

Staff Programma Straordinario

Con riferimento al Progetto di Realizzazione della Nuova Diga Foranea di Genova il presente documento risponde alle raccomandazioni di cui al Parere n. 748 del 29.05.2023 e presenta l'analisi degli Scenari che saranno proposti nel Piano Regolatore Portuale in formazione: lo *Scenario di stato attuale* e lo *Scenario di riferimento*; quest'ultimo riferito, oltre che alla fase di esercizio della Nuova Diga Foranea di Genova anche agli interventi di adeguamento delle infrastrutture che garantiranno l'accessibilità via terra alle aree portuali, così come riportato nella documentazione integrativa trasmessa da AdSP MLO in data 19.05.2023, e i potenziamenti di capacità produttiva portuale in programmazione connessi agli incrementi di traffico previsti.

**ESTRATTO DELLO STUDIO SPECIALISTICO: “*VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI IN
ATMOSFERA*” REDATTO A SUPPORTO DEL NUOVO PIANO REGOLATORE PORTUALE
DI GENOVA IN FORMAZIONE.**

**VALUTAZIONE DEL QUADRO EMISSIVO E DI QUALITÀ DELL’ARIA DELLO STATO
ATTUALE E DELLO SCENARIO DI RIFERIMENTO, CHE SI INSERISCE NELLE
ATTIVITÀ PRELIMINARI ALL’ELABORAZIONE DEL NUOVO PIANO REGOLATORE
PORTUALE DI GENOVA AD OGGI IN CORSO**

Sommario

1	PREMESSA	4
2	CLIMATOLOGIA E METEOROLOGIA	5
2.1	Cenni di climatologia regionale	5
2.2	Meteorologia della zona di studio	6
3	QUALITÀ DELL'ARIA	11
3.1	Inquadramento normativo e limiti di legge	11
3.2	Descrizione dello stato attuale della qualità dell'aria	13
3.2.1	<i>Zonizzazione</i>	13
3.2.2	<i>La rete di monitoraggio della qualità dell'aria</i>	14
3.3	Inventario delle emissioni	16
4	LA MODELLISTICA	19
4.1	I modelli di dispersione	19
4.1.1	<i>Scelta e tipologie di modelli diffusionali</i>	19
4.1.2	<i>Criteri che concorrono alla scelta del modello</i>	19
4.2	Approccio metodologico	21
4.2.1	<i>Accuratezza del Modello</i>	21
4.2.2	<i>Calpuff Model System</i>	21
5	LA VALUTAZIONE DELLO SCENARIO STATO ATTUALE	23
5.1	Emissioni da traffico veicolare	23
5.2	Emissioni da traffico navale	24
5.3	"Altre" emissioni	26
5.4	Metodologia di modellazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera	30
5.4.1	<i>Dominio di calcolo e schema di modellazione</i>	30
5.4.2	<i>Parametri di calcolo</i>	30
5.4.3	<i>I Recettori</i>	31
5.5	Analisi dei risultati - Scenario Stato attuale	32
5.6	Mappe di Isoconcentrazione	34
6	LA VALUTAZIONE DELLO SCENARIO DI RIFERIMENTO	47
6.1	Emissioni da traffico veicolare	47
6.2	Emissioni da traffico navale	47
6.3	"Altre emissioni"	48
6.4	Parametri di calcolo	49
6.5	I Recettori	49
6.6	Analisi dei risultati -Scenario di riferimento	50
6.7	Mappe di Isoconcentrazione	51
6.8	Proiezione dell'Inventario regionale delle emissioni al 2030	64

6.9	Focus di approfondimento: calata Giaccone	66
7	CONCLUSIONI.....	67

1 Premessa

Il presente elaborato risulta un estratto di quanto prodotto come *Studio specialistico* di supporto al Nuovo *Piano Regolatore Portuale (PRP) di Genova*, attualmente in fase di formazione, volto alla valutazione dei possibili effetti sulla matrice atmosfera correlati, direttamente ed indirettamente.

Nello specifico, il presente elaborato effettua un'analisi di due degli Scenari che saranno proposti nel PRP in formazione: lo *Scenario di stato attuale* e lo *Scenario di riferimento*, quest'ultimo riferito, oltre che alla fase di esercizio-scenario di riferimento della nuova Diga Foranea di Genova, anche gli interventi di adeguamento delle infrastrutture che garantiranno l'accessibilità via terra alle aree portuali e i potenziamenti di capacità produttiva portuale in programmazione connessi agli incrementi di traffico previsti.

2 Climatologia e meteorologia

2.1 Cenni di climatologia regionale

La Liguria è una Regione dell'Italia Settentrionale racchiusa tra l'Appennino a Nord ed il Mar Ligure a Sud.

Il clima della Regione 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 riesentono 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. L'elevato tasso di umidità rende molto afoso il clima delle coste anche a fronte di valori estivi non molto elevati.

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 1000 mm 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.

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.

2.2 Meteorologia della zona di studio

All'interno del presente 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 meteorologiche disponibili sono costituite dai dati della *Rete Mareografica Nazionale* (<https://www.mareografico.it/>) e nello specifico della **stazione di Genova**.

La caratterizzazione meteorologica dell'area 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"

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

Parametri misurati :

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

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 1. Rosa dei venti per l'anno 2022

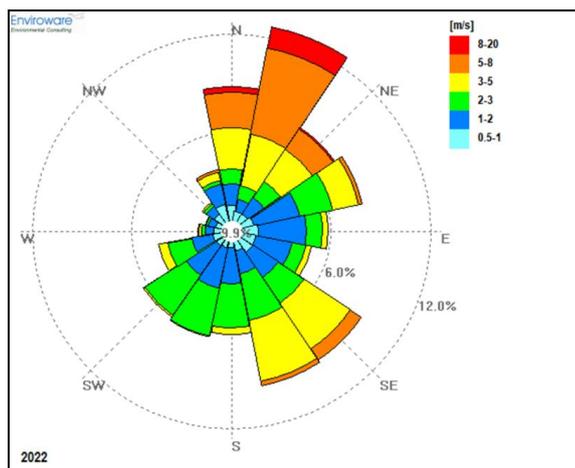
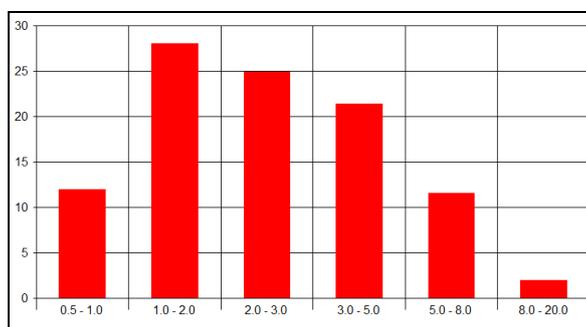


Figura 2. Frequenza di accadimento delle classi di velocità del vento per l'anno 2022



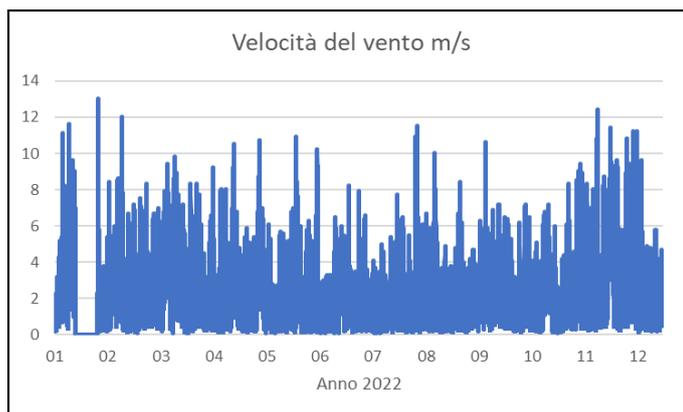
Dai dati di velocità e direzione del vento misurati dalla stazione e riportati nella rosa dei venti, si nota come le direzioni prevalente di provenienza dei venti siano NORD-NORD-EST con frequenza totale di circa 12%, e quella da SUD-EST e SUD-SUD-EST che conta circa 8.6% su base annuale. Le altre direzioni 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
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
Anno	13.0	2.6	0.1

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 3. Serie temporale velocità del vento. Anno 2022



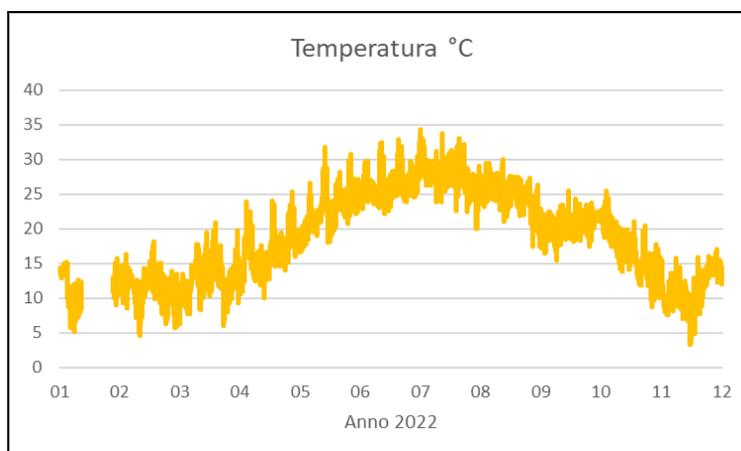
Temperatura dell'aria

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
Anno	34.3	18.7	3.3

Figura 4. Serie temporale della temperatura dell'aria. Anno 2022



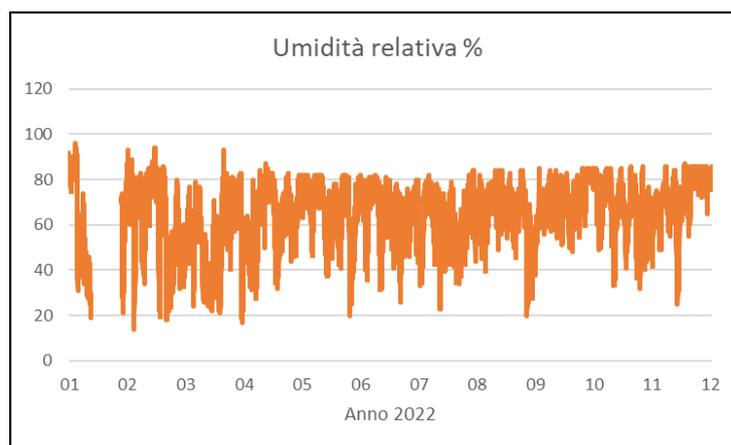
Umidità Relativa

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
Anno	96.0	64.6	14.0

Figura 5. Serie temporale umidità relativa. Anno 2022



Pressione atmosferica

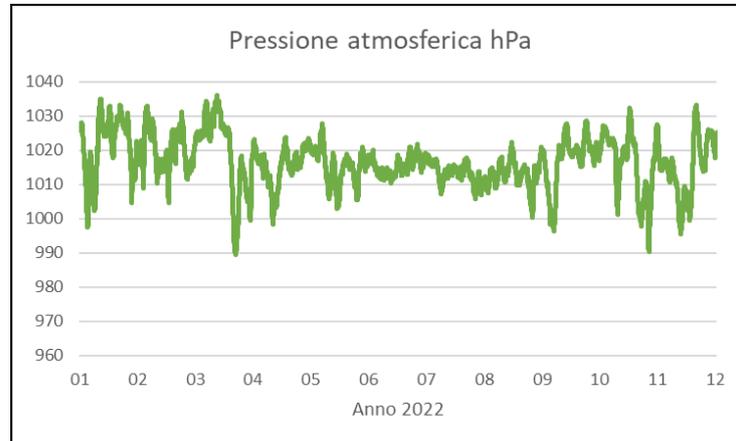
La pressione atmosferica media annua relativa all'anno 2022 si è valutata di 1016.6 hPa. È possibile inoltre notare che la pressione atmosferica massima si registra nel mese di Marzo (1036.1hPa) mentre il mese in cui si presenta il valore minimo di pressione atmosferica risulta Aprile (989.5 hPa).

Tabella 4. Analisi della pressione atmosferica (hPa). 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

periodo	Max [hPa]	Media [hPa]	Min [hPa]
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 6. Serie temporale della pressione atmosferica per l'anno 2022



3 Qualità dell'aria

3.1 Inquadramento normativo e limiti di legge

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

- 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 e s.m.i. 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 PM_{2,5};
- 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 D.Lgs. 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 PM_{2,5}.

Nella tabella seguente si riportano i valori limite per la qualità dell'aria vigenti e fissati dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. (esposizione acuta ed esposizione cronica).

Tabella 5. Valori di riferimento per la valutazione della Qualità dell'aria secondo il D.Lgs.155/2010 e s.m.i.

Biossido di azoto NO₂	Valore limite orario	Numero di superamenti Media oraria (max 18 volte in un anno)	200 µg/ m ³
	Valore limite annuale	Media annua	40 µg/ m ³
	Soglia di Allarme	Numero di superamenti Media oraria (3 ore consecutive)	400 µg/ m ³
Monossido di carbonio CO	Valore limite	Massima Media Mobile su 8 ore	10 mg/ m ³
Ozono O₃	Soglia di Informazione	Numero di Superamenti del valore orario	180 µg/ m ³
	Soglia di Allarme	Numero di Superamenti del valore orario (3 ore consecutive)	240 µg/ m ³
	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 ³
Biossido di Zolfo SO₂	Valore limite orario	Numero di superamenti Media oraria (max 24 volte in un anno)	350 µg/ m ³
	Valore limite giornaliero	Numero di superamenti Media giornaliera (max 3 volte in un anno)	125 µg/ m ³
	Soglia di Allarme	Numero di superamenti Media oraria (3 ore consecutive)	500 µg/ m ³
Particolato Atmosferico PM₁₀	Valore limite giornaliero	Numero di superamenti Media giornaliera (max 35 volte in un anno)	50 µg/ m ³
	Valore limite annuale	Media annua	40 µg/ m ³
Benzene C₆H₆	Valore limite annuale	Media annua	5 µg/ m ³
IPA come Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	Media annua	1 ng/ m ³
Metalli pesanti			
Arsenico	Valore limite annuale	Media annua	6 ng/ m ³
Cadmio	Valore limite annuale	Media annua	5 ng/ m ³
Nichel	Valore limite annuale	Media annua	20 ng/ m ³

3.2 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 e s.m.i., 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 D.Lgs. 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.

3.2.1 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 (SO₂), monossido di carbonio (CO), biossido di azoto (NO₂), benzene e particolato solido fine (PM₁₀ e PM_{2,5}) 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 l'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:

- 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.

Figura 7. Classificazione delle zone di qualità dell'aria per i principali inquinanti (fonte ArpaL)

Zona	Nome Zona	NO ₂ media oraria	NO ₂ media annuale	SO ₂ media giornaliera	PM ₁₀ media annuale	PM ₁₀ media giornaliera	PM _{2.5} media annuale	CO media mobile su 8 ore	C ₆ H ₆ 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

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

3.2.2 La rete di monitoraggio della qualità 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 6. Caratteristiche delle stazioni dell'AGGLOMERATO DI GENOVA (fonte ARPAL)

Zona	Nome Stazione	Tipo Stazione	SO ₂	NO ₂	PM10	PM2.5	C ₆ H ₆	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) ¹	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,
- SUBURBANA FONDO di PEGLI VIA UNGARETTI.

Le stazioni effettuano il monitoraggio di BLOSSIDI DI AZOTO, PM₁₀, SO₂, PM_{2,5}, 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 di ARPA LIGURIA e dalla banca dati regionale.

Biossido di Azoto (NO₂)

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 7. Confronto con i limiti di riferimento

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

Il parametro monitorato risulta entro i limiti normativi.

PM₁₀ (Polveri fini)

Con il termine PM₁₀ 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 emmissive antropiche in ambiente urbano sono rappresentate dagli impianti di riscaldamento civile e dal traffico veicolare.

Le fonti naturali di PM₁₀ sono riconducibili essenzialmente ad eruzioni vulcaniche, erosione, incendi boschivi etc.

Tabella 8. Confronto con i limiti di riferimento

Stazione	2019 N° medie giornaliere >50µg/m3 (V.L. 35 giorni)	Media annuale (V.L. 40 µg/m3)	2020 N° medie giornaliere >50µg/m3 (V.L. 35 giorni)	Media annuale (V.L. 40 µg/m3)	2021 N° medie giornaliere >50µg/m3 (V.L. 35 giorni)	Media annuale (V.L. 40 µg/m3)	2022 N° medie giornaliere >50µg/m3 (V.L. 35 giorni)	Media annuale (V.L. 40 µg/m3)
GENOVA C.SO FIRENZE	52	16	62	14	2	15	1	15

Il parametro monitorato risulta entro i limiti normativi.

