anno solare (a favore di sicurezza). Le emissioni sono state impostate con sz=5 metri e altezza del rilascio pari a 4 metri.
<b>Output</b>	
	Sono stati elaborati i dati di concentrazioni di polveri e gas calcolati da CALPUFF come "recettori grigliati" per ottenere le mappe di isonconcentrazione sul dominio di indagine

### 5.1.2.1 Valutazione impatto cantiere

Al fine di valutare l'impatto sulla qualità dell'aria delle emissioni di cantiere si è applicato il codice di dispersione CALPUFF secondo le modalità descritte in precedenza.

A valle dell'applicazione del codice si sono elaborati attraverso il post processore CALPOST i risultati dell'applicazione del codice di dispersione CALPUFF, per le attività di realizzazione della nuova area in progetto. I risultati sono stati rappresentati sotto forma di mappe di concentrazione per gli inquinanti considerati. Tutti i valori sono stati confrontati con i valori limite di qualità dell'aria previsti dal DLgs 155/2010 e smi.

Nelle simulazioni svolte sono stati considerati i valori medi annuali e percentili orari e giornalieri per NOX e PM10, i valori stimati massimi sono all'interno delle aree di cantiere ed i percentili sono al di sotto dei limiti di legge. Sono state valutate anche le medie annuali ed i valori sono ampiamente al di sotto dei limiti di legge.



**Figura 20 localizzazione dell'area di cantiere in rosso.**

Nelle seguenti figure si mostrano i risultati dell'applicazione modellistica tramite il software CALPUFF.



Figura 21 concentrazione media annuale PM10 per la fase di cantiere.



Figura 22 concentrazione percentile 90.4° medie giorno PM10 per la fase di cantiere.



**Figura 23 concentrazione media annuale NO2 per la fase di cantiere.**



**Figura 24 concentrazione percentile 99.8° media oraria NO2 per la fase di cantiere.**

#### 5.1.2.2 Considerazioni

La valutazione del potenziale impatto sulla qualità dell'aria delle emissioni di polveri e gas è stata sviluppata considerando sia l'attività di cantiere che il relativo traffico di mezzi derivanti dall'intervento di realizzazione della nuova area Bagni di Castelluccio.

I dati di input utilizzati per le valutazioni sono costituiti da:

- Volumi dei materiali movimentati;
- Cronoprogramma delle attività;
- Stima dei mezzi operativi in area di cantiere e dragaggi;

Sulla base delle informazioni sopra citate, del dato emissivo calcolato, della durata del cantiere e della localizzazione delle aree di lavoro, si è applicato il codice numerico Calpuff per la dispersione dalle lavorazioni di cantiere.

Gli inquinanti simulati sono PM10 e NOX, in quanto quelli tipicamente più impattanti sulla qualità dell'aria. I risultati delle simulazioni sono stati rappresentati come mappe di isoconcentrazione delle medie annuali e percentili orari e giornalieri per NOX e giornalieri per PM10 e i risultati sono stati valutati relazionandoli con gli indicatori di qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente.

Si riporta di seguito un riassunto dei risultati delle simulazioni delle lavorazioni di cantiere come massimi sul dominio di calcolo. Si fa presente che i valori massimi si riscontrano tutti all'interno delle aree di lavoro, quindi per eventuali recettori esterni dall'area di cantiere i valori di concentrazione stimate sono sicuramente inferiori.

**Tabella 14 valori di concentrazione massimi stimati all'interno del dominio per le emissioni totali di cantiere.**

Massimo valore sul dominio di calcolo	PM10			NOx=NO2		
	Media annuale (µg/m3)	90.4° giorno (µg/m3)	perc	Media annuale (µg/m3)	99.8° orario (µg/m3)	perc
Attività di cantiere	0.388	0.592		0.628	7.634	
<b>Limiti qualità dell'aria Dlgs 155/2010</b>	<b>40</b>	<b>50</b>		<b>40</b>	<b>200</b>	

I risultati mostrano come i valori di concentrazione sia su breve periodo (media oraria e media giornaliera) che su lungo periodo (media annuale) siano compatibili con gli standard di qualità dell'aria. Inoltre, da notare che l'impatto stimato è stato determinato considerando come operativa per tutti i mesi dell'anno la situazione più gravosa dal punto di vista emissivo. Pertanto, i risultati sono da considerare cautelativi.

A quanto sopra, si aggiunge che nelle valutazioni effettuate non è stato considerato l'effetto di mitigazioni associato presso le aree di cantiere.

## 6.0 VALUTAZIONE IMPATTI TRAFFICO INDOTTO DI CANTIERE

Di seguito saranno valutati gli impatti del traffico stradale indotto ( in uscita ed entrata dal cantiere) sulla qualità dell'aria locale derivanti dalle attività di smaltimento e approvvigionamento dei materiali. Si prendono a riferimento i seguenti inquinanti NOX e PM10

### 6.1 APPROCCIO METODOLOGICO

Al fine di implementare correttamente il modello di calcolo CALINE4 si è provveduto a svolgere delle simulazioni preliminari che permettessero di individuare la curva di dispersione dei vari inquinanti allo studio ovvero PM10, NOx. In particolare, sono stati considerati i vari percorsi dei mezzi pesanti che collegano i cantieri con le aree di stoccaggio e i percorsi marittimi .

Il dominio di calcolo individuato è compreso in un'area di 10km<sup>2</sup> circa definita mostrata in figura seguente.



**Figura 25 - dominio di calcolo per la valutazione dell'impatto sulla QA dei percorsi di viabilità dei mezzi pesanti**

Nella tabella sono riportate le indicazioni statistiche descrittive riferite ai vari percorsi delle varie fasi di cantiere con il numero di mezzi pesanti considerati

#### MEZZI TOTALI AFFERENTI AL CANTIERE

Mezzo di trasporto	N. Viaggi ANDATA	Distanza cumulata in km
Pontone	2257	42632
Bilico	5227	31290
Autobetoniera	624	12141

Autocarro	1243	9233
Furgone	316	1581

VIA ZACCARIA

Mezzo di trasporto	N. Viaggi ANDATA	Distanza cumulata in km
Autobetoniera	624	12141
Autocarro	510	2550
Furgone	316	1581

AREE LOGISTICHE

Mezzo di trasporto	N. Viaggi ANDATA	Distanza cumulata in km
Bilico	5227	31290
Autocarro	733	6683

Percorso	Totale A/R mezzi pesanti [veic/ora]
Aree logistiche	2.6
Via Zaccaria	0.8
Mezzi totali afferenti al cantiere	5.0

Per stimare le ricadute degli inquinanti derivanti dal traffico in ambito urbano degli inquinanti primari l'agenzia US-EPA raccomanda la versione del modello CALINE, sviluppata dal CALTRANS (California Department of Transportation) nel 1984. L'utilizzo del CALINE IV è indicato dall'Istituto Superiore della Sanità (ISTISAN 93/36) e nella guida web del Centro Tematico Nazionale Aria Clima Emissioni.

## 6.2 CALINE4

Il presente paragrafo contiene una descrizione del modello utilizzato.

Il modello "CALINE4 - steady-state Gaussian dispersion model designed to determine air pollution concentrations at receptor locations downwind of highways located in relatively uncomplicated terrain" è inserito nella lista dei Preferred/Recommended Models - Appendix W Guidance – Permit Modeling Guidance US-EPA.

CALINE è il modello di calcolo utilizzato per lo studio di sorgenti lineari, come le emissioni dovute a traffico veicolare, appositamente realizzato dal Dipartimento dei Trasporti della California per le



autostrade americane e successivamente convalidato dall'US-EPA. Tale modello è basato sull'utilizzo congiunto di un "box model" e della formulazione dell'equazione gaussiana di dispersione, valida per moti del vento laminari e atmosfera stabile.

La versione attualmente utilizzata del codice è CALINE4, che è anche la più recente al momento disponibile. Lo scopo di questo modello è di stimare gli impatti sulla qualità dell'aria nei pressi di strade o infrastrutture viarie lineari. CALINE4 è in grado di simulare le concentrazioni in aria ambiente di inquinanti primari inerti come CO e articolato ed NO<sub>2</sub>, originate dalle emissioni degli autoveicoli.