Particolato (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)
GENOVA C.SO FIRENZE	-	10	9	9

Il parametro monitorato risulta entro i limiti normativi.

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

Stazione	2019 Massimo media mobile su 8 ore (V.L. 10 mg/m³)	2020 Massimo media mobile su 8 ore	2021 Massimo media mobile su 8 ore	2022 Massimo media mobile su 8 ore
GENOVA C.SO FIRENZE	2.3	2	2	1.7

Il parametro monitorato risulta entro i limiti normativi.

3.3 Inventario delle emissioni

I principali inquinanti presi come riferimento nell'analisi della componente atmosfera si riportano di seguito le *emissioni prodotte dai macro-settori* (SNAP CATEGORIES – EMEP) considerate nell'inventario regionale Liguria aggiornato al 2016, sia a livello regionale che in dettaglio riferito al comune di Genova.

L'inventario regionale delle emissioni degli inquinanti principali, con riferimento all'anno 2016, evidenzia che il "trasporto stradale" dà il principale apporto alle emissioni totali regionali di NOx (49%) e fornisce un contributo significativo alle emissioni di particolato fine (22% di PM10) e che il macrosettore "altre sorgenti mobili e macchine" (prevalentemente emissioni dalle navi in porto) dà un contributo significativo alle emissioni di NOx (30%).

Tabella 10. Dati dell'inventario regionale anno 2016 – Totali regionali

Macrosettore	C6H6 (kg)	CH4 (Mg)	CO (Mg)	COVNM (Mg)	NH3 (Mg)	NOX (Mg)	PM10 (Mg)	PM2,5 (Mg)	SOX (Mg)
Combustione nell'industria dell'energia e trasformaz.fonti energetiche	2737.2	77.0	716.3	204.6	3.5	2684.3	61.8	48.7	1610.0
Impianti di combustione non industriali	273865.9	5595.5	20281.4	2224.7	282.2	1822.7	2548.3	2485.1	265.5
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	107.4	101.3	531.9	118.4	9.7	1725.2	33.7	30.6	1044.1
Processi senza combustione	139.4	489.3	174.5	792.9	1.4	9.0	229.8	57.6	109.4
Altro trasporto interno e immag. di comb. liquidi	2126.8	6827.1	0.0	1142.3	0.0	0.0	3.3	0.8	0.0
Uso di solventi	2.8	0.0	0.0	7542.5	0.0	0.3	5.2	5.2	0.0
Trasporti stradali	125622.8	356.1	31743.0	4392.5	140.9	15246.2	1041.0	793.9	8.1
Altre sorgenti mobili e macchine	7328.6	61.2	1456.1	665.2	0.4	9186.1	440.8	440.3	1730.9
Trattamento e smaltimento rifiuti	407.5	19312.6	265.4	181.8	153.2	83.3	26.6	20.5	82.7
Agricoltura	1224.5	1538.9	11.9	341.7	641.6	0.5	38.5	9.8	0.1
Altre sorgenti/assorbenti in natura	12039.3	115.5	2629.0	4529.4	34.4	73.7	319.4	319.4	24.6
TOTALE REGIONE LIGURIA	425602.1	34474.4	57809.5	22136.0	1267.3	30831.4	4748.5	4212.0	4875.4

Nel presente studio si fa riferimento agli agenti inquinanti maggiormente sensibili, in particolare, NO_x, al PM₁₀.

Coerentemente a ciò, si è ritenuto significativo avere un quadro completo sugli inquinanti maggiormente influenzate dalle attività presenti a livello comunale.

Tabella 11. Dati inventario Regionale 2016 – Totali comune di Genova

Macrosettore	C6H6 (kg)	CH4 (Mg)	CO (Mg)	COVNM (Mg)	NH3 (Mg)	NOX (Mg)	PM10 (Mg)	PM2,5 (Mg)	SOX (Mg)
Combustione nell'industria dell'energia e trasformaz.fonti energetiche	59.4	9.1	49.6	82.1	0.4	311.7	3.3	3.0	288.1
Impianti di combustione non industriali	13846.8	387.1	1242.9	166.3	14.6	547.3	139.7	136.4	54.7
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	6.4	3.0	112.0	7.6	3.0	336.1	5.6	4.9	226.7
Processi senza combustione	2.7	0.1	0.0	206.8	0.0	0.0	30.8	3.6	0.0
Altro trasporto interno e immag. di comb. liquidi	74.8	1773.4	0.0	375.6	0.0	0.0	0.6	0.1	0.0
Uso di solventi	0.5	0.0	0.0	2874.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Trasporti stradali	42079.4	111.5	10038.6	1463.3	36.5	4338.6	299.9	228.2	2.4
Altre sorgenti mobili e macchine	4124.4	29.7	785.2	370.1	0.1	5425.9	271.5	271.4	705.2
Trattamento e smaltimento rifiuti	0.0	1.0	29.4	0.5	0.9	7.3	5.3	2.7	0.8

Macrosettore	C6H6 (kg)	CH4 (Mg)	CO (Mg)	COVNM (Mg)	NH3 (Mg)	NOX (Mg)	PM10 (Mg)	PM2,5 (Mg)	SOX (Mg)
Agricoltura	759.5	326.7	7.4	50.4	127.1	0.3	7.7	2.7	0.0
Altre sorgenti/assorbenti in natura	297.5	2.9	65.0	122.9	0.9	1.8	7.9	7.9	0.6
TOT. COMUNE DI GENOVA	61251.3	2644.5	12330.0	5720.0	183.5	10969.1	772.3	661.1	1278.6

Dalla tabella risulta evidente, per gli inquinanti allo studio, i principali contributi alle emissioni totali sono determinati dal settore "Trasporti Stradali" e "Altre sorgenti mobili e macchine".

A livello comunale per NOX si figura la stessa situazione emissiva regionale in cui i settori predominanti fonte di emissione sono i trasporti stradali e le attività del porto derivanti dal movimento e sosta delle navi che sommate rappresentano circa il 90% del totale delle emissioni totali.

Per quanto riguarda il PM10 si configura la stessa situazione emissiva vista per NOX in cui i settori predominanti per le fonti di emissione sono i trasporti stradali (39%), le attività portuali (35%) ed il macrosettore "processi di combustione non industriale" (cioè gli impianti di combustione civili) che apporta emissioni di particolato per circa il 18% del totale comunale.

Tabella 12. Dati inventario Regionale 2016 – Totali comune di Genova di PM10, NOx, SOx e PM2,5

Macrosettore	NOX (Mg)	PM10 (Mg)	PM2,5 (Mg)	SOX (Mg)
Combustione nell'industria dell'energia e trasformazioni fonti energetiche	2.84%	0.43%	0,45%	22,53%
Impianti di combustione non industriali	4.99%	18.09%	20,63%	4,28%
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	3.06%	0.72%	0,74%	17,73%
Processi senza combustione	0.00%	3.98%	0,54%	0,00%
Altro trasporto interno e immag. di comb. liquidi	0.00%	0.07%	0,02%	0,00%
Uso di solventi	0.00%	0.00%	0,00%	0,00%
Trasporti stradali	39.55%	38.84%	34,52%	0,19%
Altre sorgenti mobili e macchine	49.47%	35.15%	41,05%	55,15%
Trattamento e smaltimento rifiuti	0.07%	0.69%	0,41%	0,06%
Agricoltura	0.00%	1.00%	0,41%	0,00%
Altre sorgenti/assorbenti in natura	0.02%	1.02%	1,19%	0,05%

Si fa presente che, come riportato nel documento ANALISI REGIONALE E ANDAMENTO TEMPORALE DELLE EMISSIONI TOTALI, i dati relativi alle emissioni del macrosettore 08 per il comune di Genova, fanno riferimento nella quasi totalità alle attività dovute allo stazionamento e alla manovra della navi in porto.

Figura 8. Fonte: Analisi regionale e andamento temporale delle emissioni totali

Tabella 1 – Emissioni macrosettore 08 - stazionamento navi anno 2016				
Strutture	COVNM (Mg)	NO _x (Mg)	PM ₁₀ (Mg)	SO _x (Mg)
	2016	2016	2016	2016
Porto di Genova	301	4.693	189	170
Porto di La Spezia	114	1.918	70	67
Porto di Savona	83	1.088	53	41
Totale	498	7.699	312	278

Tabella 1 – Emissioni macrosettore 08 - manovra navi anno 2016 (Mg)				
Strutture	COVNM (Mg)	NO _x (Mg)	PM ₁₀ (Mg)	SO _x (Mg)
Porto di Genova	53,1	524,8	74,6	399,7
Porto di La Spezia	13,9	133,9	18,2	122,9
Porto di Savona	6,1	60,1	8,4	37,8
TOTALE	73,1	718,9	101,2	560,5

4 La Modellistica

4.1 I modelli di dispersione

4.1.1 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.

4.1.2 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*, differentemente 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 affinizioni possono derivare con l'apporto esplicito o implicito di altre variabili, meteorologiche o emissive.

4.2 Approccio metodologico

4.2.1 Accuratezza del Modello

Il sistema di modelli utilizzato nell'applicazione di questo studio selezionato è CALPUFF MODEL SYSTEM.

Questa catena modellistica è tra quelle preferite dalle principali agenzie per la protezione ambientale internazionali. In particolare ISPRA, in successive pubblicazioni, menziona CALPUFF come modello idoneo alle applicazioni coerenti con quella prevista da questo studio.

Numerose Regioni Italiane e le relative Agenzia per la Protezione Ambientale hanno promulgato linee guida nelle quali si dichiara CALPUFF modello idoneo alle applicazioni di cui al presente studio; a titolo di esempio non esaustivo si cita:

- ARPA LOMBARDIA - *Indicazioni relative all'utilizzo di tecniche modellistiche per la simulazione della dispersione di inquinanti negli studi di impatto sulla componente atmosfera* (https://www.provincia.mantova.it/UploadDocs/23343_Indicazioni_modelli_ARPA_ottobre_2018.pdf);
- ARPA LAZIO - *Procedura Tecnica N.2 Linee Guida per la Valutazione Dell'impatto sulla Qualità dell'Aria* (<https://www.arpalazio.it/documents/20124/67746/Norme+tecniche+di+attuazione.pdf>);
- ARPA VENETO- *Orientamento operativo adottato anche dal Comitato Tecnico di Valutazione di impatto ambientale della Regione del Veneto "indicazioni tecnico-operative per la redazione di studi modellistici di impatto sulla componente atmosfera"* (<https://www.snambiente.it/snpa/arpa-veneto/le-linee-guida-di-arpa-veneto-sulla-dispersione-degli-inquinanti-in-atmosfera/>).

4.2.2 Calpuff Model System

Il sistema di modelli CALPUFF MODEL SYSTEM¹, 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

¹ CALPUFF Regulatory Updates and Consequence Analysis

The current regulatory version of the CALPUFF Modeling System includes:

CALPUFF version 5.8, level 070623

CALMET version 5.8, level 070623

CALPOST version 5.6394, level 070622

For every update of the "EPA-approved" version of the CALPUFF Modeling System, a consequence analysis is performed by EPA using an update protocol that identifies what model changes have been made and their implications based on the analysis results. This analysis compares the base CALPUFF Modeling System (i.e., current regulatory version) with the beta (i.e., proposed updated version).

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 La valutazione dello Scenario Stato attuale

5.1 Emissioni da traffico veicolare

L'area di estensione del porto di Genova, in carico gestionale all'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale, va dall'ambito di Riparazioni Navali e dal Porto Antico che passa poi al terminal traghetti, alle aree logistico-commerciali di San Benigno e Sampierdarena, a quelle industriali di Cornigliano, fino al bacino portuale logistico di Pra'-Voltri. Le aree portuali risultano servite da un importante sistema infrastrutturale, viabilistico-autostradale e ferroviario, che attraversa l'area metropolitana di Genova fino a penetrarne profondamente anche le aree urbane più consolidate e centrali. La commistione fra traffico dedicato al porto, di merci e di persone, e traffico cittadino, evidenzia l'aspetto tradizionalmente più critico della relazione tra Porto di Genova, Città di Genova e territorio, intendendo con "territorio" sia il contesto regionale/nazionale che poi quello internazionale.

Dalle analisi svolte nello *Studio specialistico trasportistico* redatto a supporto del PRP in fase di formazione emerge come nello scenario attuale l'infrastrutturazione primaria del territorio, sia per la rete viabilistica che per quella ferroviaria, vede in Genova uno snodo rispetto alla dorsale est-ovest che percorre tutta la costa ligure, e un punto di principio/fine per le dorsali nord-sud, che superano l'Appennino Ligure in direzione Alessandria – Vercelli – Gravellona Toce e Pavia – Milano. Un ulteriore elemento è rappresentato dalla rete stradale primaria delle statali, sviluppate anch'esse lungo le direttrici delle valli in direzione nord-sud e quella costiera in direzione est-ovest. Nel dettaglio, il *sistema delle strade statali* è formato da: SS 1 – Via Aurelia; SS 45 della Val Trebbia; SS 35 dei Giovi e SS 456 del Turchino.

L'avvicinamento all'ambito portuale, sopra descritto, avviene prioritariamente su tre uscite autostradali:

- L'uscita Genova ovest (casello al termine della A7) al servizio dell'area portuale della zona della Lanterna e del terminal Traghetti, attraverso il nodo di San Benigno;
- L'uscita Genova Aeroporto (casello lungo la A10) al servizio delle aree portuali di Sampierdarena e Cornigliano, attraverso il nodo del varco di Ponente;
- L'uscita Genova Pra' (casello lungo la A10) al servizio dell'area portuale del terminal logistico di Pra'-Voltri.

Ciascuno dei tratti stradali di connessione fra autostrada e porto scambia con la direttrice costiera della SS1 e, talvolta, con altri tratti viabilistici urbani. La minimizzazione di questi scambi e interconnessioni ha rappresentato, e tuttora rappresenta, il principale obiettivo dei progetti di accessibilità stradale al porto. Relazioni meno dirette, ma comunque esistenti, fra autostrada e porto, e rilevanti ai fini della descrizione dello scenario, possono essere individuate in:

- Il tratto stradale tra l'uscita di Genova Pegli e l'ambito portuale di Sestri Ponente - Porto Petroli, che in parte si appoggia come percorso sulla SS1;
- Il tratto tra l'uscita di Genova Est e l'ambito portuale di Levante – Area Riparazioni Navali, anch'esso in parte sviluppato lungo la SS1, che in quel tratto corre sia a raso che in sopraelevata.

All'interno dello *Studio trasportistico* redatto a supporto del PRP in formazione è stata eseguita un'analisi del sistema stradale afferente ai bacini portuali genovesi mediante lo *sviluppo di modelli di simulazione del traffico nell'ora di punta mattutina* che ha permesso di valutare le condizioni di utilizzo dell'infrastruttura viaria che sussistono allo stato di fatto sulla base della domanda attuale. Il sistema di offerta infrastrutturale presente nelle modellazioni a macroscale consiste in un grafo orientato che rappresenta la rete viabilistica dell'area metropolitana di Genova. Ciascun arco è classificato secondo le categorie funzionali principali ed è stato caratterizzato con le informazioni delle velocità a flusso libero e delle capacità veicolare oraria, dipendente anche dalle condizioni fisiche e geometriche di ogni tratto stradale.

Il sistema di domanda è rappresentato dalle matrici Origine-Destinazione (OD) *dell'ora di punta della mattina*, identificata con la fascia oraria tra le 7:30 e le 8:30. Le matrici sono distinte per tre differenti classi veicolari: 2 ruote (2R), veicoli leggeri (VL) e mezzi pesanti (MP). Le matrici OD utilizzate per le analisi trasportistiche sono state calibrate sulla base di indagini di mobilità svolte nel corso del 2023.

Le *emissioni da traffico su gomma* sono state elaborate a partire dai dati dello *Studio trasportistico*.

5.2 Emissioni da traffico navale

Le *emissioni da traffico navale* sono state elaborate, a partire dai dati gestionali forniti da AdsP e riferiti, nello specifico, agli ultimi 5 anni disponibili (2018 – 2022), applicando la metodologia di seguito esplicitata:

- elaborazione dei dati dei movimenti APL delle navi suddivise in tipologie e per tipo di movimento (ingresso, stazionamento in banchina e ripartenza);
- selezione dei fattori di emissione specifici per polveri e gas per tipo di movimento;
- elaborazione emissioni specifiche e variabilità temporale.

I fattori di emissione sono stati ricavati da *"European Commission Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community"* e confrontati con quelli disponibili dal sito EMEP Corinair in ultima revisione (si vedano pagine seguenti).

Di seguito a confronto si riportano i fattori di emissione della banca dati di EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 *"1.A.3.d.i, 1.A.3.d.ii, 1.A.4.c.iii International maritime and inland navigation, national navigation, national fishing, recreational boats International maritime navigation, international inland navigation, national navigation (shipping), national fishing"* cui sono contenute tutte le sorgenti di trasporto legate alla navigazione, comprendenti sia quelle nazionali che quelle internazionali, sia quelle legate ad attività specifiche come la pesca ed il trasporto merci e combustibili.

A titolo informativo si riporta una tabella in cui sono mostrati i *fattori di emissione delle navi suddivisi per tipo di motore e per tipo di manovra*.

Figura 9. Fattori di emissione per differenti tipologie di movimento, motore e carburante g/kWh fonte: EMEP/EEA emission inventory guidebook 2019, updated oct 2020 table 3-10

Engine	Phase	Engine type	Fuel type	NO _x EF 2000 (g/kWh)	NO _x EF 2005 (g/kWh)	NO _x EF 2010 (g/kWh)	NMVOE EF (g/kWh)	TSP PM ₁₀ PM _{2.5} EF (g/kWh)	Specific fuel consumption (g fuel/kWh)	
Main	Cruise	Gas turbine	BFO	6.1	5.9	5.7	0.1	0.1	305.0	
			MDO/MGO	5.7	5.5	5.3	0.1	0.0	290.0	
		High-speed diesel	BFO	12.7	12.3	11.8	0.2	0.8	213.0	
			MDO/MGO	12.0	11.6	11.2	0.2	0.3	203.0	
		Medium-speed diesel	BFO	14.0	13.5	13.0	0.5	0.8	213.0	
			MDO/MGO	13.2	12.8	12.3	0.5	0.3	203.0	
		Slow-speed diesel	BFO	18.1	17.5	16.9	0.6	1.7	195.0	
			MDO/MGO	17.0	16.4	15.8	0.6	0.3	185.0	
		Steam turbine	BFO	2.1	2.0	2.0	0.1	0.8	305.0	
			MDO/MGO	2.0	1.9	1.9	0.1	0.3	290.0	
		Manoeuvring Hotelling	Gas turbine	BFO	3.1	3.0	2.9	0.5	1.5	336.0
				MDO/MGO	2.9	2.8	2.7	0.5	0.5	319.0
	High-speed diesel		BFO	10.2	9.9	9.5	0.6	2.4	234.0	
			MDO/MGO	9.6	9.3	8.9	0.6	0.9	223.0	
	Medium-speed diesel		BFO	11.2	10.8	10.4	1.5	2.4	234.0	
			MDO/MGO	10.6	10.2	9.9	1.5	0.9	223.0	
	Slow-speed diesel		BFO	14.5	14.0	13.5	1.8	2.4	215.0	
			MDO/MGO	13.6	13.1	12.7	1.8	0.9	204.0	
Steam turbine	BFO		1.7	1.6	1.6	0.3	2.4	336.0		
	MDO/MGO		1.6	1.6	1.5	0.3	0.9	319.0		
Auxiliary	Cruise Manoeuvring Hotelling	High-speed diesel	BFO	11.6	11.2	10.8	0.4	0.8	227.0	
			MDO/MGO	10.9	10.5	10.2	0.4	0.3	217.0	
	Medium-speed diesel	BFO	14.7	14.2	13.7	0.4	0.8	227.0		
		MDO/MGO	13.9	13.5	13.0	0.4	0.3	217.0		

BFO -Bunker Fuel Oil, MDO -Marine Diesel Oil, MGO -Marine Gas Oil

Source: Entec (2002), Entec (2007), the emission factors for NMVOC was been derived as 98 % of the original HC emission factors value, based on reported CH₄ factors from IPCC (1997).

Note. See Table 3-1 and Table 3-2 for emission factors for other pollutants.

BC fraction of PM (f-BC); BFO: 0.12, MDO/MGO: 0.31. Source: for further information see Appendix A

I dati dei movimenti navi sono stati acquisiti da AdSP che ha provveduto a fornire sia lo storico navi generale degli ultimi 5 anni (2018 – 2022), che all'estrazione, di informazioni di maggior dettaglio, sempre riferite all'ultimo quinquennio, dal sistema PMIS (*Port Management Information System*). Il PMIS rappresenta l'interfaccia unica nazionale per l'invio delle formalità di dichiarazione delle navi in arrivo e in partenza dai porti italiani (*National Maritime Single Window*). L'interfaccia costituita dal PMIS deve assicurare l'interoperabilità con il sistema SafeSeaNet, il sistema informativo delle Dogane e con le piattaforme realizzate dalle autorità di sistema portuale per il migliore espletamento delle funzioni di indirizzo e coordinamento dei nodi logistici che alle stesse fanno capo.

Nella matrice seguente si riporta una sintesi delle informazioni raccolte ed analizzate.

Tabella 13. Dati movimenti navi ultimi 5 anni solari disponibili

Funzione del Terminal	2018	2019	2020	2021	2022	Media degli ultimi 5 anni
Funzione passeggeri (<i>Stazioni Marittime</i>)	2.027	2.042	1.509	1.812	2.108	1.899
Crociere	229	281	48	142	328	206
Traghetti	1.798	1.761	1.461	1.670	1.780	1.694
Funzione commerciale (<i>terminals containe, terminals rinfuse solide e liquide diverse dai petroli-terminals ro-ro multipurpose</i>)	3.816	3.607	3.170	3.058	2.896	3.309
Funzione petrolifera (porto petroli)	466	413	305	331	363	376
TOTALE	6.309	6.062	4.984	5.201	5.367	5.584

Nella matrice seguente si mostra il dettaglio dei movimenti riferiti alle *funzioni commerciali*.

Tabella 14. Dati movimenti navi ultimi 5 anni solari disponibili – funzione commerciale

TERMINAL	2018	2019	2020	2021	2022	MEDIA ULTIMI 5 ANNI
Terminal PSA Sech	280	268	231	161	143	217
Terminal San Giorgio Libia	527	530	517	471	453	500
Terminal San Giorgio Somalia	197	229	228	269	254	235
Terminal Messina	352	338	324	237	232	297
Genoa Metal Terminal	136	139	121	146	150	138
Spinelli G.P.T.	973	876	726	650	602	765
Terminal Rinfuse	67	79	75	91	85	79
Terminal Forest	33	25	28	31	26	29
PSA Genova Pra'	716	678	573	526	449	588
ILVA/A. Cornigliano	233	184	92	121	82	142
ESSO Italiana	74	25	22	27	25	35
ENI S.P.A.	37	29	32	25	24	29
SILOMAR	75	73	69	55	75	69
S.A.A.R.	68	80	72	84	92	79
Sampierdarena Oli	32	44	37	44	49	41
Get Oil	16	10	6	9	19	12
Terminal Bettolo	0	0	17	104	131	50
Ansaldo Energia	0	0	0	7	5	2
TOT della Funzione Commerciale (<i>Terminals Container-Terminals Rinfuse Solide e Liquide diverse dai petroli-Terminals Ro-Ro Multipurpose</i>)	3.816	3.607	3.170	3.058	2.896	3.309

Applicando i fattori di emissione alle statistiche di movimenti rappresentate nelle tabelle precedenti si è potuto calcolare le emissioni per le attività di movimentazione delle navi nel porto di Genova.

5.3 "Altre" emissioni

Per implementare con precisione le emissioni provenienti da "altre fonti" nell'applicazione di modellazione, sono stati acquisiti i dati dell'inventario regionale delle emissioni per l'ultimo anno disponibile e già mostrato nei capitoli precedenti.

Le emissioni sono suddivise in **11 categorie principali** stabilite dall'inventario regionale della Liguria.

I dati annuali sono stati disaggregati temporalmente e spazialmente per essere utilizzati come input del modello; tale disaggregazione è stata effettuata applicando l'approccio "top-down" che determina, per ciascuna area del dominio modellistico, un tasso di emissione (espresso in kg/ora) dei principali inquinanti che devono essere considerati per la valutazione modellistica dell'impatto sulla qualità dell'aria. L'approccio è detto "top-down" perché parte da valori annui di emissioni valutati a livello amministrativo (comune, regione) e suddivisi in più categorie (es. settori INEMAR).

Le emissioni sono quindi poi disaggregate spazialmente a diversi livelli attraverso *indicatori statistici* (popolazione, strade, uso del suolo, ecc.); tale metodologia prende in considerazione anche la disaggregazione temporale specifica per ciascuna fonte di emissione.

Di seguito si riporta la disaggregazione, spaziale e temporale, delle fonti emissive considerate.

Tabella 15. Disaggregazione spaziale e temporale delle fonti emissive

Categorie NFR SEE	Dati	disaggregazione spaziale	Disaggregazione temporale	Informazioni aggiuntive
Combustione nell'industria dell'energia e trasformaz. fonti energetiche	Inventario annuale delle emissioni	Shape file delle aree industriali - Corine Land Cover.	Non applicata	Da fornire dai 3 gestori dell'impianto DPS
Impianti di combustione non industriali	Inventario annuale delle emissioni	Schema delle aree urbane e delle aree commerciali - Corine Land Cover.	Profilo mensile, settimanale e orario da database europeo.	
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	Inventario annuale delle emissioni	Schema delle aree industriali e delle aree commerciali - Corine Land Cover.	Profilo mensile, settimanale e orario da database europeo.	
Processi senza combustione	Inventario annuale delle emissioni	Schema delle aree industriali e delle aree commerciali - Corine Land Cover.	Profilo mensile, settimanale e orario da database europeo.	
Altro trasporto interno e immag. di comb. liquidi	Inventario annuale delle emissioni	Shape file dell'area industriale - Corine Land Cover.	Profilo mensile, settimanale e orario da database europeo.	
Uso di solventi	Inventario annuale delle emissioni	Shape file dell'area industriale - Corine Land Cover.	Profilo mensile, settimanale e orario da database europeo.	
Trasporti stradali	Inventario annuale delle emissioni	File di shp da studio del traffico contenenti I volume di traffico per diverse categorie di veicoli.	Profilo mensile, settimanale e orario da database europeo.	
Altre sorgenti mobili e macchine	Inventario annuale delle emissioni	Shape file delle aree portuali e aeroportuali di Corine Land Cover.	Profilo mensile, settimanale e orario da database europeo.	
Trattamento e smaltimento rifiuti	Inventario annuale delle emissioni	Shape file discarica altre e aree industriali - Corine Land Cover.	Profilo mensile, settimanale e orario da database europeo.	
Agricoltura	Inventario annuale delle emissioni	Shape file dell'area agricola altra Corine Land Cover.	Profilo mensile, settimanale e orario da database europeo.	
Altre sorgenti/assorbenti in natura	Inventario annuale delle emissioni	Shape file di aree naturali Corine Land Cover.	Profilo mensile, settimanale e orario da database europeo.	

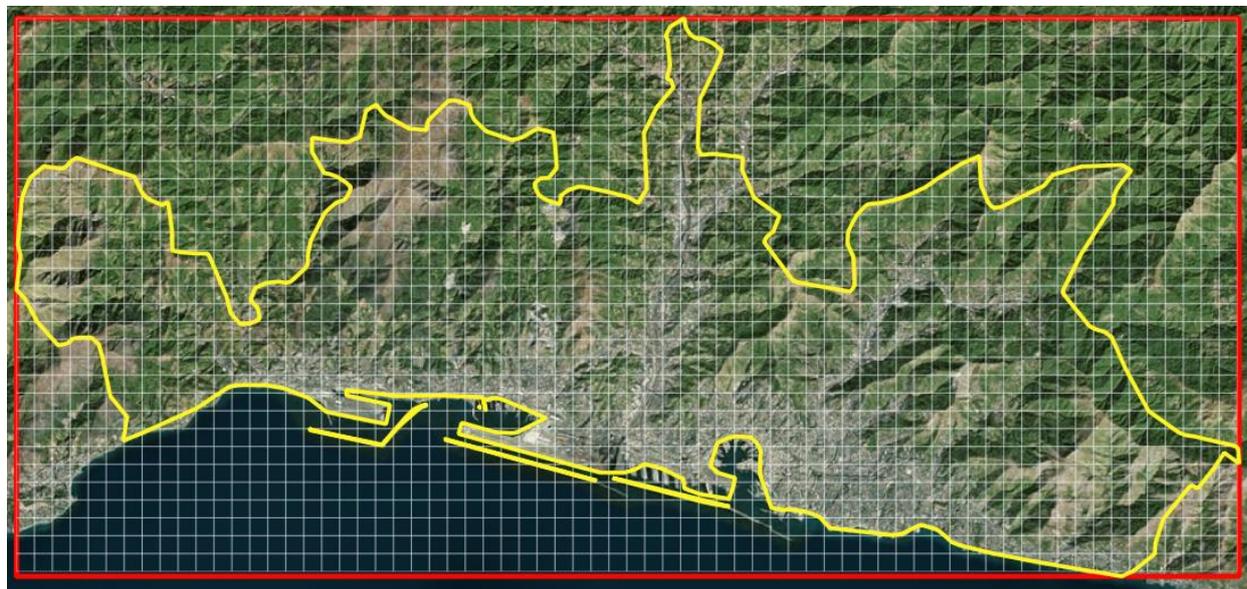
Le fonti elencate nella tabella precedente comprenderanno le seguenti emissioni specifiche che saranno considerate a seconda dei dati disponibili: emissioni specifiche nell'applicazione di modellizzazione come fonti puntuali o areali o come contributo al settore di emissione specifica (settore INEMAR).

Il set di dati sulle emissioni totali per il comune di Genova per l'anno 2016 è stato ottenuto dall'INEMAR Inventario Regionale della Liguria.

Determinate le emissioni specifiche, è stato analizzato il *Corine Land Cover 2018* allo scopo di determinare l'area nella quale localizzare ogni singola cella e quindi disaggregare spazialmente le

emissioni totali che non sono specificatamente definite come singola fonte puntuale (ad esempio, impianto di trattamento dei rifiuti) ma legati all'area di riferimento. La figura di seguito riportata mostra come la copertura del suolo Corine Land Cover sia stata sovrapposta alle celle del dominio modello per definire con precisione in termini spaziali le aree che appartengono ad un'unica classe, ad esempio le aree portuali. Questa procedura consente di determinare il contributo all'emissione di inquinanti atmosferici in una singola cella per ciascuna categoria di emissione definita.