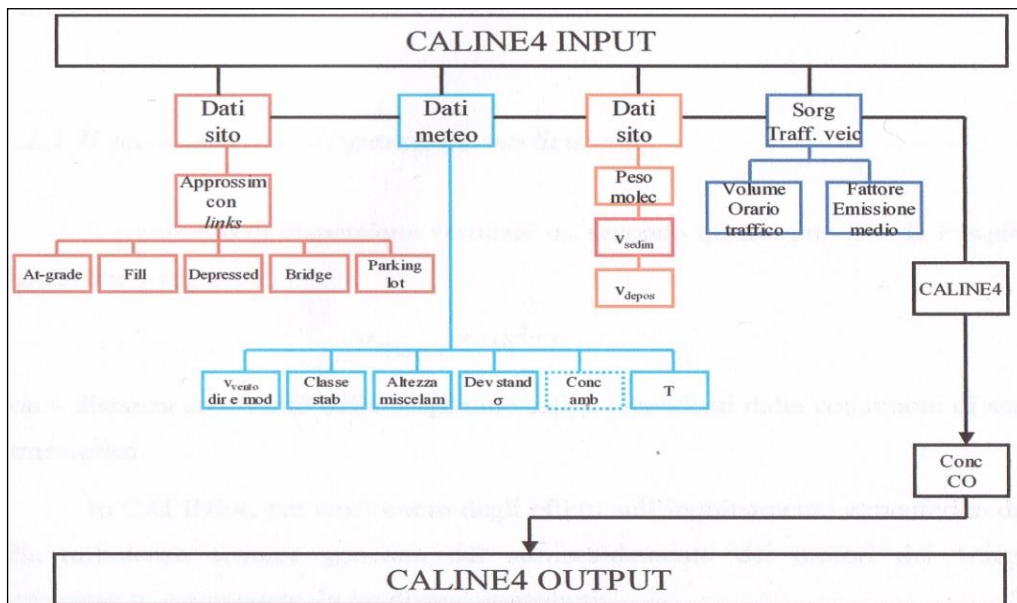
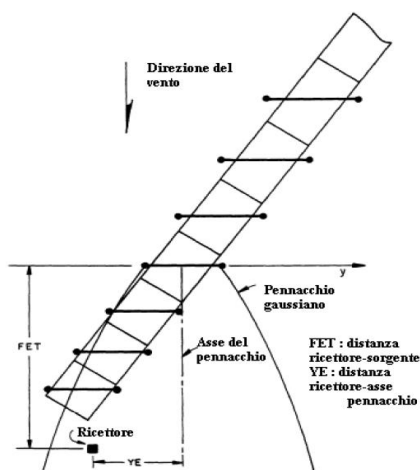


Fig.A1 Schema a blocchi INPUT/OUTPUT del codice CALINE4.

### Schematizzazione del sito

Il modello suddivide l'asse stradale in una serie di elementi discreti (determinati tenendo conto della direzione del vento e della posizione rispetto alla strada del punto recettore in cui deve essere stimata la concentrazione) per i quali le singole concentrazioni sono calcolate e poi sommate per ottenere il valore finale in corrispondenza di un particolare recettore. Ciascun elemento in cui è ripartito il tratto stradale è schematizzato come una sorgente lineare fittizia di emissione perpendicolare alla direzione del vento: per ognuna di queste sorgenti viene simulato un processo di dispersione gaussiana delle sostanze inquinanti.



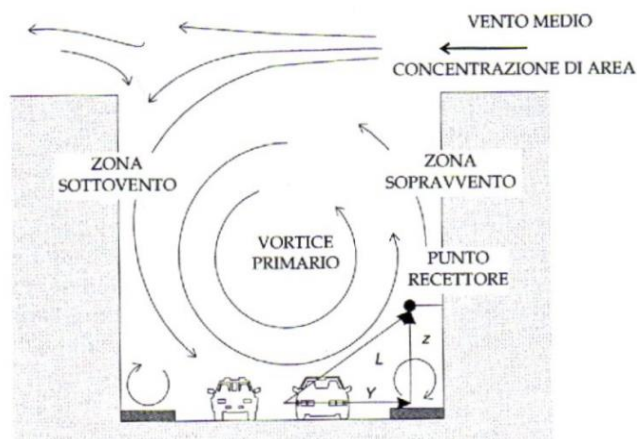
**Fig. A2 Schematizzazione della sorgente in CL4.**

Per quanto concerne la definizione della geometria della strada, il modello permette di suddividere il tratto studiato fino ad un massimo di 20 segmenti continui, ognuno con differente orientamento. Ogni segmento è definito come retto e con un'ampiezza, una quota, un traffico ed un fattore di emissione per veicolo costante. E' possibile simulare sia tratti in trincea che sezioni elevate o ponti, oltre che stimare gli impatti generati da parcheggi posti a livello del terreno.

E' importante considerare come le variazioni della topografia al contorno possano influenzare in maniera decisiva la buona applicabilità del modello, in particolare l'utilizzo su terreni orograficamente complessi potrebbe invalidare l'applicabilità dell'equazione gaussiana di diffusione. All'interno del codice di calcolo è stato quindi incluso un algoritmo per la simulazione di canyon urbani o naturali, il quale prevede il calcolo degli effetti della riflessione orizzontale del pennacchio.

Il canyon proposto da CL4 è formato da barriere di altezza fissa (dipendente dall'altezza media degli edifici nel caso urbano) con distanze (destra e sinistra) variabili dall'asse della strada. Questo tipo di rappresentazione che ben si adatta alla struttura delle arterie dei centri urbani americani e dell'Europa centro-settentrionale, pone a priori qualche dubbio circa la riproducibilità delle caratteristiche delle arterie di centri posti nella Piana di Lucca dove le barriere dei canyon urbani sono costituite spesso da edifici non allineati e con altezze sensibilmente diverse.

L'input del codice, in presenza dell'opzione canyon urbano, richiede che la direzione del vento sia posta parallela all'asse stradale: condizione apparentemente non restrittiva imponendo un allineamento del flusso conforme alla topografia del sito.



**Fig. A3** Caratteristiche geometriche e di circolazione dell'aria in un canyon urbano.

### Equazione per il calcolo della concentrazione

Sono impiegati due differenti equazioni per calcolare le concentrazioni sottovento, nei casi limite di venti paralleli o trasversali ad ogni asse viario:

- un'equazione per sorgente lineare continua infinita (*direzione del vento perpendicolare alla strada*);
- un'equazione per sorgente puntiforme (*direzione parallela alla strada*).

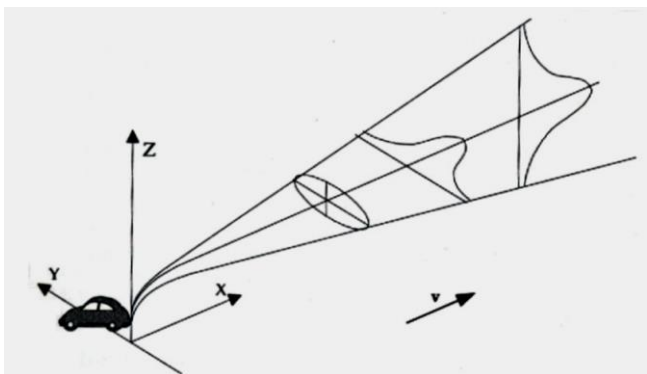
In questo caso ogni tratto della strada viene considerato come una successione di sorgenti areali quadrate di dimensione pari alla larghezza della strada, assimilate poi a sorgenti puntuali equivalenti, delle quali sono sommati gli effetti sulle concentrazioni.

In tutti i casi intermedi di direzione prevalente del vento viene utilizzata una media pesata delle due formule. La concentrazione in un punto P(x,y,z), in riferimento ad un tratto infinitesimo di strada e ammettendo una riflessione totale da parte del suolo, è la seguente:

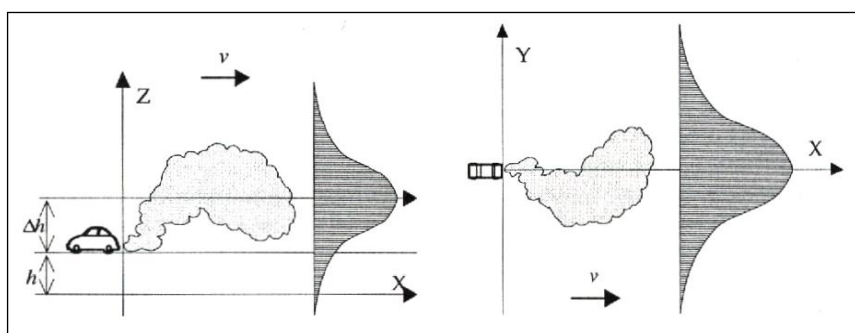
$$dC = \frac{q \cdot dv}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} e^{\frac{-y^2}{2\sigma_y^2}} \left( e^{\left( \frac{-(z-H)^2}{2\sigma_z^2} \right)} + e^{\left( \frac{-(z+H)^2}{2\sigma_z^2} \right)} \right)$$

Dove:

- $dC$ : incremento della concentrazione (ppm)
- $dQ$ : emissione sul tratto infinitesimo (mg/s)
- $u$ : velocità del vento all'altezza H (m/s)
- $H$ : altezza della sorgente (m)
- $\sigma_y \sigma_z$ : parametro di dispersione orizzontale e verticale rispettivamente (m)



**Fig. A4 Schema della dispersione gaussiana in un sistema di riferimento orientato secondo il vento**



**Fig. A5 Vista dei piani (x,z) e (x,y) dello schema di dispersione gaussiana in un sistema di riferimento orientato secondo il vento.**

Osservando le immagini sopra riportate, per una sorgente puntuale continua è assunto che il materiale inquinante venga trasportato dal vento nel verso in cui esso spira, distribuendosi secondo un sistema di riferimento cartesiano avente origine degli assi in un punto del suolo con l'asse Z ortogonale al piano stradale e uscente da esso e gli assi X e Y orizzontali.