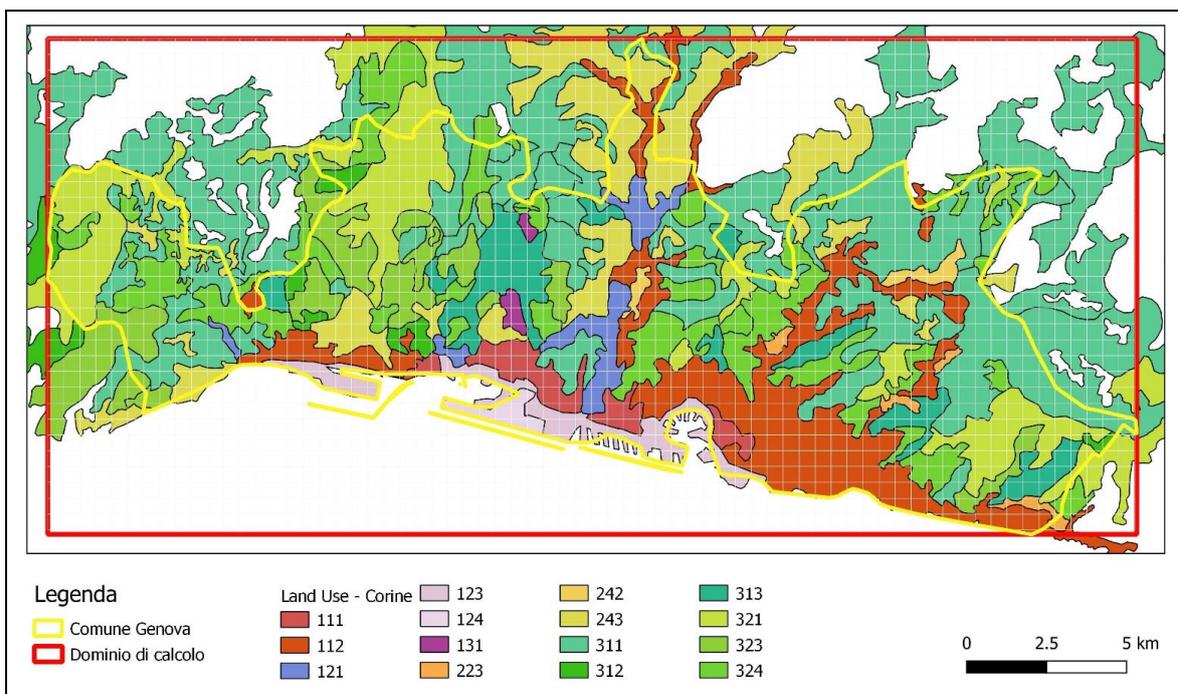
Figura 10. Disaggregazione spaziale dell'Inventario delle emissioni su griglia regolare di 500 m di passo



Categorie uso del suolo CLC associate alle classi di emissioni		
Emissions NFR categories	Input Data	Corine Land Cover Categories ^[1]
01 Combustione nell'industria dell'energia e trasformaz.fonti energetiche	Inventario emissioni	121: Industrial or commercial units
02 Impianti di combustione non industriali	Inventario emissioni	111: Continuous urban fabric 112: Discontinuous urban fabric Class 2: Agricultural areas
04 Processi senza combustione	Inventario emissioni	121: Industrial units 131: Mineral extraction sites
06 Uso di solventi	Inventario emissioni	121: Industrial or commercial units
07 Trasporti stradali	Studio del traffico	Specific shape file with road lines see figure above.
08 Altre sorgenti mobili e macchine	Dati movimento navi AP	123: Port Areas
10 Agricoltura	Inventario emissioni	Class 2: Agricultural areas Class 2.1.x Arable land Class 2.2.x Permanent crops Class 2.4.x Heterogeneous agricultural areas
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	Inventario emissioni	121: Industrial units 132: Dump sites
11 Altre sorgenti/assorbenti in natura	Inventario emissioni	Class 3: Forest and semi natural areas

[1] l'associazione è preliminare e potrà essere rivista, se necessario, nello sviluppo delle attività per poter meglio implementare l'inventario delle emissioni.

[2] Le classi CLC sono identificate ma possono non essere definite in via preliminare a causa della necessità di elaborazione dei dati. La "x" nelle classi CLC significa che verranno prese in considerazione tutte le sottoclassi disponibili.



Corine land cover classes

1. Artificial surfaces

1.1 Urban fabric

- 1.1.1. Continuous urban fabric
- 1.1.2. Discontinuous urban fabric

1.2 Industrial, commercial and transport units

- 1.2.1. Industrial or commercial units
- 1.2.2. Road and rail networks and associated land
- 1.2.3. Port areas
- 1.2.4. Airports

1.3 Mine, dump and construction sites

- 1.3.1. Mineral extraction sites
- 1.3.2. Dump sites
- 1.3.3. Construction sites

1.4 Artificial, non-agricultural vegetated areas

- 1.4.1. Green urban areas
- 1.4.2. Sport and leisure facilities

2. Agricultural areas

2.1 Arable land

- 2.1.1. Non-irrigated arable land
- 2.1.2. Permanently irrigated land
- 2.1.3. Rice fields

2.2 Permanent crops

- 2.2.1. Vineyards
- 2.2.2. Fruit trees and berry plantations
- 2.2.3. Olive groves

2.3 Pastures

- 2.3.1. Pastures

2.4 Heterogeneous agricultural areas

- 2.4.1. Annual crops associated with permanent crops
- 2.4.2. Complex cultivation patterns
- 2.4.3. Land principally occupied by agriculture
- 2.4.4. Agro-forestry areas

3. Forests and semi-natural areas

3.1 Forests

- 3.1.1. Broad-leaved forest
- 3.1.2. Coniferous forest
- 3.1.3. Mixed forest

3.2 Shrub and/or herbaceous vegetation associations

- 3.2.1. Natural grassland
- 3.2.2. Moors and heathland
- 3.2.3. Sclerophyllous vegetation
- 3.2.4. Transitional woodland shrub

3.3 Open spaces with little or no vegetation

- 3.3.1. Beaches, dunes, and sand plains
- 3.3.2. Bare rock
- 3.3.3. Sparsely vegetated areas
- 3.3.4. Burnt areas
- 3.3.5. Glaciers and perpetual snow

4. Wetlands

4.1 Inland wetlands

- 4.1.1. Inland marshes
- 4.1.2. Peatbogs

4.2 Coastal wetlands

- 4.2.1. Salt marshes
- 4.2.2. Salines
- 4.2.3. Intertidal flats

5. Water bodies

5.1 Inland waters

- 5.1.1. Water courses
- 5.1.2. Water bodies

5.2 Marine waters

- 5.2.1. Coastal lagoons
- 5.2.2. Estuaries
- 5.2.3. Sea and ocean

5.4 Metodologia di modellazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera

Al fine della implementazione della catena modellistica è stato necessario definire i seguenti dati:

- dominio di calcolo e schema di modellazione;
- condizioni meteorologiche;
- parametri emissivi.

5.4.1 Dominio di calcolo e schema di modellazione

Ai fini del calcolo della concentrazione delle polveri e dei gas, il dominio di CALPUFF di 34km x 16km è stato suddiviso in un'area con griglia a maglie quadrate di passo pari a 500 m sia in direzione nord-sud che in direzione est-ovest.

Tabella 16. Dominio di calcolo per la dispersione

Dominio di simulazione	Estensione del dominio [m] WGS 84 fuso 32N	Passo griglia
Dominio calcolo dispersione	473500 505500 4914000 4930000	500 m

Figura 11. Dominio di calcolo con evidenza dell'ambito amministrativo del Comune di Genova



Il *dominio di calcolo* è stato selezionato in base al criterio di poter contenere l'estensione territoriale dell'ambito amministrativo del Comune di Genova. Questo si è rivelato necessario per poter considerare le emissioni catalogate nell'*Inventario regionale* che hanno, come livello minimo, quello degli ambiti comunali.

5.4.2 Parametri di calcolo

L'applicazione del codice di calcolo CALPUFF MODEL SYSTEM è stata sviluppata secondo quanto riportato di seguito per la parte di dispersione degli inquinanti. Nella tabella sono mostrate le principali impostazioni ed i necessari dati di ingresso per le simulazioni del *periodo solare dell'anno 2022* per il codice CALPUFF.

Tabella 17. Configurazione CALPUFF per le sorgenti sia navali che traffico indotto

<i>Parametro</i>	<i>Descrizione</i>
Periodo	anno solare 2022
Emissioni	Le emissioni sono state rappresentate nel codice di calcolo come emissioni volumetriche ed inserite come variabili su scala oraria per le ore del giorno e dell'anno.
Meteorologia	La configurazione prevede l'implementazione del codice CALMET sul dominio di calcolo. Utilizzando i dati della stazione meteorologiche di Genova ed i dati in quota di modelli previsionali.
Simulazioni	
Dispersione	Sono state effettuate simulazioni "short term" per la valutazione della dispersione degli inquinanti emessi su scala oraria per il periodo di riferimento
Output	
	Sono stati elaborati i dati di concentrazioni di polveri calcolati da CALPUFF sia nei "recettori discreti", ovvero in corrispondenza delle stazioni di qualità dell'aria della rete regionale, che come "recettori grigliati" per ottenere le mappe di isonconcentrazione sul dominio di indagine.

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 non simulata (condizione cautelativa).

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 derivanti dal traffico navale, così come per la viabilità. *In questo modo si è potuto valutare, in modo coerente, le emissioni da ogni tipologia di sorgente.*

5.4.3 I Recettori

Nella seguente tabella si mostrano i punti di controllo individuati nel Dominio di calcolo che corrispondono alle *stazioni di qualità dell'aria della rete regionale*.

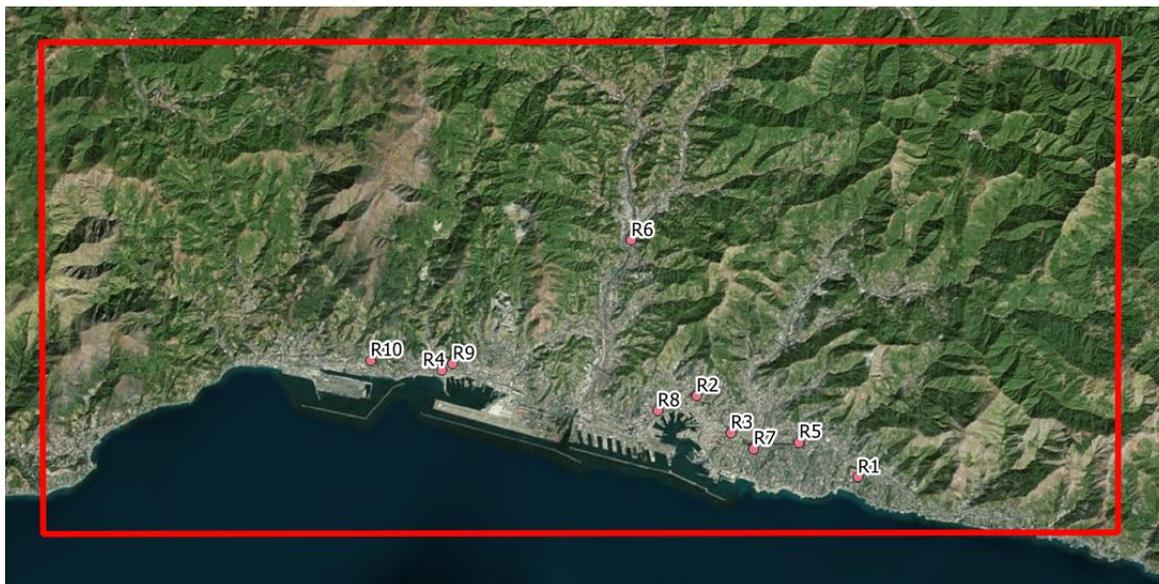
I recettori sono stati selezionati utilizzando le localizzazioni delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria. Infatti, questi punti possono essere utilmente utilizzati per riferire i risultati ai valori di concentrazione dei parametri inquinanti previsti dalla normativa vigente. Questi punti, rispetto a singole abitazioni o luoghi del territorio risultano efficaci anche per la valutazione delle modifiche progettuali e di pianificazione previste dal PRP.

Tabella 18 Risultati delle stime modellistiche

id	Descrizione	Longitudine Gauss Boaga	Latitudine Gauss Boaga	Tipo zona	Tipo stazione
R1	Quarto - Genova	1499353	4915753	Urbana	Background
R2	Corso Firenze - Genova	1494245	4918340	Urbana	Background
R3	Parco Acquasola - Genova	1495330	4917165	Urbana	Background
R4	Multedo - Pegli - Genova	1486175	4919167	Urbana	Traffic

id	Descrizione	Longitudine Gauss Boaga	Latitudine Gauss Boaga	Tipo zona	Tipo stazione
R5	Corso Europa - Via S. Martino - Genova	1497494	4916867	Urbana	Traffic
R6	Via Pastorino - Bolzaneto - Genova	1492185	4923292	Urbana	Traffic
R7	Corso Buenos Aires - Genova	1496056	4916665	Urbana	Traffic
R8	Via BuoZZi - Genova	1493015	4917872	Urbana	Traffic
R9	Multedo Villa Chiesa - Genova	1486527	4919378	Urbana	Industrial
R10	Via Ungaretti - Pegli - Genova	1483923	4919495	Suburbana	Background

Figura 12. Localizzazione punti di controllo considerati nel presente studio



5.5 Analisi dei risultati - Scenario Stato attuale

All'interno del presente paragrafo sono riportati i valori di concentrazione degli inquinanti in aria ambiente stimati dal codice di calcolo CALPUFF per le emissioni mostrate nel capitolo precedente ovvero tutte le emissioni dell'Inventario Regionale considerate.

PM₁₀

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni eseguite presso i recettori considerati.

Tabella 19 Risultati delle stime modellistiche per il PM₁₀ - Scenario Attuale

Valore di media annuale stimato dal codice CALPUFF per PM ₁₀ (ug/m3)						
id	Descrizione e ubicazione	Traffico stradale	Industriale	Porto Navi	Residenziale	Vegetazione
R1	QUARTO - GENOVA	0,081	0,003	0,068	1,475	0,017
R2	CORSO FIRENZE - GENOVA	0,143	0,034	1,126	1,362	0,016
R3	PARCO ACQUASOLA - GENOVA	0,189	0,014	0,839	2,142	0,016
R4	MULTEDO - PEGLI - GENOVA	0,177	0,416	1,490	0,322	0,054
R5	CORSO EUROPA - VIA S. MARTINO - GENOVA	0,131	0,006	0,123	1,461	0,019
R6	VIA PASTORINO - BOLZANETO - GENOVA	0,135	3,270	0,185	0,471	0,229

Valore di media annuale stimato dal codice CALPUFF per PM ₁₀ (ug/m3)						
id	Descrizione e ubicazione	Traffico stradale	Industriale	Porto Navi	Residenziale	Vegetazione
R7	CORSO BUENOS AIRES - GENOVA	0,298	0,011	0,535	1,847	0,015
R8	VIA BUOZZI - GENOVA	0,302	0,060	5,240	1,242	0,016
R9	MULTEDO VILLA CHIESA - GENOVA	0,131	0,885	2,023	0,353	0,089
R10	VIA UNGARETTI - PEGLI - GENOVA	0,041	0,085	0,783	0,676	0,142

NO_x

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni eseguite presso i recettori considerati.

Tabella 20 Risultati delle stime modellistiche per NO_x- Scenario Attuale

Valore di media annuale stimato dal codice CALPUFF per NO _x (ug/m3)						
id	Descrizione e ubicazione	Traffico stradale	Industriale	Porto Navi	Residenziale	Vegetazione
R1	QUARTO - GENOVA	0,676	0,039	1,368	5,779	0,002
R2	CORSO FIRENZE - GENOVA	1,196	0,495	22,619	5,336	0,002
R3	PARCO ACQUASOLA - GENOVA	1,575	0,208	16,840	8,391	0,002
R4	MULTEDO - PEGLI - GENOVA	1,477	5,982	29,920	1,261	0,007
R5	CORSO EUROPA - VIA S. MARTINO - GENOVA	1,092	0,090	2,476	5,721	0,003
R6	VIA PASTORINO - BOLZANETO - GENOVA	1,123	47,047	3,708	1,846	0,032
R7	CORSO BUENOS AIRES - GENOVA	2,480	0,159	10,743	7,236	0,002
R8	VIA BUOZZI - GENOVA	2,516	0,866	105,222	4,865	0,002
R9	MULTEDO VILLA CHIESA - GENOVA	1,091	12,739	40,625	1,383	0,012
R10	VIA UNGARETTI - PEGLI - GENOVA	0,340	1,226	15,717	2,649	0,020

PM_{2,5}

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni eseguite presso i recettori considerati.

Tabella 21. Risultati delle stime modellistiche per PM_{2,5}- Scenario Attuale

Valore di media annuale stimato dal codice CALPUFF per PM _{2,5} (ug/m ³)						
id	Descrizione e ubicazione	Traffico stradale	Industriale	Porto Navi	Residenziale	Vegetazione
R1	QUARTO - GENOVA	0.045	0.011	0.068	1.441	0.012
R2	CORSO FIRENZE - GENOVA	0.079	0.005	1.126	1.330	0.011
R3	PARCO ACQUASOLA - GENOVA	0.104	0.132	0.839	2.092	0.011
R4	MULTEDO - PEGLI - GENOVA	0.097	0.002	1.490	0.314	0.036
R5	CORSO EUROPA - VIA S. MARTINO - GENOVA	0.072	1.037	0.123	1.426	0.013
R6	VIA PASTORINO - BOLZANETO - GENOVA	0.074	0.004	0.185	0.460	0.156
R7	CORSO BUENOS AIRES - GENOVA	0.163	0.019	0.535	1.804	0.010
R8	VIA BUOZZI - GENOVA	0.166	0.281	5.239	1.213	0.011
R9	MULTEDO VILLA CHIESA - GENOVA	0.072	0.027	2.023	0.345	0.061
R10	VIA UNGARETTI - PEGLI - GENOVA	0.022	0.011	0.783	0.660	0.097

SOx

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni eseguite presso i recettori considerati.

Tabella 22. Risultati delle stime modellistiche per SOx- Scenario Attuale

Valore di media annuale stimato dal codice CALPUFF per SOX (ug/m3)						
id	Descrizione e ubicazione	Traffico stradale	Industriale	Porto Navi	Residenziale	Vegetazione
R1	QUARTO - GENOVA	0.001	0.031	0.177	0.578	0.001
R2	CORSO FIRENZE - GENOVA	0.002	0.390	2.926	0.534	0.001
R3	PARCO ACQUASOLA - GENOVA	0.003	0.163	2.179	0.839	0.001
R4	MULTEDO - PEGLI - GENOVA	0.003	4.708	3.871	0.126	0.002
R5	CORSO EUROPA - VIA S. MARTINO - GENOVA	0.002	0.071	0.320	0.572	0.001
R6	VIA PASTORINO - BOLZANETO - GENOVA	0.002	37.026	0.480	0.185	0.010
R7	CORSO BUENOS AIRES - GENOVA	0.005	0.125	1.390	0.724	0.001
R8	VIA BUOZZI - GENOVA	0.005	0.681	13.612	0.487	0.001
R9	MULTEDO VILLA CHIESA - GENOVA	0.002	10.025	5.255	0.138	0.004
R10	VIA UNGARETTI - PEGLI - GENOVA	0.001	0.965	2.033	0.265	0.006

5.6 Mappe di Isoconcentrazione

Le mappe di concentrazione prodotte rappresentano la previsione delle concentrazioni per i parametri ritenuti maggiormente rappresentativi e riferiti agli **NOX** e **PM₁₀**, e vengono riportati i **valori di concentrazione media annuale del totale e delle singole sorgenti** (traffico stradale, porto, residenziale, agricolo e industriale).

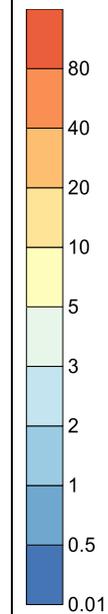
Le mappe di concentrazione sono riportate di seguito.

Figura 13 concentrazione media annuale di NOx per le emissioni INDUSTRIALI – Scenario Attuale.

Sorgenti emissive industriali – Scenario Attuale



NOx
Media annuale
($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Valori di riferimento per la valutazione della Qualità dell'Aria D.Lgs. 155/10 e smi

NO₂: 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Figura 14 concentrazione media annuale di NOx per le emissioni PORTO – MOVIMENTO NAVI – Scenario Attuale.

Sorgenti emmissive portuali – Scenario Attuale.

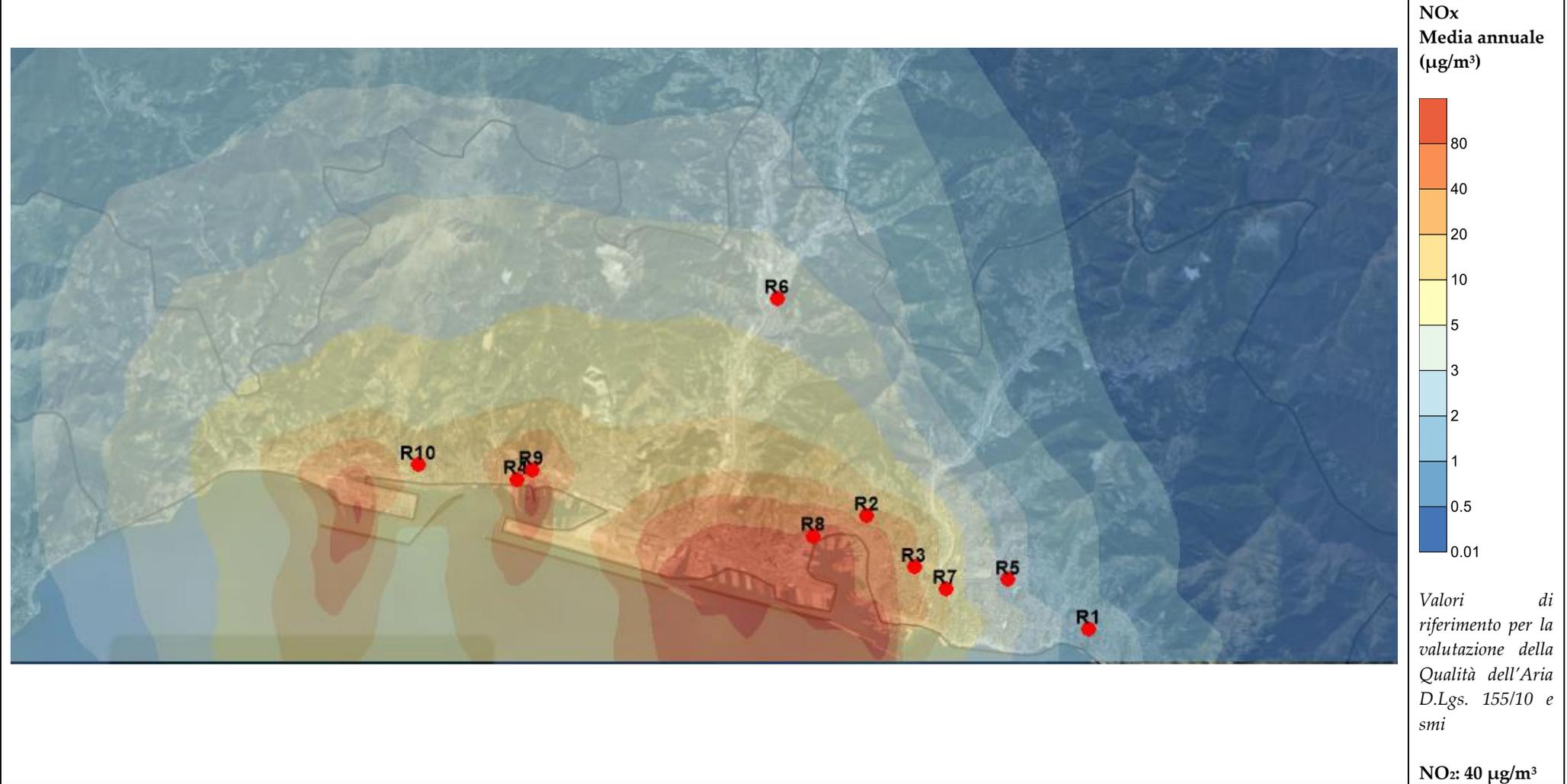


Figura 15 concentrazione media annuale di NOx per le emissioni URBANE/RESIDENZIALI – Scenario Attuale.

Sorgenti emissive urbane/residenziali – Scenario Attuale.



Figura 16 concentrazione media annuale di NOx per le emissioni VEGETAZIONE – Scenario Attuale.

Sorgenti emissive da agricoltura – Scenario Attuale.

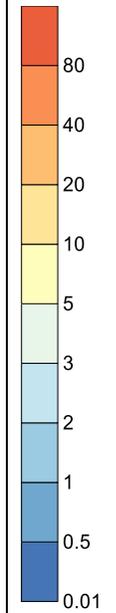


Figura 17 concentrazione media annuale di NOx per le emissioni TRAFFICO STRADALE – Scenario Attuale.

Sorgenti emissive da traffico stradale – Scenario Attuale.



NOx
Media annuale
($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Valori di riferimento per la valutazione della Qualità dell'Aria D.Lgs. 155/10 e smi

NO₂: 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Figura 18 concentrazione media annuale di NOx per le emissioni comunali TOTALE – Scenario Attuale.

Sorgenti emissivi comunali Totali – Scenario Attuale.



Figura 19 concentrazione media annuale di PM₁₀ per le emissioni INDUSTRIALI – Scenario Attuale.

Sorgenti emissive industriali – Scenario Attuale.

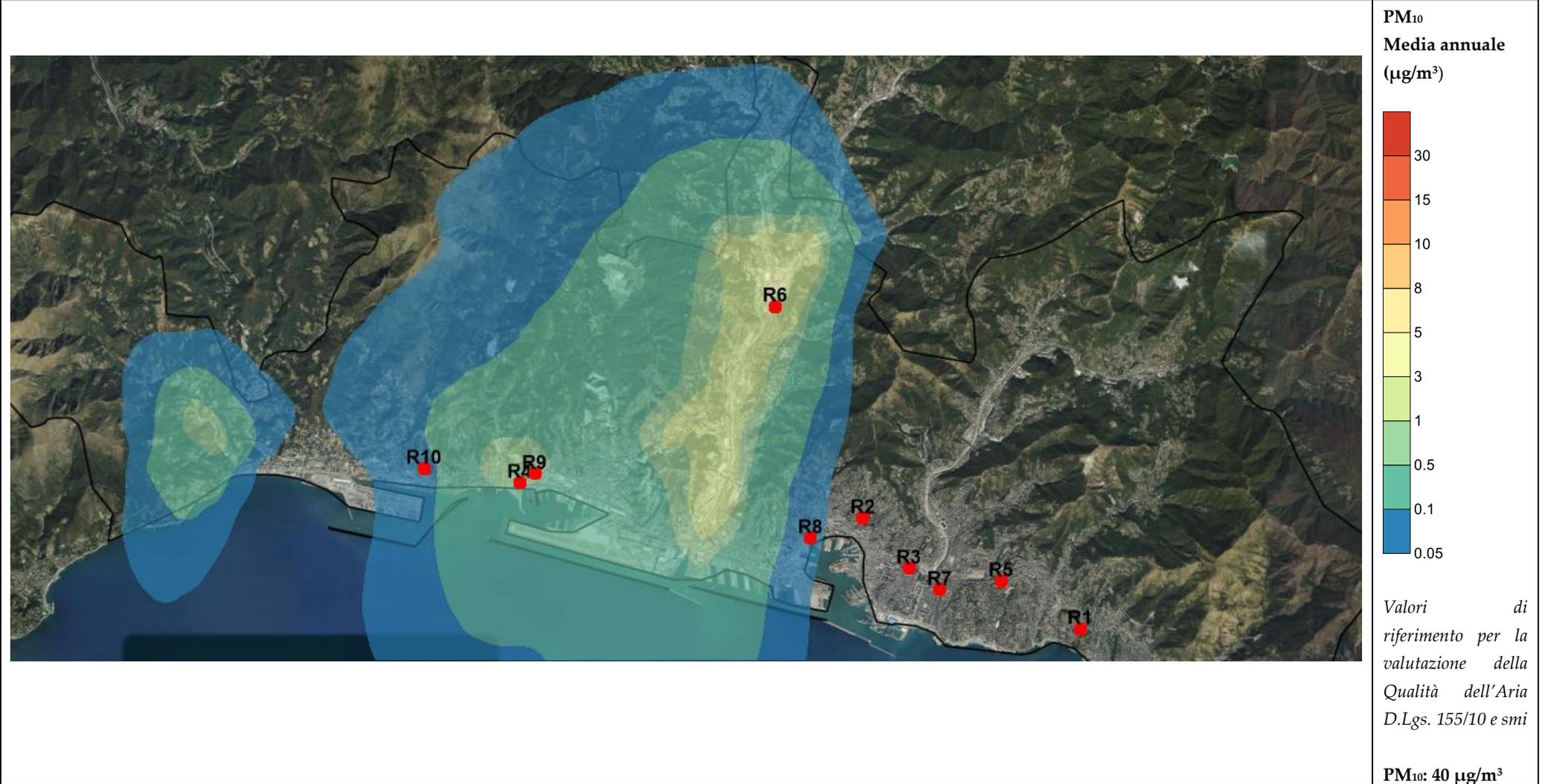


Figura 20 concentrazione media annuale di PM10 per le emissioni ATTIVITA PORTUALI – MOVIMENTO NAVI – Scenario Attuale.

Sorgenti emmissive portuali – Scenario Attuale.

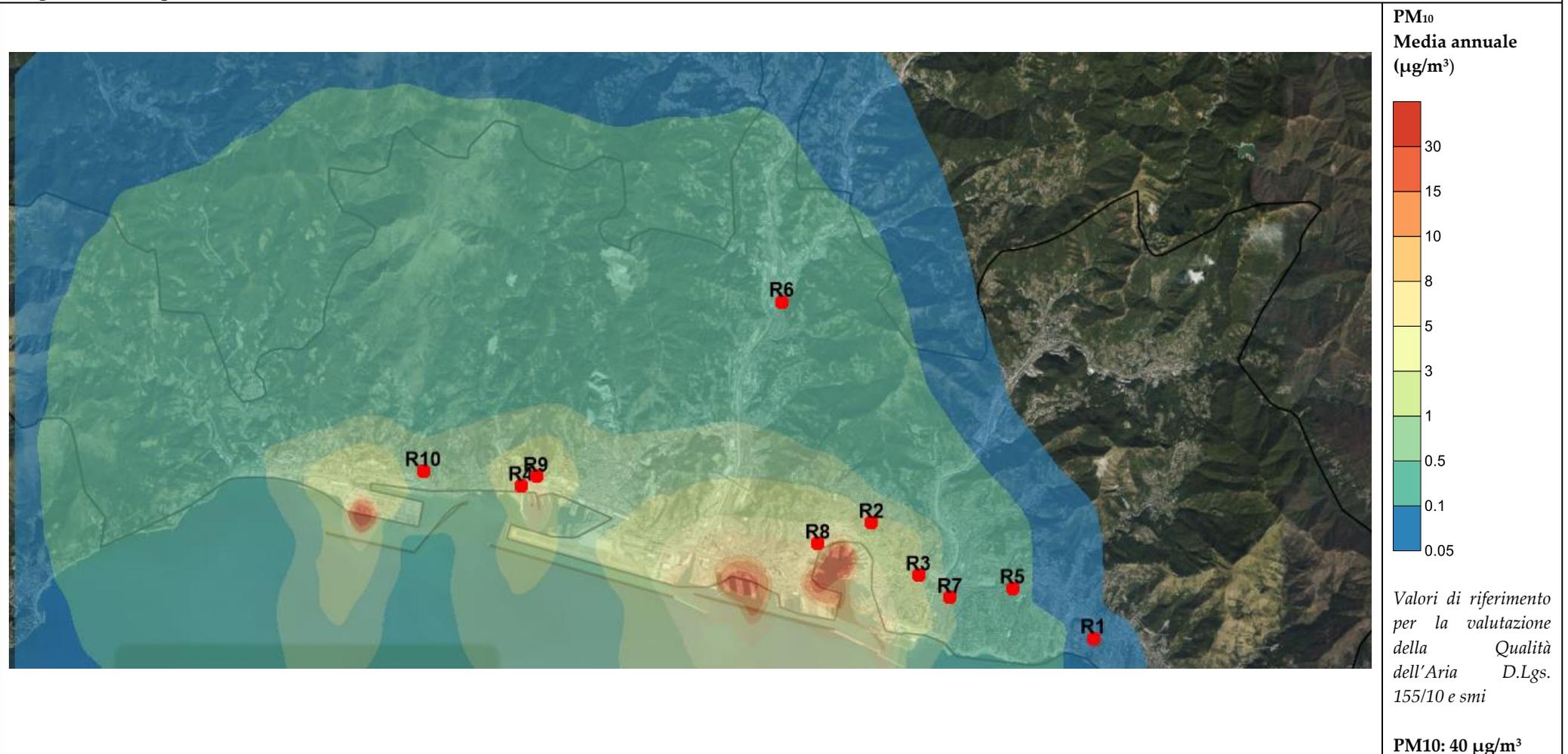


Figura 21 concentrazione media annuale di PM10 per le emissioni URBANE/RESIDENZIALI – Scenario Attuale.

Sorgenti emissive urbane/residenziali – Scenario Attuale.



Figura 22 concentrazione media annuale di PM10 per le emissioni VEGETAZIONE – Scenario Attuale.

Sorgenti emissive da agricoltura – Scenario Attuale.