Come è facile notare, nella sua formulazione standard il modello gaussiano è infatti sottoposto ad una serie di limitazioni, tra le quali ricordiamo:

1. *stazionarietà delle emissioni*: si assume che le emissioni siano costanti;
2. *stazionarietà ed omogeneità delle condizioni atmosferiche*: si assume che non intervengano variazioni della direzione e della velocità del vento, della stabilità atmosferica, durante il trasporto di inquinante dalla sorgente al recettore, ipotesi ragionevole solo per brevi distanze e in assenza di rapide variazioni delle condizioni meteorologiche;
3. *assenza di reazioni chimiche nell'atmosfera* che interessino gli inquinanti e fenomeni di dispersione al suolo;
4. *estensione infinita del dominio spaziale di dispersione degli inquinanti*: si assume che la dispersione non sia alterata dalla presenza del suolo, ostacoli, stratificazioni termiche dell'atmosfera
5. *impossibilità di simulare calme di vento*: per velocità di vento prossime a 0, la concentrazione di un inquinante va all'infinito, dunque è necessario adottare un artificio considerando le calme di vento pari a 1 m/s.

### **I coefficienti di dispersione verticale ed orizzontale**

Per i coefficienti di dispersione verticale ( $\sigma_z$ ), CL4 utilizza una versione modificata delle curve di Pasquill-Smith, in modo da includere la turbolenza termica generata dal surriscaldamento dei motori dei veicoli. In questo modo tale parametro risulta composto da tre diversi contributi:

$$\sigma_z = \sigma_z(I) + \sigma_z(M) + \sigma_z(F)$$

$\sigma_z(I)$ ,  $\sigma_z(M)$ ,  $\sigma_z(F)$  = parametro di dispersione verticale Iniziale, Medio, Finale.

Tale parametro, indipendentemente dalla classe di stabilità atmosferica e dalla rugosità superficiale, dipende dal tempo di residenza della particella d'aria nella zona di turbolenza: maggiore è il tempo di permanenza in questa zona, maggiore è la dispersione verticale subita dalla particella. Tale parametro rimane costante fino ad una distanza della sorgente dipendente dall'ampiezza della strada e dall'angolo formato dalla direzione del vento e dalla posizione della strada stessa. All'aumentare della distanza, gli effetti della turbolenza termica producono un aumento nella dispersione verticale rappresentato tramite il parametro  $\sigma_z(M)$ , che ad una distanza dipendente dal parametro di dispersione orizzontale  $\sigma_y$  si esauriscono, conferendo alla dispersione il tipico andamento gaussiano indicato da Pasquill:

$$\sigma_z(P) = \alpha X^{\beta+\gamma}$$

con X distanza sottovento dalla sorgente (Km) e  $\alpha, \beta, \gamma$  dipendenti dalle condizioni di stabilità atmosferica.

Il parametro di dispersione orizzontale ( $\sigma_y$ ), invece, oltre che dalla deviazione standard della fluttuazione della direzione del vento orizzontale e dalla distanza sottovento dalla sorgente, dipende anche dal tempo di diffusione secondo il modello *Draxler* che pone:

$$\sigma_y = \sigma_\theta * X * F(T, t_L)$$

$\sigma_\theta$  = deviazione standard della direzione del vento orizzontale;

X = distanza sottovento alla sorgente;

$F(T, t_L)$  = funzione del tempo di diffusione T e del tempo di scala lagrangiano  $t_L$ , data da:

$$F(T, t_L) = 1 / [1 + 0.9 * (T/T')^{0.5}]$$

Dove T' è il tempo di diffusione necessario perché la funzione raggiunga il valore  $F=0.5$  e  $T' \propto t_L$

### 6.3 APPLICAZIONE DEL CODICE

CALINE è un modello stazionario gaussiano che simula le ricadute degli inquinanti da traffico da archi viari. L'approccio del modello nel ricostruire le condizioni di dispersione degli inquinanti (e quindi le dimensioni laterale e verticale del pennacchio gaussiano), consiste nel considerare la zona direttamente sopra la carreggiata come una regione di rimescolamento uniforme, definita mixing zone. In tale zona i meccanismi dominanti sono la turbolenza meccanica creata dal movimento dei veicoli e termica dei gas di scarico. Queste componenti aggiuntive della turbolenza atmosferica, impartiscono una dispersione verticale iniziale, in funzione del tempo di permanenza della massa inquinante nella mixing zone. Minore è la velocità del vento, maggiore è la dispersione verticale che subisce una particella d'aria prima di essere trasportata fino al recettore. Il parametro che ha il maggior peso nel calcolo delle ricadute è la direzione del vento, che pone o meno i siti recettori sottovento alla sorgente emissiva. La topografia urbana e la presenza di edifici lungo l'arco viario considerato, comportano l'incanalamento del vento, con variazione di velocità e direzione rispetto al vento esterno all'area edificata. La presenza degli edifici ai bordi della carreggiata, inoltre, influisce sulla turbolenza meccanica. Questo effetto, che comporta un incremento della dispersione verticale, viene quantificato attraverso la roughness (lunghezza di rugosità) dell'area di studio, ricavata in modo empirico come un decimo dell'altezza media degli edifici lungo entrambe le carreggiate dell'arco viario considerato. L'applicazione del modello CALINE IV nel presente caso di studio ha previsto le seguenti fasi:

1. Acquisizione ed elaborazione dei dati territoriali:
  - a. L'area di calcolo definita nell'intorno dell'area oggetto del progetto pari a circa 4 km in direzione E-O e 2.5 km in direzione N-S
2. Acquisizione ed elaborazione delle informazioni relative alle emissioni del traffico indotto dal cantiere e dall'approvvigionamento dei materiali.
  - a. Sono elaborati i dati di emissione per il calcolo dei fattori di emissione dei veicoli pesanti utilizzando i fattori di emissione ISPRA SINANET applicandoli al flusso di veicoli per ogni percorso
3. Applicazione del codice numerico di dispersione degli inquinanti per la valutazione delle concentrazioni nei recettori.
  - a. Il codice di dispersione CALINE IV viene utilizzato per la valutazione delle ricadute degli inquinanti dalle sorgenti emmissive da traffico in area urbana. Applicato il codice di dispersione nella configurazione di "screening" (worst case) che identifica la peggiore situazione descrivibile dal modello dispersione a favore di sicurezza.
  - b. Le simulazioni forniscono come risultati le concentrazioni sul dominio di calcolo selezionato.
4. Risultati
  - a. I risultati delle simulazioni sono rappresentati in forma di mappe di isoconcentrazione su griglia cartesiana per il dominio di calcolo e confrontati con i valori limite di qualità dell'aria

All'interno di CALINE4 le strade sono definite come segmenti rettilinei dei quali è necessario specificare le seguenti caratteristiche:

- endpoint delle coordinate;
- altezza delle strade dal piano campagna;
- larghezza della "mixing zone";
- dispersione verticale di canyon o bluff.