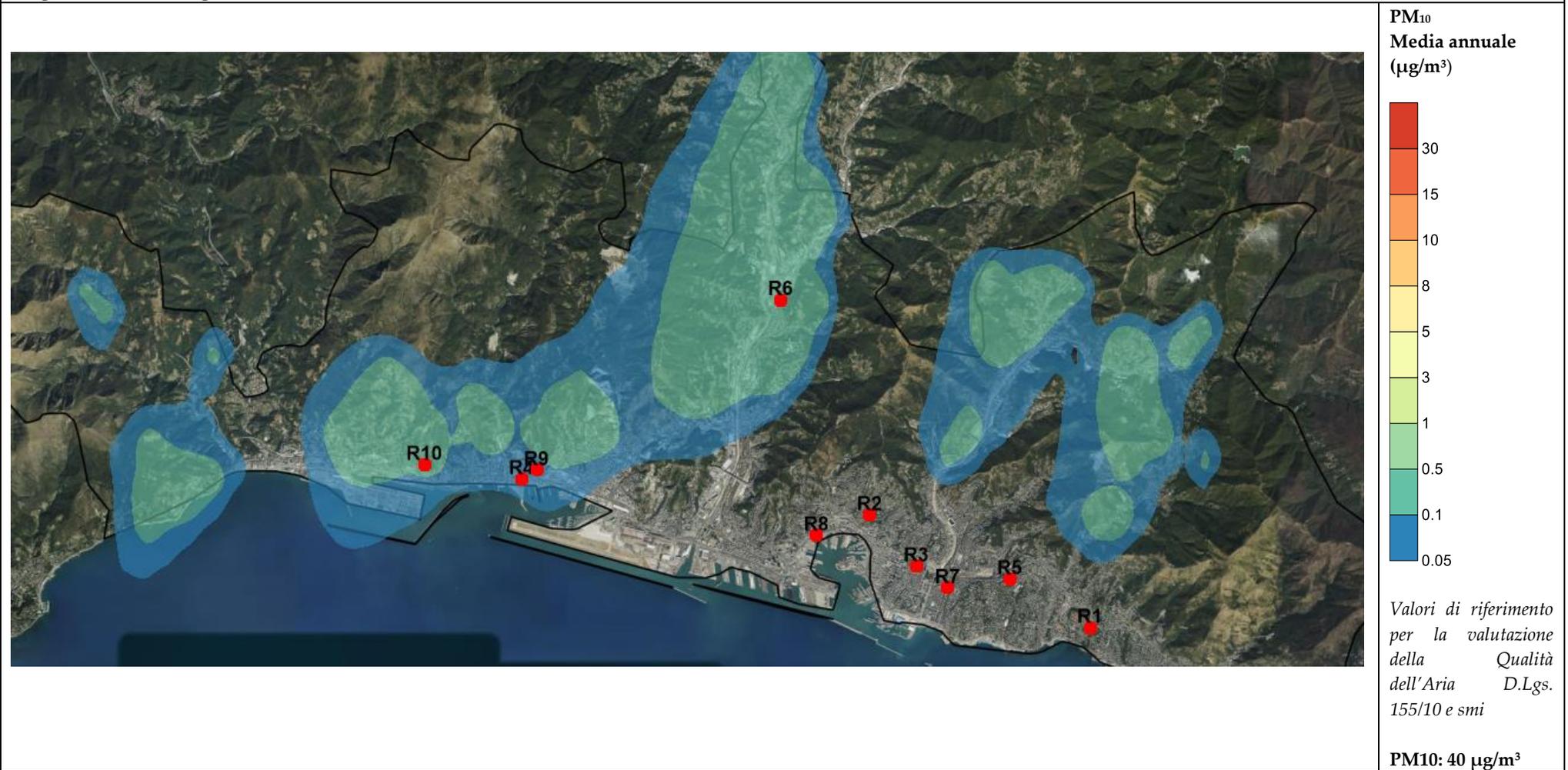


Figura 23 concentrazione media annuale di PM10 per le emissioni TRAFFICO.STRADALE – Scenario Attuale.

Sorgenti emissive da traffico stradale – Scenario Attuale.

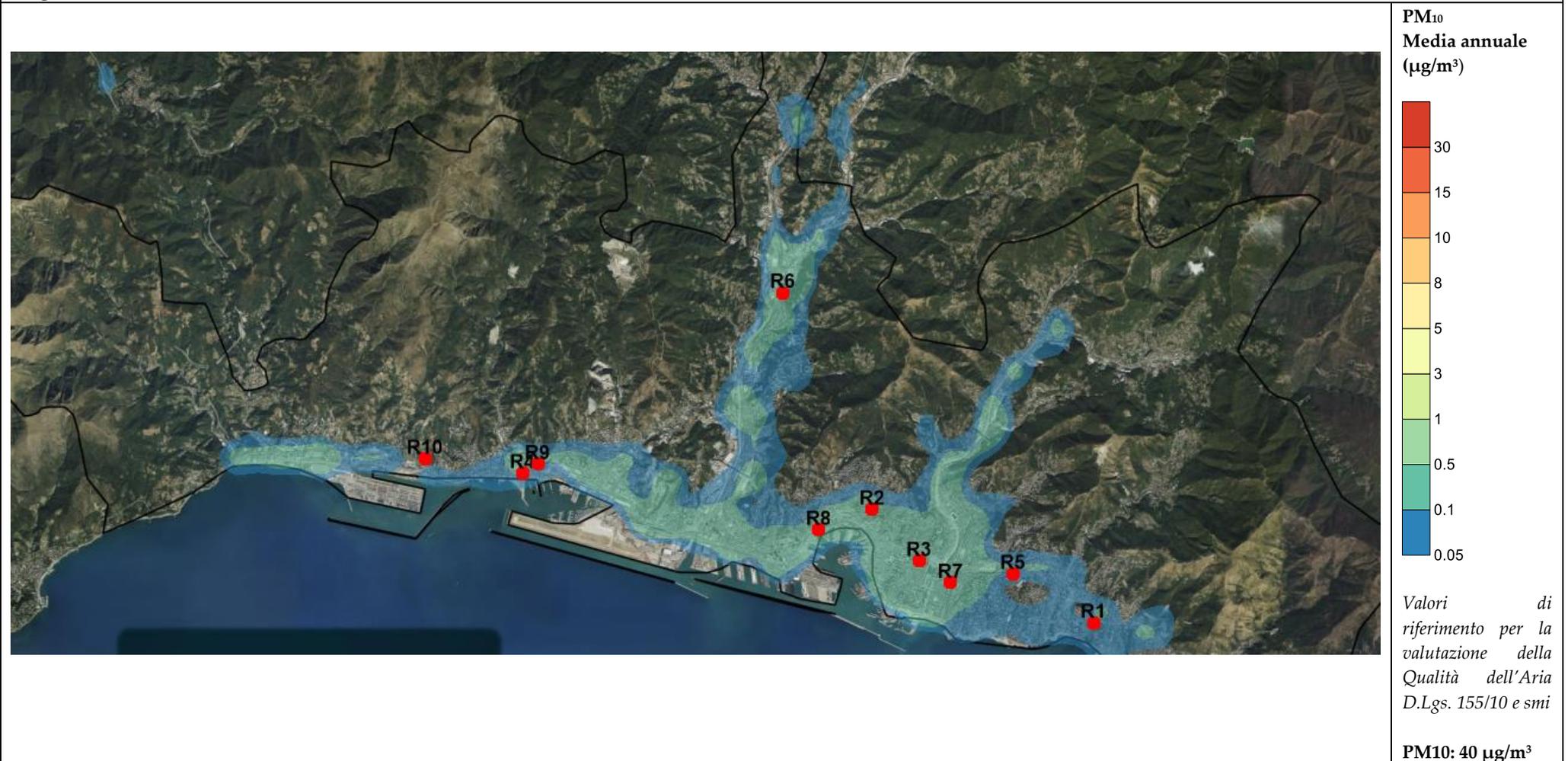
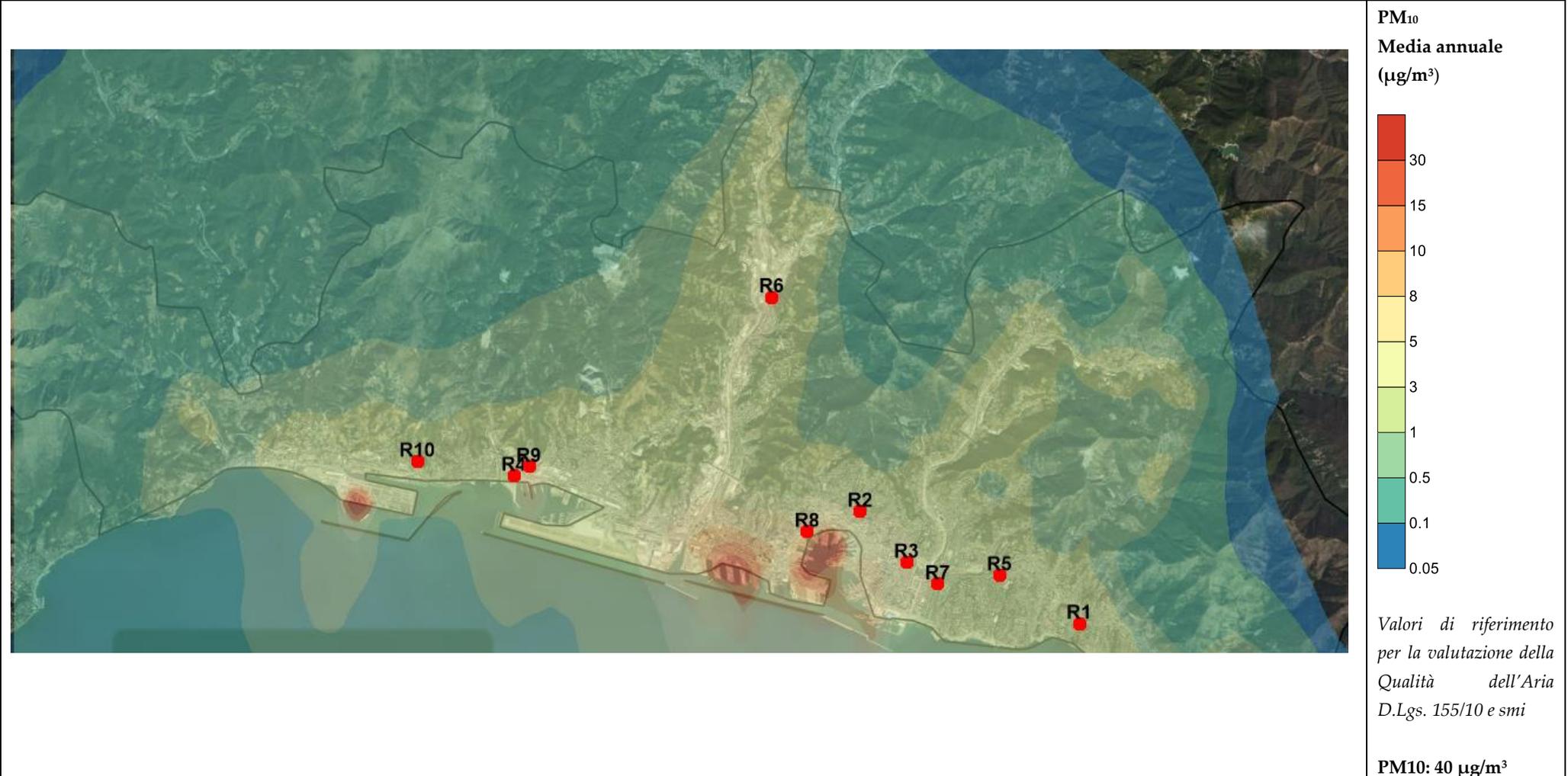


Figura 24 concentrazione media annuale di PM10 per le emissioni comunali TOTALE – Scenario Attuale.

Sorgenti emissive comunali Totali – Scenario Attuale.



6 La valutazione dello Scenario di riferimento

All'interno della presente sezione, alla luce delle risultanze degli studi specialistici redatti a supporto del PRP (*Studio trasportistico*), nonché delle considerazioni poste alla base per la definizione dell'evoluzione infrastrutturale attesa, direttamente ed indirettamente connessa all'ambito oggetto di studio, sono state stimate le emissioni in atmosfera riferite all'anno 2030, anno dello Scenario di riferimento del PRP.

6.1 Emissioni da traffico veicolare

Le emissioni da traffico su gomma sono state elaborate a partire dai dati dello Studio trasportistico redatto a supporto del PRP in formazione riguardanti il traffico di mezzi pesanti e leggeri sugli archi viari riportati di seguito, di accesso all'area portuale per lo Scenario di riferimento.

Come per lo Scenario attuale, all'interno dello Studio trasportistico è stata eseguita un'analisi del sistema stradale afferente ai bacini portuali genovesi mediante lo sviluppo di modelli di simulazione del traffico nell'ora di punta mattutina che ha permesso di valutare le condizioni di utilizzo dell'infrastruttura viaria che sussistono allo Stato di riferimento.

6.2 Emissioni da traffico navale

Con riferimento al traffico navale atteso nell'anno dello Scenario di riferimento, AdSP ha provveduto alla stima della capacità produttiva dei terminal in ragione dei Piani di impresa degli operatori e, per i terminal full container, anche mediante la costruzione di modelli implementati attraverso parametri consolidati.

Sinteticamente, lo Scenario di riferimento considera, ai fini del calcolo eseguito:

- il valore più alto dei volumi tra Piano di impresa e capacità produttiva stimata tramite i modelli per i Terminal container;
- i valori dei Piani di impresa per i rimanenti terminal;
- il completamento delle opere previste ed approvate quali: Bettolo, utilizzo del riempimento Ronco-Canepa e Concenter;
- l'installazione di un sistema integrato di fornitura di energia elettrica in banchina (Cold Ironing) alle navi così che si possano contenere al massimo le emissioni da stazionamento in banchina. Per quelle banchine totalmente attrezzate le emissioni della fase di hotelling sono state considerate pari a zero.

Tabella 23. Stima n. navi attese funzione commerciale – Scenario di riferimento

Terminal Operator	Tipologia traffico	Scenario di riferimento (numero)
PSA Sech	container	231
PSA Pra'	container	679
Bettolo	container	410
Messina (Ronco + Canepa)	container	716
	rotabili	5
TSG (P. Libia)	rotabili	470
	container	83
TSG (P. Somalia)	rotabili	264
Spinelli	rotabili	672
	container	73
GMT	merce varia	150
FOREST	merce varia	33
TRGE	rinfuse solide	85
	rotabili	221
	container	39

Terminal Operator	Tipologia traffico	Scenario di riferimento (numero)
SAAR	rinf. liquide	103
Sampierdarena Olii	rinf. liquide	58
SILOMAR	rinf. Liquide	148
Porto Petroli	rinf. Liquide	363
Concenter°	container	69
TOT della Funzione Commerciale		4.872

Per quanto riguarda, invece, alla *Stazione Marittima e movimenti delle crociere* è stato fatto riferimento al *Piano Accosti crociere anno 2024*, mentre per i *traghetti* è stato utilizzato il dato già impiegato nello Scenario attuale in quanto all'anno dello Scenario di riferimento non si prevedono mutamenti in tal senso.

Tabella 24. Stima accosti Stazione Marittima – Crociere. Rif: Piano accosti anno 2024

Operatore	Numero accosti
Princess Cruise Lines Ltd	1
Carnival Plc	2
Costa Crociere Spa	51
Msc Crociere Spa	255
MSC Cruise Management UK Ltd	17
Oceania Cruises S de RL	1
Phoenix Reisen GmbH	1
Silversea Cruises Ltd	3
V Ships Leisure SAM	3
Totale complessivo	334

Tabella 25. Sintesi del dato per la Stazione Marittima (Crociere e Traghetti)

Stazione Marittima	Crociere	N. accosti 334
	Traghetti	1.694 (media riferita agli anni 2018-2022)

I fattori di emissione sono stati ricavati da "European Commission Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community" e confrontati con quelli disponibili dal sito EMEP Corinair in ultima revisione.

6.3 "Altre emissioni"

Per implementare le emissioni provenienti da "altre fonti" nell'applicazione di modellazione, sono stati acquisiti i dati dell'*Inventario regionale delle emissioni* per l'ultimo anno disponibile e già mostrato nei capitoli precedenti riferiti allo Stato attuale.

Le emissioni sono suddivise in 11 categorie principali stabilite dall'inventario regionale della Liguria ed è stato utilizzato il medesimo approccio di disaggregazione "top-down".

6.4 Parametri di calcolo

L'applicazione del codice di calcolo CALPUFF MODEL SYSTEM è stata sviluppata con la stessa metodologia come descritto per lo scenario attuale, come riportato di seguito, per la parte di dispersione degli inquinanti le emissioni considerate riguardano lo scenario di riferimento.

Nella tabella sono mostrate le principali impostazioni ed i necessari dati di ingresso per le simulazioni del *periodo solare dell'anno 2022* per il codice CALPUFF.

Tabella 26. Configurazione CALPUFF per le sorgenti sia navali che traffico indotto

<i>Parametro</i>	<i>Descrizione</i>
Periodo	anno solare 2022
Emissioni	Le emissioni sono state rappresentate nel codice di calcolo come emissioni volumetriche ed inserite come variabili su scala oraria per le ore del giorno e dell'anno con riferimento allo scenario emissivo di riferimento
Meteorologia	La configurazione prevede l'implementazione del codice CALMET sul dominio di calcolo. Utilizzando i dati della stazione meteorologiche di Genova ed i dati in quota di modelli previsionali.
Simulazioni	
Dispersione	Sono state effettuate simulazioni "short term" per la valutazione della dispersione degli inquinanti emessi su scala oraria per il periodo di riferimento
Output	
	Sono stati elaborati i dati di concentrazioni di polveri calcolati da CALPUFF sia nei "recettori discreti", ovvero in corrispondenza delle stazioni di qualità dell'aria della rete regionale, che come "recettori grigliati" per ottenere le mappe di isonconcentrazione sul dominio di indagine.

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 non simulata (condizione cautelativa).

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 derivanti dal traffico navale, così come per la viabilità. In questo modo si è potuto valutare, in modo coerente, le emissioni da ogni tipologia di sorgente.

6.5 I Recettori

Come descritto per lo *Scenario attuale*, i recettori sono stati selezionati utilizzando le localizzazioni delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria della rete regionale. Tali punti recettori selezionati sono utilizzati per riferire i risultati ai valori di concentrazione dei parametri inquinanti previsti dalla normativa vigente e per le analisi e considerazioni inerenti alle modifiche progettuali e di pianificazione previste dal PRP.

6.6 Analisi dei risultati -Scenario di riferimento

All'interno del presente paragrafo sono riportati i valori di concentrazione degli inquinanti in aria ambiente stimati dal codice di calcolo CALPUFF per le emissioni mostrate nel capitolo precedente ovvero tutte le emissioni dello *Scenario di Riferimento*.

PM₁₀

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni eseguite presso i recettori considerati.

Tabella 27 Risultati delle stime modellistiche per il PM₁₀ – Scenario di Riferimento

Valore di media annuale stimato dal codice CALPUFF per PM ₁₀ (ug/m ³)						
id	Descrizione e ubicazione	Traffico stradale	Industriale	Porto Navi	Residenziale	Vegetazione
R1	QUARTO - GENOVA	0,070	0,003	0,023	1,475	0,017
R2	CORSO FIRENZE - GENOVA	0,120	0,034	0,182	1,362	0,016
R3	PARCO ACQUASOLA - GENOVA	0,166	0,014	0,174	2,142	0,016
R4	MULTEDO - PEGLI - GENOVA	0,165	0,416	1,376	0,322	0,054
R5	CORSO EUROPA - VIA S. MARTINO - GENOVA	0,116	0,006	0,043	1,461	0,019
R6	VIA PASTORINO - BOLZANETO - GENOVA	0,103	3,270	0,089	0,471	0,229
R7	CORSO BUENOS AIRES - GENOVA	0,275	0,011	0,087	1,847	0,015
R8	VIA BUOZZI - GENOVA	0,191	0,060	0,970	1,242	0,016
R9	MULTEDO VILLA CHIESA - GENOVA	0,130	0,885	1,915	0,353	0,089
R10	VIA UNGARETTI - PEGLI - GENOVA	0,037	0,085	0,342	0,676	0,142

NO_x

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni eseguite presso i recettori considerati.

Tabella 28 Risultati delle stime modellistiche per NO_x– Scenario di Riferimento

Valore di media annuale stimato dal codice CALPUFF per NO _x (ug/m ³)						
id	Descrizione e ubicazione	Traffico stradale	Industriale	Porto Navi	Residenziale	Vegetazione
R1	QUARTO - GENOVA	0,588	0,039	0,462	5,779	0,002
R2	CORSO FIRENZE - GENOVA	1,004	0,495	3,647	5,336	0,002
R3	PARCO ACQUASOLA - GENOVA	1,389	0,208	3,497	8,391	0,002
R4	MULTEDO - PEGLI - GENOVA	1,381	5,982	27,636	1,261	0,007
R5	CORSO EUROPA - VIA S. MARTINO - GENOVA	0,970	0,090	0,860	5,721	0,003
R6	VIA PASTORINO - BOLZANETO - GENOVA	0,863	47,047	1,779	1,846	0,032
R7	CORSO BUENOS AIRES - GENOVA	2,302	0,159	1,740	7,236	0,002
R8	VIA BUOZZI - GENOVA	1,601	0,866	19,478	4,865	0,002
R9	MULTEDO VILLA CHIESA - GENOVA	1,086	12,739	38,448	1,383	0,012
R10	VIA UNGARETTI - PEGLI - GENOVA	0,312	1,226	6,870	2,649	0,020

PM_{2,5}

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni eseguite presso i recettori considerati.

Tabella 29. Risultati delle stime modellistiche per PM_{2,5}– Scenario di Riferimento

Valore di media annuale stimato dal codice CALPUFF per PM _{2,5} (ug/m ³)						
id	Descrizione e ubicazione	Traffico stradale	Industriale	Porto Navi	Residenziale	Vegetazione
R1	QUARTO - GENOVA	0,039	0,011	0,182	1,441	0,012
R2	CORSO FIRENZE - GENOVA	0,067	0,005	0,174	1,330	0,011
R3	PARCO ACQUASOLA - GENOVA	0,092	0,132	1,376	2,092	0,011
R4	MULTEDO - PEGLI - GENOVA	0,092	0,002	0,043	0,314	0,036
R5	CORSO EUROPA - VIA S. MARTINO - GENOVA	0,064	1,037	0,089	1,426	0,013
R6	VIA PASTORINO - BOLZANETO - GENOVA	0,057	0,004	0,087	0,460	0,156
R7	CORSO BUENOS AIRES - GENOVA	0,153	0,019	0,970	1,804	0,010
R8	VIA BUOZZI - GENOVA	0,106	0,281	1,914	1,213	0,011
R9	MULTEDO VILLA CHIESA - GENOVA	0,072	0,027	0,342	0,345	0,061
R10	VIA UNGARETTI - PEGLI - GENOVA	0,021	0,011	0,370	0,660	0,097

SO_x

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni eseguite presso i recettori considerati.

Tabella 30. Risultati delle stime modellistiche per SO_x– Scenario di Riferimento

Valore di media annuale stimato dal codice CALPUFF per SO _x (ug/m ³)						
id	Descrizione e ubicazione	Traffico stradale	Industriale	Porto Navi	Residenziale	Vegetazione
R1	QUARTO - GENOVA	0,001	0,031	0,060	0,578	0,001
R2	CORSO FIRENZE - GENOVA	0,002	0,390	0,472	0,534	0,001
R3	PARCO ACQUASOLA - GENOVA	0,003	0,163	0,452	0,839	0,001
R4	MULTEDO - PEGLI - GENOVA	0,003	4,708	3,575	0,126	0,002
R5	CORSO EUROPA - VIA S. MARTINO - GENOVA	0,002	0,071	0,111	0,572	0,001
R6	VIA PASTORINO - BOLZANETO - GENOVA	0,002	37,026	0,230	0,185	0,010
R7	CORSO BUENOS AIRES - GENOVA	0,004	0,125	0,225	0,724	0,001
R8	VIA BUOZZI - GENOVA	0,003	0,681	2,520	0,487	0,001
R9	MULTEDO VILLA CHIESA - GENOVA	0,002	10,025	4,974	0,138	0,004
R10	VIA UNGARETTI - PEGLI - GENOVA	0,001	0,965	0,889	0,265	0,006

6.7 Mappe di Isoconcentrazione

Le mappe di concentrazione prodotte rappresentano la previsione delle concentrazioni dello Scenario di riferimento, per i parametri ritenuti maggiormente rappresentativi **NO_x** e **PM₁₀**. Si riportano i **valori di concentrazione media annuale del totale e delle singole sorgenti** (traffico stradale, porto, residenziale, agricolo e industriale) Le mappe di concentrazione sono riportate di seguito.

Figura 25 concentrazione media annuale di NOx per le emissioni INDUSTRIALI – Scenario Riferimento.

Sorgenti emissive urbane/residenziali – Scenario Riferimento.

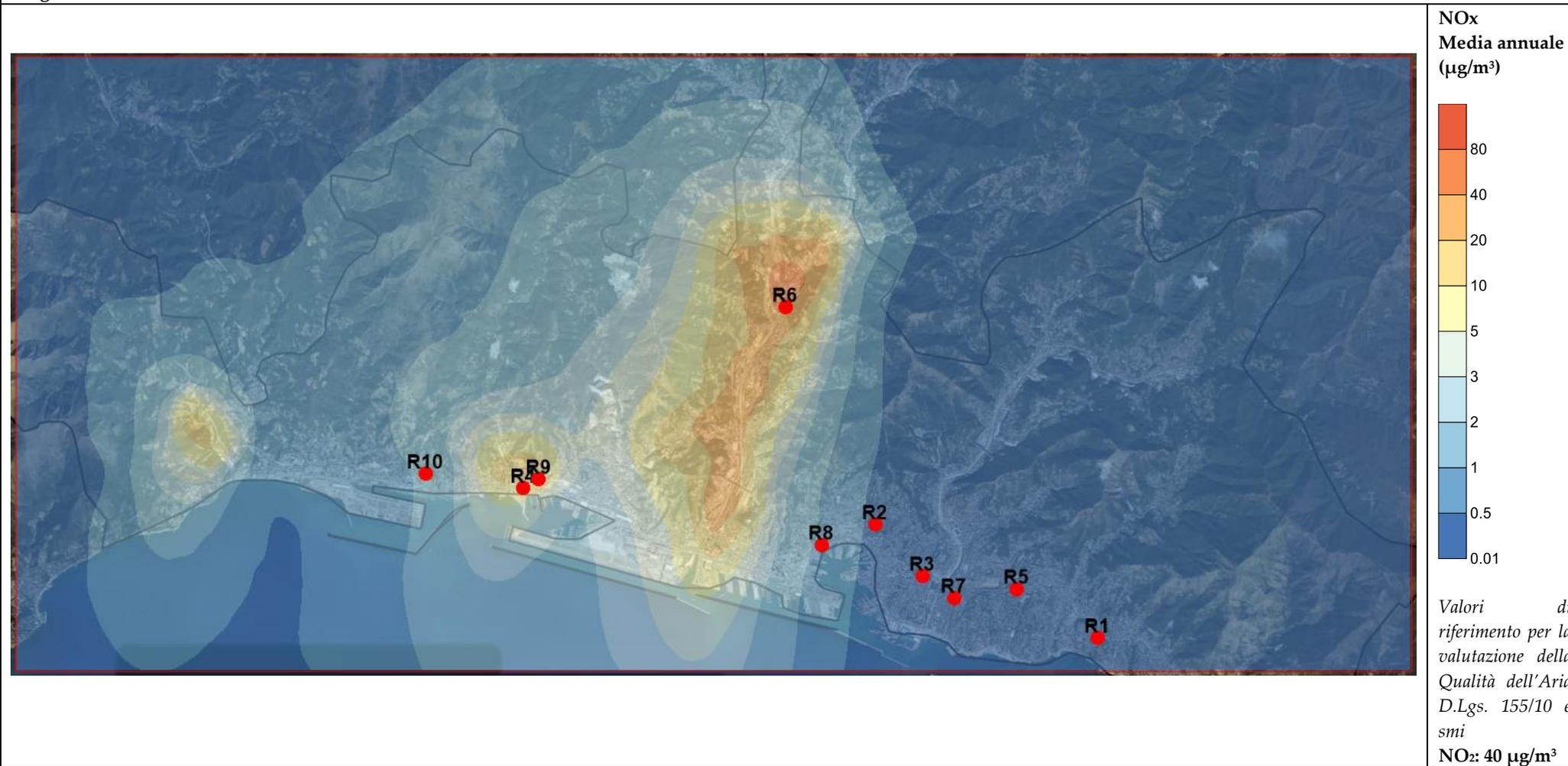


Figura 26 concentrazione media annuale di NOx per le emissioni PORTO – MOVIMENTO NAVI – Scenario Riferimento.

Sorgenti emissive portuali – Scenario Riferimento.



Figura 27 concentrazione media annuale di NOx per le emissioni URBANE/RESIDENZIALI – Scenario Riferimento.

Sorgenti emissive urbane/residenziali – Scenario Riferimento.



Figura 28 concentrazione media annuale di NOx per le emissioni VEGETAZIONE – Scenario Riferimento.

Sorgenti emissive da agricoltura – Scenario Riferimento.



Figura 29 concentrazione media annuale di NOx per le emissioni TRAFFICO STRADALE – Scenario Riferimento.

Sorgenti emissive da traffico stradale – Scenario Riferimento.



Figura 30 concentrazione media annuale di NOx per le emissioni comunali TOTALE – Scenario Riferimento.

Sorgenti emissivi comunali Totali – Scenario Riferimento.

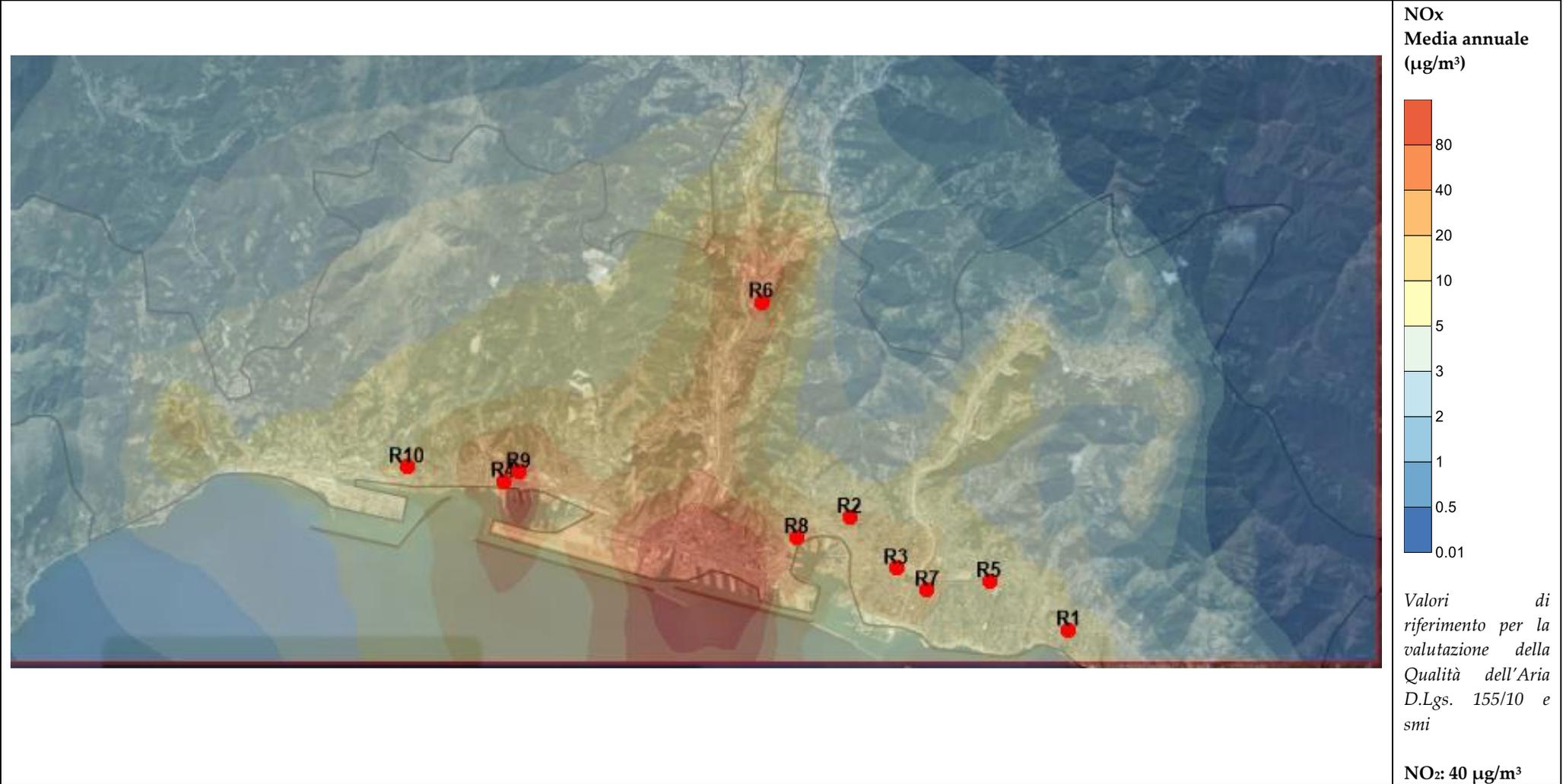


Figura 31 concentrazione media annuale di PM10 per le emissioni INDUSTRIALI – Scenario Riferimento.