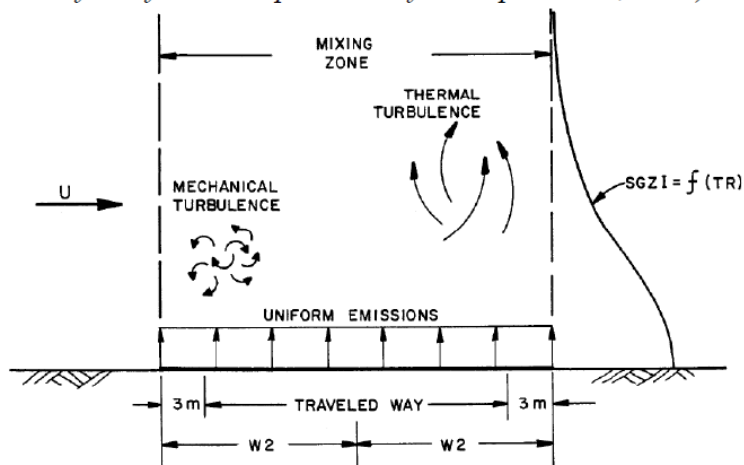
Endpoint delle coordinate: le coordinate cartesiane degli endpoint (x1, y1) e (x2, y2) definiscono le posizioni degli estremi dei tratti stradali. La lunghezza del segmento impostato in CALINE4 le coordinate degli endpoint sono state definite secondo il sistema metrico.

Altezza delle strade dal piano campagna: per tutti i tipi di strade questo parametro che rappresenta l'altezza della strada sopra il terreno circostante è stato definito a quota 0 m.

Larghezza della "mixing zone": i calcoli gaussiani di diffusione si basano sul modello della "mixing zone" definita come un'area di spessore pari alla dimensione della strada +3 metri a destra e +3 metri a sinistra di essa (per tenere conto della dispersione orizzontale d'inquinante legata alla scia generata dal movimento dei veicoli). In quest'area si assume che la turbolenza e l'emissione siano costanti e che la turbolenza (termica e meccanica) sia dovuta alla presenza di veicoli in movimento a temperature elevate. La dispersione verticale di inquinante (SGZ1) è funzione della turbolenza

ed è indipendente dal numero di veicoli (in un intervallo di 4000 – 8000 veicoli/ora) e dalla loro velocità (in un intervallo di circa 40 – 96 km/h): questo perché un incremento del traffico aumenta la turbolenza termica ma riduce la turbolenza meccanica legata alla velocità (da qui l'ipotesi di costanza della turbolenza nella "mixing zone"). SGZ1 dipende invece dal tempo di residenza TR dell'inquinante nella "mixing zone" che è funzione della velocità del vento

(State of California, Department of Transportation, 1989).



**Figura 2 Arco stradale e parametri considerati dal modello CALINE4**

Dispersione verticale di canyon o bluff: il modello è basato su due assunzioni – il flusso del vento orizzontale omogeneo e le condizioni meteorologiche di stato stazionario – piuttosto restrittive. La topografia complessa può invalidare ognuna di queste assunzioni: canyon possono canalizzare i venti, colline e valli possono causare frequenti spostamenti della direzione del vento. L'utilizzo di CALINE4 in terreni complessi deve pertanto procedere con cautela. Il modello gestisce situazioni di bluff e canyon riflettendo il flusso di dispersione dell'inquinante a distanze specificate su uno o più siti della mixing zone.

La topografia dell'area urbana-industriale di Genova, il fatto che la presenza degli edifici sia già considerata con il parametro "rugosità superficiale" hanno portato a inserire entrambi questi parametri (canyon e bluff) con valore uguale a 0 per tutti i percorsi considerati. Per definire la classificazione ai fini delle simulazioni con CALINE4 si sono valutati i seguenti parametri per ciascuna tipologia di strada necessari per individuare i dati di input per il modello.

Tipologia di Strada	Aerodynamic Roughness Coefficient	Mixing Zone Height
Urbana	200 cm	12

### 6.3.1 Applicazione GIS e redazione delle mappe di concentrazione

E' stato sviluppato un apposito algoritmo che permettesse di applicare il modello CALINE4 in modo sistematico ad un dominio di calcolo di grandi dimensioni (4 km x 2.5km) quale quello descritto ed individuato per queste simulazioni. L'algoritmo permette di ottenere risultati delle simulazioni sull'intera estensione del dominio di calcolo (9km<sup>2</sup> circa) che è suddiviso in una griglia regolare di passo cella 10 m x 10 m

### 6.3.2 Emissioni per le simulazioni del traffico indotto di cantiere.

Ai paragrafi precedenti, si sono calcolati sulla base del cronoprogramma di cantiere e dei volumi di materiale da portare verso l'esterno del cantiere e da approvvigionare al cantiere stesso dell'area pescatori via terra e quindi il numero di transiti per mese sia di camion su strada. I risultati della valutazione hanno permesso di calcolare il mese più impattante scelto quindi per le simulazioni di dispersione.

In questo paragrafo si esplicitano e dettagliano i valori delle emissioni ed i relativi fattori di emissione utilizzati per le simulazioni di dispersione.

I fattori di emissione utilizzati per le simulazioni di traffico da mezzi pesanti sono stati acquisiti dalla banca dati nazionale di ISPRA SINANET [<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp>] dal file fe2021.xls dove sono contenuti i fattori di emissione per tipologia di veicolo e inquinante.

Sulla base delle informazioni disponibili si sono desunti i seguenti fattori di emissione per veicoli pesanti. Si prendono a riferimento gli inquinanti che hanno un maggior impatto sulla qualità dell'aria locale PM10 e NOx.

**Tabella 15 fattori di emissione per tipologia di veicolo e parametro estratti da FE2021.xlsx di SINANET ISPRA.**

<i>Parametro</i> <i>Tipologia di Veicolo</i>	NOx (g/veic*km)	PM10 (g/veic*km)
Veicoli pesanti	2,461	0,135

Per il percorso dei mezzi di trasporto sviluppato nello studio cantieristico si è calcolato il totale delle emissioni relativamente al numero di mezzi orari che li percorrono. Nella tabella seguente i risultati.

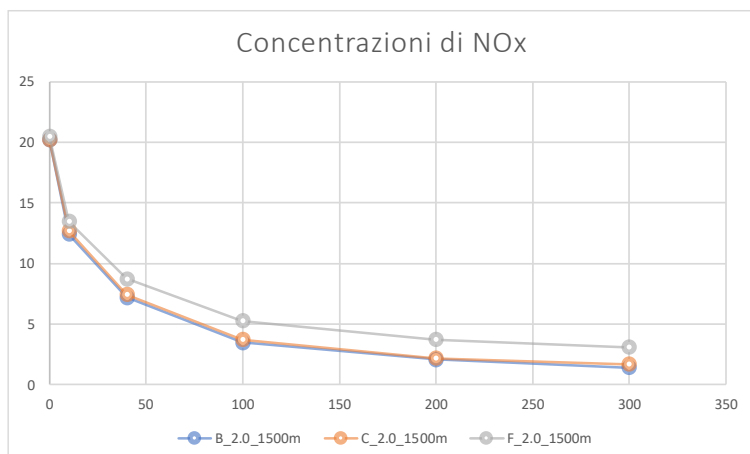
**Tabella 16 Emissioni totali da traffico indotto considerato il tragitto da e per il cantiere del dominio di studio**

Percorso	Totale NOx [kg/h]	Totale PM10 [kg/h]
Viabilità di accesso cantiere per trasporto materiale da scavo e demolizioni e/o approvvigionamento	0.085	0.0047

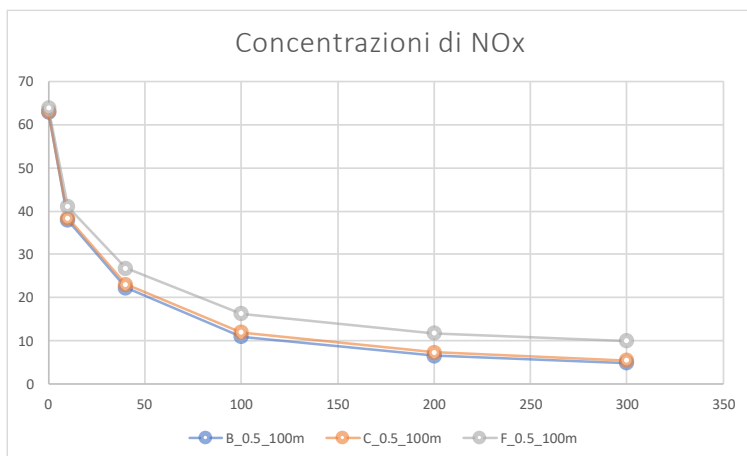
### 6.3.3 Simulazioni con CALINE4

Al fine di valutare le ricadute determinate dal traffico veicolare nel dominio di calcolo si è proceduto dapprima alla stima delle concentrazioni in funzione dei principali parametri meteorologici fissate le condizioni al contorno caratteristiche delle strade oggetto delle simulazioni. Si sono svolte simulazioni parametriche, di cui si riportano i risultati nelle seguenti tabelle e figure con il codice CALINE 4. Per fare questo si è presa a riferimento una delle strade contenute nel database definito con lo studio trasportistico ed in particolare un tratto preso a campione che ha come dato di traffico in termini di veicoli equivalenti pari a 1000 veic/ora.

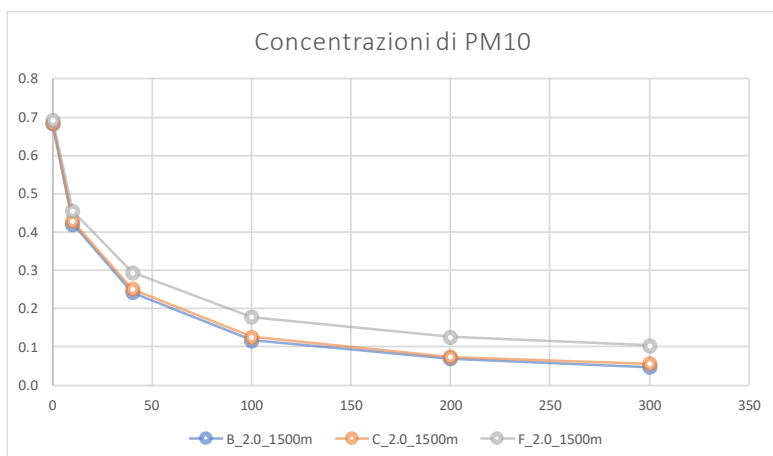




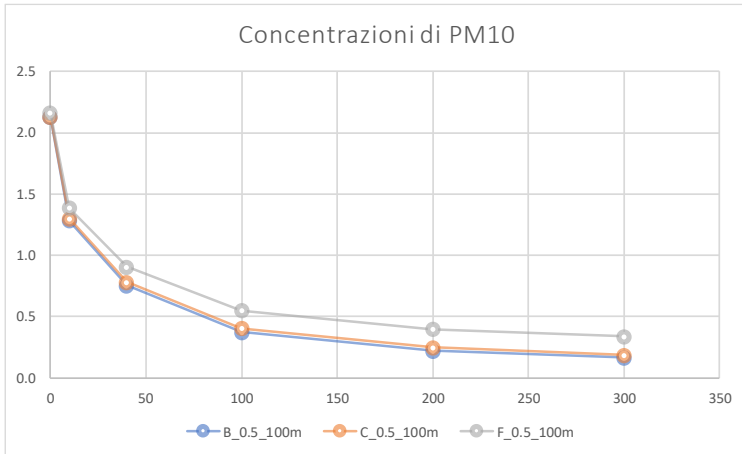
**Figura 26** concentrazione di NOx espressa in ug/m3 come media oraria per l'ora di punta, a distanza variabile dal margine della strada, per differenti classi di stabilità e fissata velocità del vento a 2 m/s e Hmix = 1500 metri sul livello del suolo.



**Figura 27** concentrazione di NOx espressa in ug/m3 come media oraria per l'ora di punta, a distanza variabile dal margine della strada per differenti classi di stabilità e fissata velocità del vento a 0.5 m/s e Hmix = 100 metri sul livello del suolo.

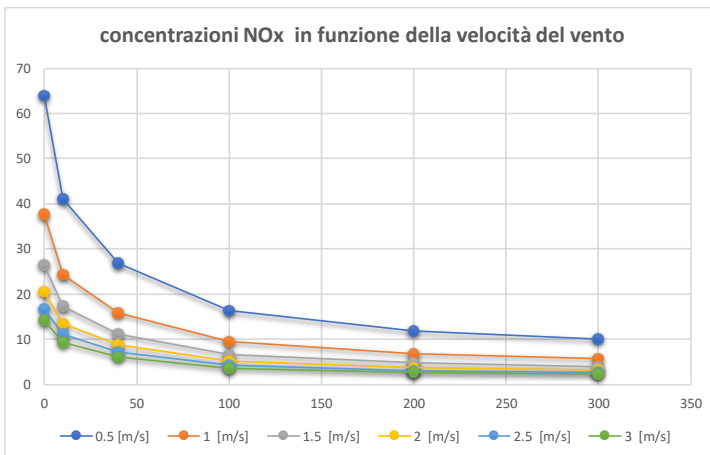


**Figura 28** concentrazione di PM10 espressa in ug/m3 come media oraria per l'ora di punta, a distanza variabile dal margine della strada per differenti classi di stabilità e fissata velocità del vento a 2 m/s e Hmix = 1500 metri sul livello del suolo.



**Figura 29** concentrazione di PM10 espressa in ug/m3 come media oraria per l'ora di punta, a distanza variabile dal margine della strada per differenti classi di stabilità e fissata velocità del vento a 0.5 m/s e Hmix = 100 metri sul livello del suolo.

Inoltre si è proceduto alla valutazione della variabilità dei risultati con la velocità del vento al fine di indagare il fenomeno in relazione al vento. Nella seguente figura i risultati delle simulazioni.



**Figura 30** concentrazione di NOX espressa in ug/m3 come media oraria per l'ora di punta, a distanza variabile dal margine della strada per differenti velocità del vento e fissata la Classe di Stabilità e l'altezza Hmix = 1500 metri sul livello del suolo.

Dall'analisi svolta si è potuto individuare i parametri per lo sviluppo della simulazione tramite CALINE4 in modalità screening che in particolare sono stati quelli di seguito riportati in tabella:

Run Type	Um	WORST CASE ANGLE
Wind Speed	m/s	0.5
Stability Class	#	F
Mixing Height	m	100

## 6.4 RISULTATI

Si sono elaborati i risultati dell'applicazione del codice di dispersione, come detto nella modalità WORST CASE (condizioni meteorologiche che determinano i massimi valori di concentrazione presso i recettori) per i veicoli orari. I risultati sono stati rappresentati sotto forma di mappe di concentrazione per gli inquinanti considerati. Tutti i valori sono stati confrontati con i valori limite di qualità dell'aria previsti dal DLgs 155/2010 e smi.

Nelle simulazioni svolte per le due fasi i valori risultano ampiamente sotto i limiti di legge

Per NO<sub>x</sub> si raggiungono valori massimi delle medie orarie sul dominio pari a 1.2 µg/m<sup>3</sup>

Per PM<sub>10</sub> si raggiungono valori massimi della media giornaliera sul dominio pari a 0.05 µg/m<sup>3</sup>

### 6.4.1 Mappe di isoconcentrazione

Nelle seguenti figure si mostrano i risultati delle simulazioni svolte per il traffico indotto dal cantiere di realizzazione dell'area di progetto con il codice CALINE4 e processati i risultati con l'algoritmo GIS appositamente sviluppato.



Figura 31 Valori di concentrazione massimo orario da traffico di esercizio NO<sub>2</sub>.



**Figura 32 valori di concentrazione massimo giornaliero da traffico di esercizio PM10.**

L'impatto del traffico indotto da cantiere per uscita dei materiali e ingresso approvvigionamenti risulta ampiamente compatibile con i limiti di qualità dell'aria.

## 7.0 FASE DI ESERCIZIO

La fase di esercizio dell'opera determina come potenziale sorgente emissiva principale il traffico indotto da e per l'area di progetto. A tal fine, si sono prese a riferimento le indicazioni progettuali dalla specifica relazione tecnica sulla viabilità indotta. Nelle indicazioni progettuali si cita che

“Le caratteristiche principali dell'intervento sono di un numero di posti auto:  $n=255$ , di n. posti barca:  $N= 647$  e di superficie viabilità veicolare:  $S=357 \text{ m}^2$ . In questo ambito, relativamente alla fase di esercizio è possibile prevedere un flusso massimo di contemporaneità di  $255 \cdot 0,7/2 = 90$  veic/h tenendo conto di un periodo di sosta medio di sole 2 h.. Per tenere conto di presenze ulteriori per veicoli di servizio e commerciali non usufruenti dell'accesso riservato, valutati nell'aliquota incrementale del 10%, si ottiene un flusso massimo di 100 veic/h equivalenti.

In questo paragrafo si esplicitano e dettagliano i valori delle emissioni ed i relativi fattori di emissione utilizzati per le simulazioni di dispersione per la fase di esercizio.

I fattori di emissione utilizzati per le simulazioni di traffico da veicoli leggeri sono stati acquisiti dalla banca dati nazionale di ISPRA SINANET [<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp>] dal file fe2021.xls dove sono contenuti i fattori di emissione per tipologia di veicolo e inquinante.

Sulla base delle informazioni disponibili si sono desunti i seguenti fattori di emissione per veicoli pesanti. Si prendono a riferimento gli inquinanti che hanno un maggior impatto sulla qualità dell'aria locale PM10 e NOx.

**Tabella 17 fattori di emissione per tipologia di veicolo e parametro estratti da FE2021.xlsx di SINANET ISPRA.**

<i>Parametro</i> <i>Tipologia di Veicolo</i>	<b>NOx</b> <b>(g/veic*km)</b>	<b>PM10</b> <b>(g/veic*km)</b>
Veicoli leggeri	0.315782	0.032878

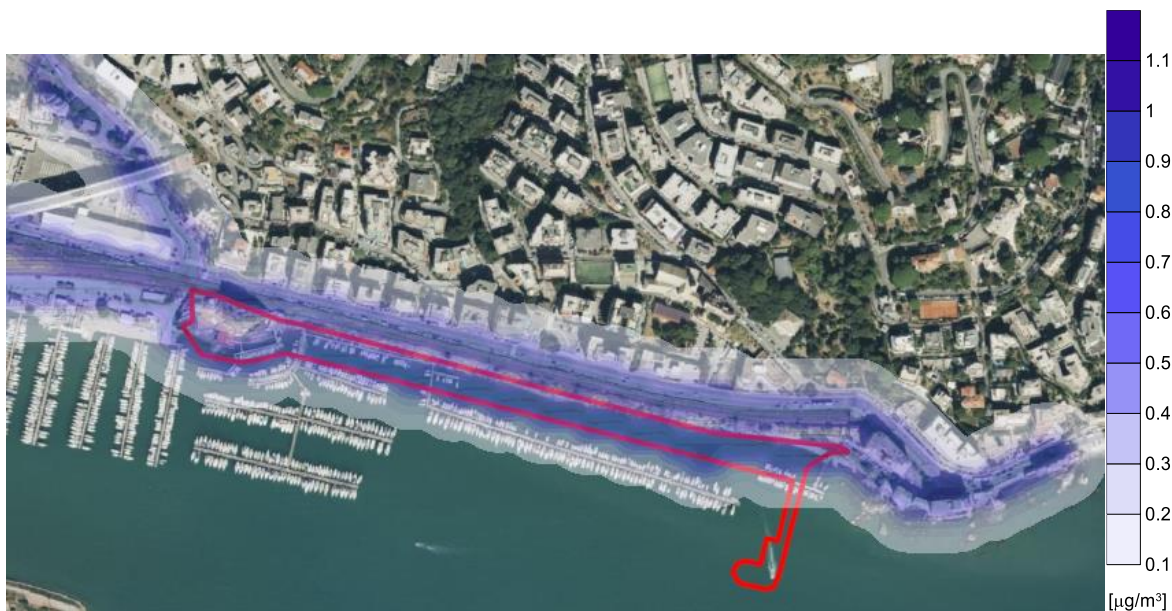
Questo fattore di emissione è stato applicato al numero di veicoli equivalenti per il tragitto potenzialmente percorso nella nuova area di Bagni di Castelluccio evidenziato nella planimetria seguente.

Inoltre le operazioni di varo e lavaggio delle imbarcazioni prevedono l'utilizzo di macchinari elettrici che quindi non determinano emissioni dirette di inquinanti gassosi e/o di particolato.

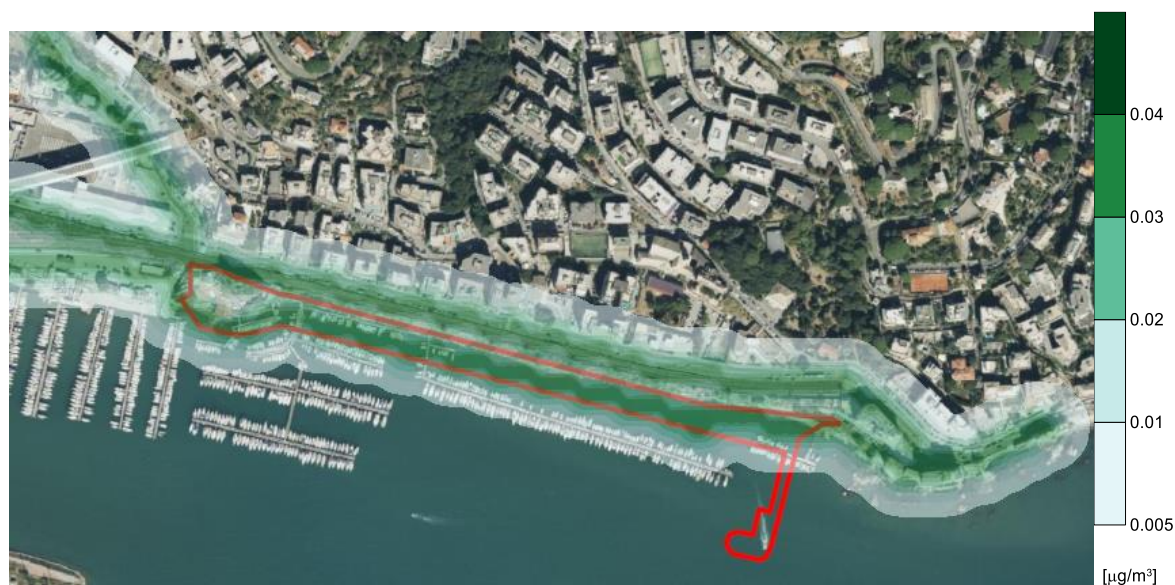


**Figura 33** viabilità di esercizio.

Si sono elaborati i risultati dell'applicazione del codice di dispersione, come detto nella modalità WORST CASE (condizioni meteorologiche che determinano i massimi valori di concentrazione presso i recettori) per i veicoli orari valutati nello studio di viabilità e pari a 100 veicoli equivalenti all'ora. Tutti i valori sono stati confrontati con i valori limite di qualità dell'aria previsti dal DLgs 155/2010 e smi.



**Figura 34** Valori di concentrazione massimo orario da traffico di esercizio NO2.



**Figura 35** valori di concentrazione massimo giornaliero da traffico di esercizio PM10.

Si riporta di seguito un riassunto dei risultati delle simulazioni considerando le emissioni da traffico indotto come massimi sul dominio.

**Tabella 18** valori di concentrazione massimi stimati all'interno del dominio per le emissioni di esercizio.

Massimo valore sul dominio di calcolo	PM10		NO2	
	Media annuale (µg/m3)	Massimo giornaliero (µg/m3)	Media annuale (µg/m3)	Massimo orario (µg/m3)
Traffico indotto per lo scenario di esercizio	-	0.045	-	1.07
<b>Limiti qualità dell'aria Dlg 155/2010</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>200</b>

I risultati mostrano come i valori di concentrazione sia su breve periodo (media oraria e media giornaliera) sono del tutto compatibili con gli standard di qualità dell'aria.

## 8.0 CONCLUSIONI

La presente relazione tecnica ha sviluppato la valutazione del potenziale impatto sulla qualità dell'aria delle emissioni di **polveri e gas** considerando sia l'attività di cantiere che il relativo traffico indotto stradale derivanti dall'intervento di realizzazione del porticciolo Turistico a Pegli a Genova.

I dati di input utilizzati per le valutazioni sono costituiti da:

- Volumi dei materiali movimentati;
- Cronoprogramma delle attività;
- Stima dei mezzi operativi in area di cantiere e dragaggi;
- Stima del traffico indotto esterno al cantiere, ovvero:
  - Traffico su gomma da e per il cantiere;
- Stima del traffico indotto esterno di esercizio:

Sulla base delle informazioni sopra citate, del dato emissivo calcolato, della durata del cantiere e della localizzazione delle aree di lavoro, sono stati applicati i seguenti codici numerici, ovvero:

- Calpuff per la dispersione dalle lavorazioni di cantiere;
- Caline per il traffico indotto.

Gli inquinanti simulati sono PM10 e NO2, in quanto quelli tipicamente più impattanti sulla qualità dell'aria. I risultati delle simulazioni sono stati rappresentati come mappe di isoconcentrazione dei massimi orari per NO2 e giornalieri per PM10 e i risultati sono stati valutati relazionandoli con gli indicatori di qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente .

Sulla base delle assunzioni e dati di input precedentemente descritti, sono stati calcolati i valori di PM10 e NOx connessi alle attività per la realizzazione di progetto per i due scenari di massimo impatto ovvero:

- quello di traffico indotto esterno di cantiere ed esercizio
- ed emissioni da cantiere

Si precisa che i valori delle concentrazioni, calcolate non determinano impatto cumulato in quanto riferiti a condizioni indipendenti e di massima emissione relativa.

Si riporta di seguito un riassunto dei risultati delle simulazioni considerando le emissioni sia da traffico indotto via terra e via mare che dalle lavorazioni di cantiere come massimi sul dominio. Si fa presente che i valori massimi si riscontrano tutti all'interno delle aree di lavoro oppure nei pressi dell'asse stradale per il traffico indotto, quindi per eventuali recettori esterni dall'area di cantiere i valori di concentrazione stimate sono sicuramente più bassi.



**Tabella 19 valori di concentrazione massimi stimati all'interno del dominio per le emissioni totali: traffico indotto (via terra) e lavorazioni di cantiere.**

Massimo valore sul dominio di calcolo	PM10		NO2	
	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Massimo giornaliero ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Massimo orario ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Attività di cantiere (scavo, demolizioni, stoccaggio)	0.388	0.592	0.628	7.634
Traffico indotto (via terra cantiere)	-	0.050	-	1.20
Traffico indotto (via terra esercizio)	-	0.045	-	1.07
<b>Limiti qualità dell'aria Dlgs 155/2010</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>200</b>

Le simulazioni svolte, tramite i codici di calcolo numerico selezionati, hanno permesso di valutare gli scenari di impatto sulla qualità dell'aria delle emissioni derivanti dall'attività di cantiere nel loro svolgimento operativo e dal traffico indotto in uscita ed in ingresso per approvvigionamenti al cantiere stesso e indotto dall'esercizio del porto

L'area di cantiere si sviluppa all'interno dell'area portuale assimilata ad area industriale e praticamente priva, nelle immediate vicinanze da tessuto urbano che è posto a distanza maggiore di 200 metri in linea d'aria in direzione NORD. Per le polveri PM10 l'area urbana è interessata da valori di concentrazione di medi annuali pari circa ad 1,5 microgrammi/ $\text{m}^3$  e con valori inferiori ai 10 microgrammi/ $\text{m}^3$  per le medie giornaliere. Per il biossido di azoto l'area urbana è interessata da valori di concentrazione di media annuale inferiori a 1,2 microgrammi/ $\text{m}^3$  ed inferiori a 60 microgrammi/ $\text{m}^3$  per le media oraria. L'area urbana di Genova citata risente quindi dell'impatto del cantiere per valori compatibili con gli standard di qualità dell'aria .

I risultati mostrano come i valori di concentrazione sia su breve periodo (media oraria e media giornaliera) che su lungo periodo (media annuale) siano compatibili con gli standard di qualità dell'aria. Inoltre, da notare che l'impatto stimato è stato determinato considerando come operativa per tutti i mesi dell'anno la situazione più gravosa dal punto di vista emissivo. Pertanto i risultati sono da considerare cautelativi.

Dalle simulazioni si nota che il traffico indotto in ingresso ed uscita dal cantiere stesso per gli approvvigionamenti e per lo smaltimento e traffico indotto dall'esercizio del porticciolo stesso no determinano valori significativi di impatto sulla qualità dell'aria locale.

A quanto sopra, si aggiunge che nelle valutazioni effettuate non è stato considerato l'effetto di mitigazioni associato presso le aree di cantiere.

Nella gestione del cantiere saranno attuate tutte le azioni necessarie a contenere al massimo l'impatto ambientale. Facendo riferimento alle recenti LG linee-guida-cantieri del gennaio-2018 di ARPA Toscana, durante la gestione del cantiere si provvederà in funzione delle specifiche necessità, ad adottare tutti gli accorgimenti atti a ridurre la produzione e la diffusione delle polveri. Le misure di mitigazione che saranno valutate e messe in pratica sono:

- effettuare una costante e periodica bagnatura o pulizia delle strade utilizzate, pavimentate e non, avendo cura di gestire le acque eccedenti evitando sversamenti in corpi ricettori superficiali;
- pulire le ruote dei veicoli in uscita dal cantiere e dalle aree di approvvigionamento e conferimento materiali, prima che i mezzi impegnino la viabilità ordinaria;
- coprire con teloni i materiali polverulenti trasportati;
- attuare idonea limitazione della velocità dei mezzi sulle strade di cantiere non asfaltate (tipicamente 20 km/h);
- evitare le demolizioni e le movimentazioni di materiali polverulenti durante le giornate con vento intenso;

## 8.1 IMPATTI CUMULATIVI

Per la valutazione degli impatti cumulativi si è considerato lo scenario di CANTIERE.

Il progetto della nuova struttura dedicata alla nautica da diporto di Genova Pegli, ubicato nel bacino portuale di Genova Prà, è localizzato ad una distanza di circa 200 metri dall'area di localizzazione del progetto "Ricollocazione delle Cooperative Pescatori Multedo interferenti con la nuova foce del Rio Molinassi presso il sito di Genova – Prà" proposto dal Comune di Genova, nel seguito indicato in breve come progetto Cooperative Pescatori



**Figura 36 - Localizzazione del progetto Cooperative Pescatori, in rosso a sinistra, e del progetto di realizzazione della nuova struttura dedicata alla nautica da diporto a Genova Pegli, in giallo a destra (rielaborazione della Figura 3 dello Studio di Impatto Ambientale – Sezione II – Quadro progettuale del progetto Cooperative Pescatori <https://va.mite.gov.it/it-IT/Oggetti/Documentazione/7945/11668>)**

Il progetto Cooperative Pescatori è stato assoggettato a procedura di VIA statale (ID VIP 6248) conclusa con esito positivo, con condizioni ambientali (DM-2022-000017 del 17/01/2022).

In base alla consultazione della documentazione disponibile sul Portale delle Valutazioni e Autorizzazioni Ambientali VAS-VIA-AIA del Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) sono state dedotte le informazioni sul progetto Cooperative Pescatori al fine di valutare gli eventuali effetti cumulativi con il progetto oggetto del presente studio, considerata la contiguità spaziale dei due interventi.

Il progetto in sintesi prevede la realizzazione di una nuova area di rimessaggio a servizio delle cooperative realizzata a terra in un’area a monte della ferrovia Genova-Ventimiglia e la

realizzazione di un nuovo pontile e di nuove banchine necessarie per l'attracco delle imbarcazioni da pesca e per la collocazione delle attrezzature; inoltre sono previste alcune opere di sistemazione della foce e del tratto finale del Rio San Michele, con il fine di garantire la sicurezza dei futuri utilizzatori e migliorare l'accessibilità mediante l'esecuzione di dragaggi a mare del materiale depositato dal Rio San Michele.

Ad aprile 2023 è stata presentata istanza per la procedura di Verifica di Ottemperanza (ID VIP 9750) delle condizioni ambientali A) 1, 2, 3, del provvedimento di VIA conclusasi con esito "parzialmente ottemperate" (Determinazione Direttoriale MASE\_VA\_DEC\_2023-0000313 del 30/06/2023).

Nell'ambito della documentazione presentata per la Verifica di Ottemperanza (Nota Ministero prot. n. 180255 del 21/04/2023<sup>2</sup>) altresì riportata nel parere n. 765 del 12 giugno 2023 della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS – Sottocommissione VIA, il Comune di Genova rappresenta che "Ad oggi il progetto definitivo (per appalto integrato) "Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e della sistemazione idraulica del Rio Molinassi – Lotto 1 Stralcio 2 Intervento di ricollocamento delle Cooperative Pescatori Muledo, interferenti con la nuova foce del Rio Molinassi, presso il sito di Genova-Prà" è in fase di verifica progettuale a cura della Società ITS CONTROLLI TECNICI S.p.A. e contestualmente questa Direzione sta formalizzando l'affidamento della progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori di cui trattasi al RTI CONSORZIO STABILE GRANDI LAVORI SCRL/CONSORZIO INTEGRA SOC. COOP./ICM SPA/IMPRESA GIUGGIA COSTRUZIONI SRL già aggiudicataria dei lavori di sistemazione idraulica del rio Molinassi Lotto 1 Stralcio 1, Lotto 2 Stralcio 2 Fase 2, Lotto 3 nell'ambito dello stesso intervento".

Con la stessa nota si richiama inoltre l'urgenza dell'intervento incluso nel "Programma Straordinario di interventi urgenti per la ripresa e lo sviluppo del porto e delle relative infrastrutture di accessibilità e per il collegamento intermodale dell'aeroporto Cristoforo Colombo con la Città di Genova" approvato con Decreto n.2 prot. m. D/2019/2 del 15/01/2019.

Per l'esecuzione di tutte le opere previste nel progetto Cooperative Pescatori è stimata una durata complessiva di 240 giorni naturali e consecutivi (otto mesi) in base al cronoprogramma contenuto nello Studio di Impatto Ambientale – Sezione II – Quadro progettuale<sup>3</sup>, ed altresì confermato nella Relazione generale<sup>4</sup> allegata alla documentazione depositata per la citata procedura di Verifica di Ottemperanza.

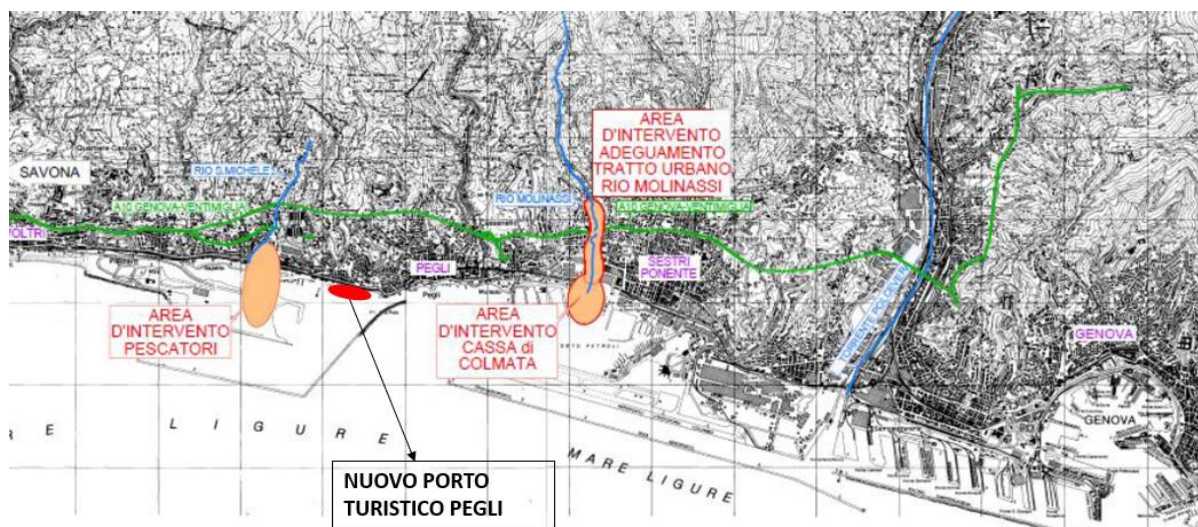
Nella citata Relazione generale è riportato inoltre che i restanti lotti funzionali e relativi stralci del progetto complessivo (nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri ponente e della sistemazione idraulica del Rio Molinassi) citati nella nota sopra riportata, per quanto localizzati in aree distanti dall'area di progetto ed in ambiti marini portuali separati dalla diga foranea del Bacino Portuale di Genova Prà sono già realizzati o in corso di esecuzione.

---

<sup>2</sup> <https://va.mite.gov.it/File/Documento/835296>

<sup>3</sup> <https://va.mite.gov.it/File/Documento/518015>

<sup>4</sup> <https://va.mite.gov.it/File/Documento/835294>



**Figura 37 - Localizzazione degli interventi nell'ambito del "Progetto definitivo della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del porto petroli di Genova Sestri ponente e della sistemazione idraulica del Rio Molinassi (rielaborazione della Figura 2 dello Studio di Impatto Ambientale – Sezione II – Quadro progettuale del progetto Cooperative Pescatori <https://va.mite.gov.it/IT/Oggetti/Documentazione/7945/11668>)**

In base a quanto sopra riportato, risulta che il progetto Cooperative Pescatori è in una fase molto più avanzata rispetto al progetto oggetto del presente studio e pertanto è ragionevolmente prevedibile che i lavori per la realizzazione degli interventi previsti, anche considerando l'urgenza dei medesimi per la riqualificazione dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente, non interferiscano con quelli previsti per la realizzazione della nuova struttura dedicata alla nautica da diporto di Genova Pegli.

Ciononostante si è valutato il potenziale impatto cumulativo dello scenario ritenuto più gravoso, ovvero contemporaneità della cantierizzazione progetto Cooperative Pescatori e della cantierizzazione progetto Porticciolo Castelluccio, di cui si riportano nel seguito i risultati.

**Tabella 20 valori di concentrazione massimi stimati all'interno del dominio per le emissioni totali: traffico indotto (via terra) e lavorazioni di cantiere.**

Massimo valore sul dominio di calcolo	PM10	NO2
	Media annuale (µg/m3)	Media annuale (µg/m3)
Attività di cantiere (scavo, demolizioni, stoccaggio)	18.5	15.0
<b>Limiti qualità dell'aria Dlg 155/2010</b>	<b>40</b>	<b>40</b>

Si fa presente che i valori massimi si riscontrano tutti all'interno delle aree di lavoro oppure nei pressi dell'asse stradale per il traffico indotto, quindi per eventuali recettori esterni dall'area di cantiere i valori di concentrazione stimate sono sicuramente inferiori.

Le simulazioni svolte, tramite i codici di calcolo numerico selezionati, hanno permesso di valutare gli scenari di impatto sulla qualità dell'aria delle emissioni derivanti dall'attività dei cantieri citati nel loro svolgimento operativo e dal traffico indotto in uscita ed in ingresso per approvvigionamenti al cantiere stesso. L'area di cantiere per entrambe i progetti (Porticciolo turistico e Pescatori) si sviluppa all'interno dell'area portuale assimilata ad area industriale e praticamente priva, nelle immediate vicinanze, di tessuto urbano che è posto a distanza maggiore di 150-200 metri in linea d'aria in direzione NORD.

Di seguito si valuta per alcuni recettori più prossimi all'area di interventi dei due progetti, la stima degli impatti cumulati

**Tabella 21 caratterizzazione recettori**

Recettore	UTM fuso 32 Est	UTM fuso 32 Nord	Tipologia
R1	483834.0	4919231.4	abitazione
R2	484037.9	4919095.8	abitazione
R3	484510.1	4919077.5	abitazione
R4	484525.1	4918995.5	abitazione
R5	484626.2	4918922.4	abitazione
R6	483613.5	4919193.9	abitazione
R7	484078.8	4919137.7	abitazione
R8	484131.5	4919066.8	abitazione
R9	484233.8	4919096.0	abitazione
R10	484440.5	4919081.2	abitazione
R11	484377.9	4919008.4	abitazione



**Figura 38 - Localizzazione dei recettori per la valutazione degli impatti cumulati**

Si riporta di seguito il valore ai recettori dell'impatto cumulato del cantiere dei due progetti con attività contemporanee, Pescatori e Porticciolo Turistico

**Tabella 22 stima degli impatti cumulati per progetto Pescatori e progetto Porticciolo Turistico per la fase di cantiere**

Recettori	PM10			NO2		
	Media Annuale Cantiere Pescatori (µg/m3)	Media Annuale Cantiere Porticciolo Turistico (µg/m3)	Media Annuale Cumulata (µg/m3)	Media Annuale Cantiere Pescatori (µg/m3)	Media Annuale Cantiere Porticciolo Turistico (µg/m3)	Media Annuale Cumulata (µg/m3)
R1	1.452	0.055	<b>1.507</b>	1.176	0.090	<b>1.266</b>
R2	0.223	0.108	<b>0.331</b>	0.181	0.175	<b>0.356</b>
R3	0.076	0.037	<b>0.113</b>	0.062	0.060	<b>0.122</b>
R4	0.060	0.055	<b>0.115</b>	0.048	0.090	<b>0.138</b>
R5	0.059	0.021	<b>0.080</b>	0.048	0.034	<b>0.082</b>
R6	1.481	0.043	<b>1.523</b>	1.199	0.069	<b>1.269</b>
R7	0.250	0.069	<b>0.318</b>	0.202	0.111	<b>0.314</b>
R8	0.146	0.131	<b>0.277</b>	0.118	0.212	<b>0.330</b>
R9	0.113	0.073	<b>0.186</b>	0.091	0.118	<b>0.210</b>
R10	0.083	0.045	<b>0.128</b>	0.068	0.073	<b>0.140</b>
R11	0.095	0.100	<b>0.195</b>	0.077	0.163	<b>0.239</b>
<b>Limiti qualità dell'aria Dlgs 155/2010</b>	<b>40</b>			<b>40</b>		

Per le polveri PM10 nella valutazione cumulata, l'area urbana è interessata da valori di concentrazione di medi annuali pari circa ad 1,5 microgrammi/m<sup>3</sup>. Per il biossido di azoto l'area urbana è interessata da valori di concentrazione di media annuale inferiori a 1,3 microgrammi/m<sup>3</sup>. L'area urbana di Genova citata risente quindi dell'impatto del cantiere cumulato per valori compatibili con gli standard di qualità dell'aria.