Sorgenti emissive urbane/residenziali – Scenario Riferimento.

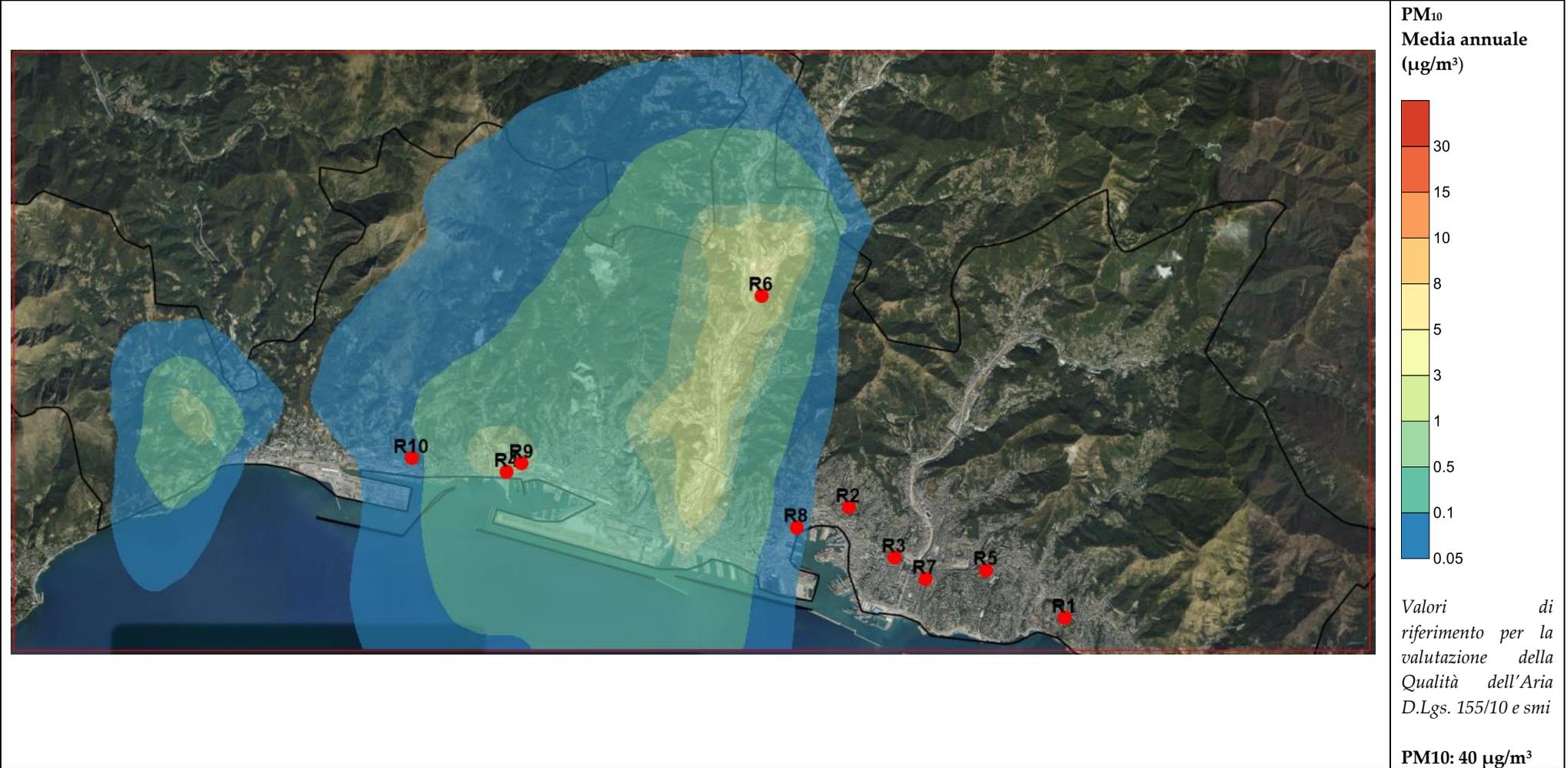


Figura 32 concentrazione media annuale di PM10 per le emissioni ATTIVITA PORTUALI – MOVIMENTO NAVI – Scenario Riferimento.

Sorgenti emissive portuali – Scenario Riferimento.

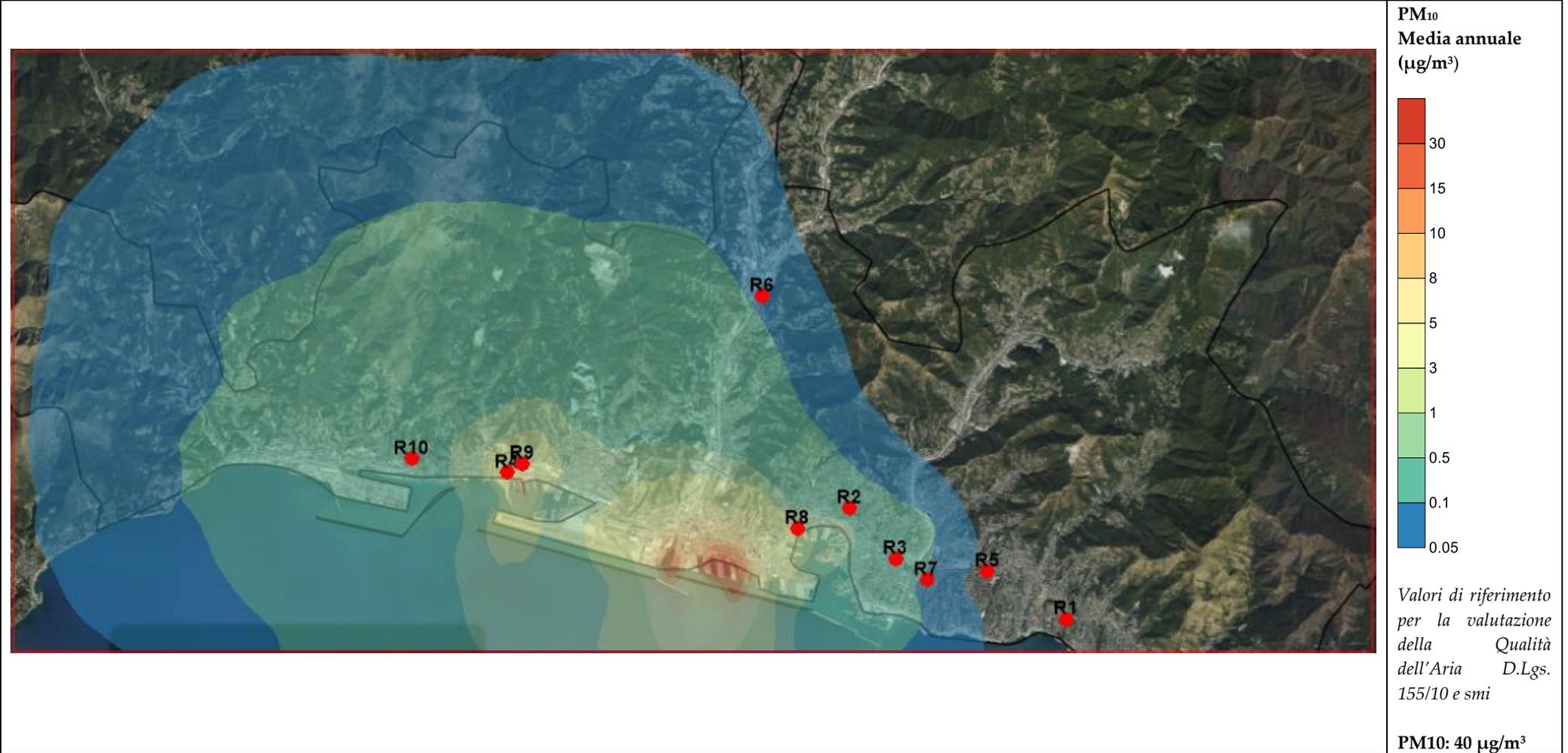


Figura 33 concentrazione media annuale di PM10 per le emissioni TRAFFICO.STRADALE – Scenario Riferimento.

Sorgenti emissive da traffico stradale – Scenario Riferimento

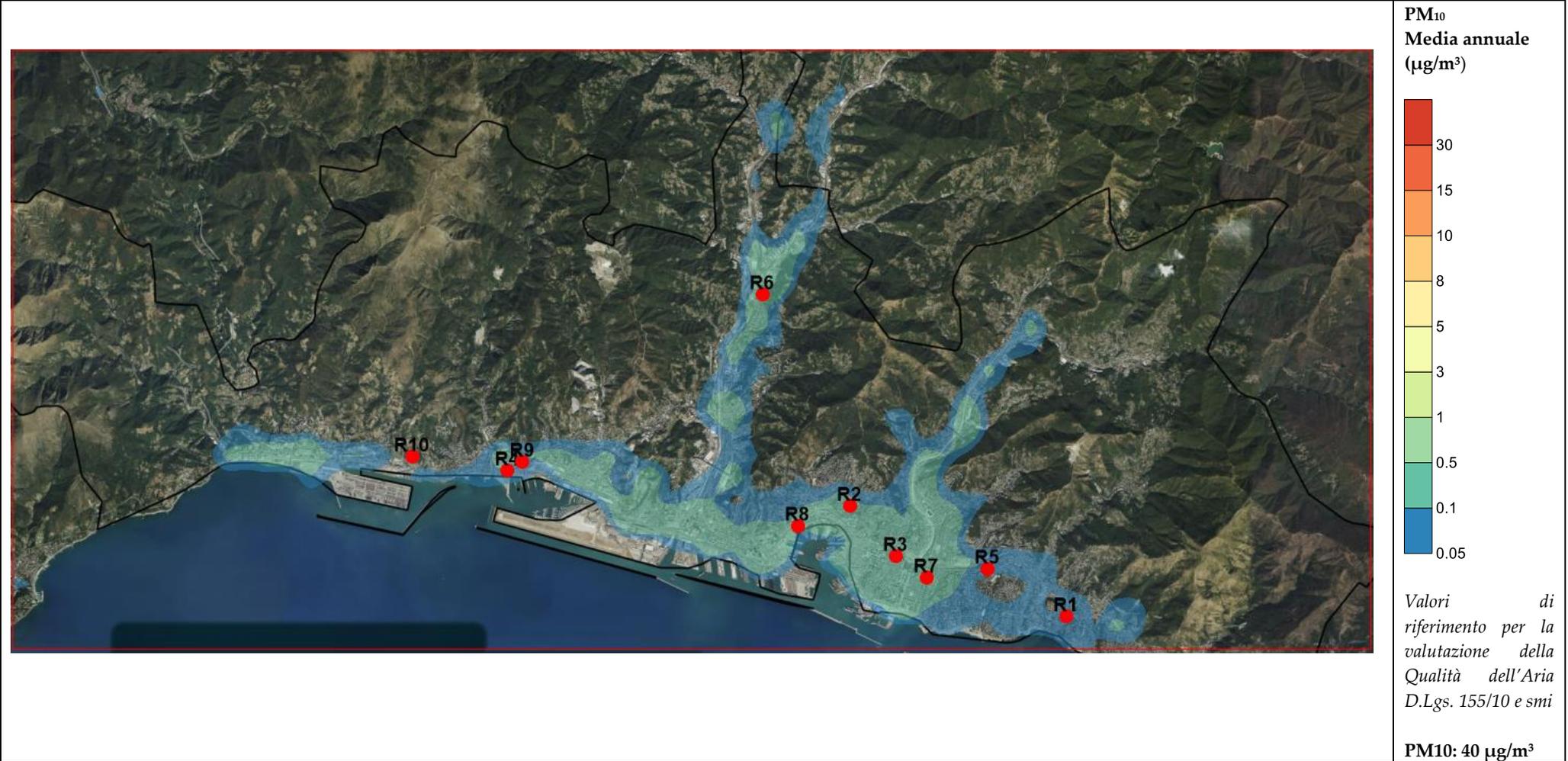


Figura 34 concentrazione media annuale di PM10 per le emissioni URBANE/RESIDENZIALI – Scenario Riferimento.

Sorgenti emissive urbane/residenziali – Scenario Riferimento.



Figura 35 concentrazione media annuale di PM10 per le emissioni VEGETAZIONE – Scenario Riferimento.

Sorgenti emissive da agricoltura – Scenario Riferimento.

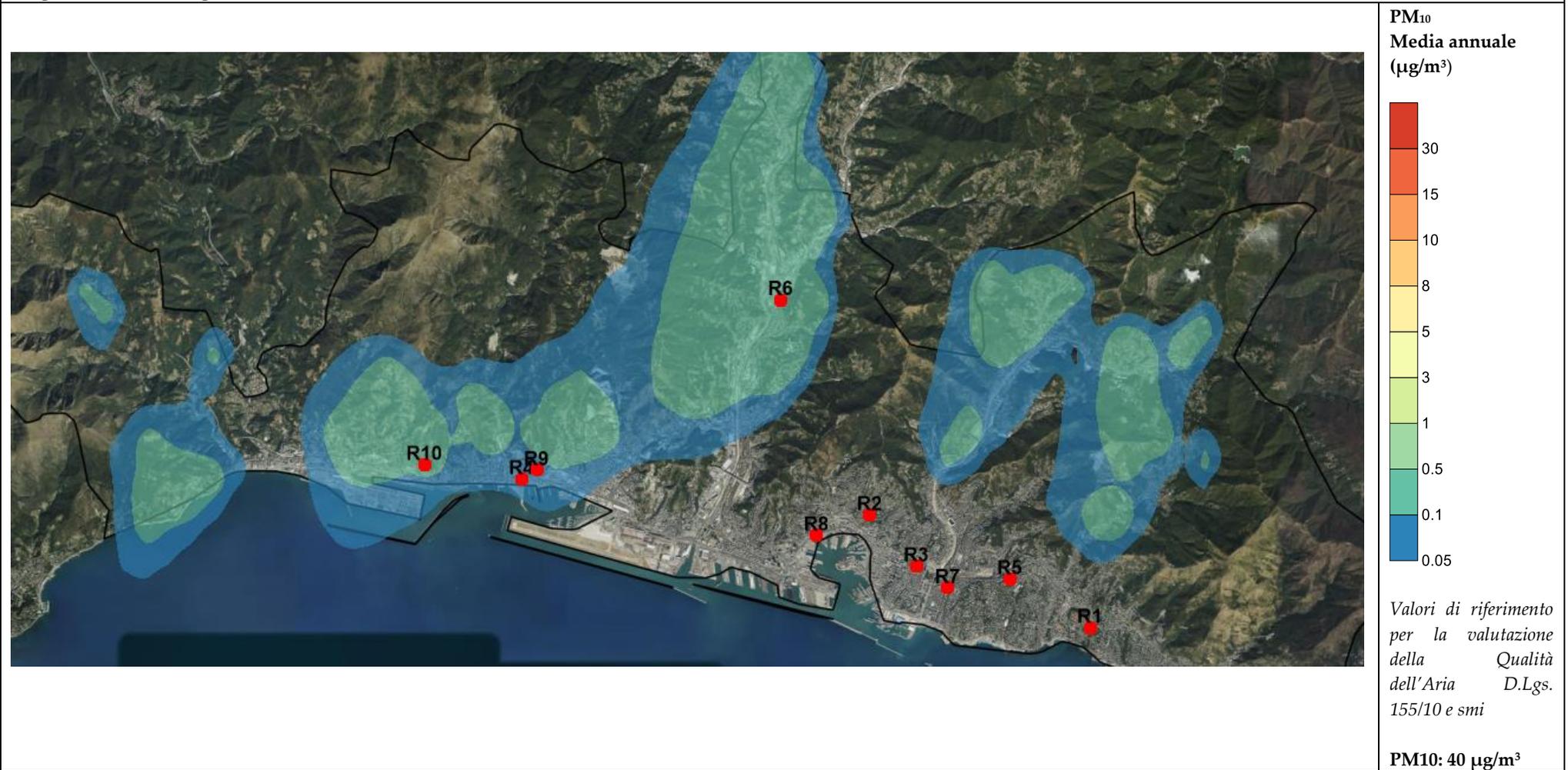
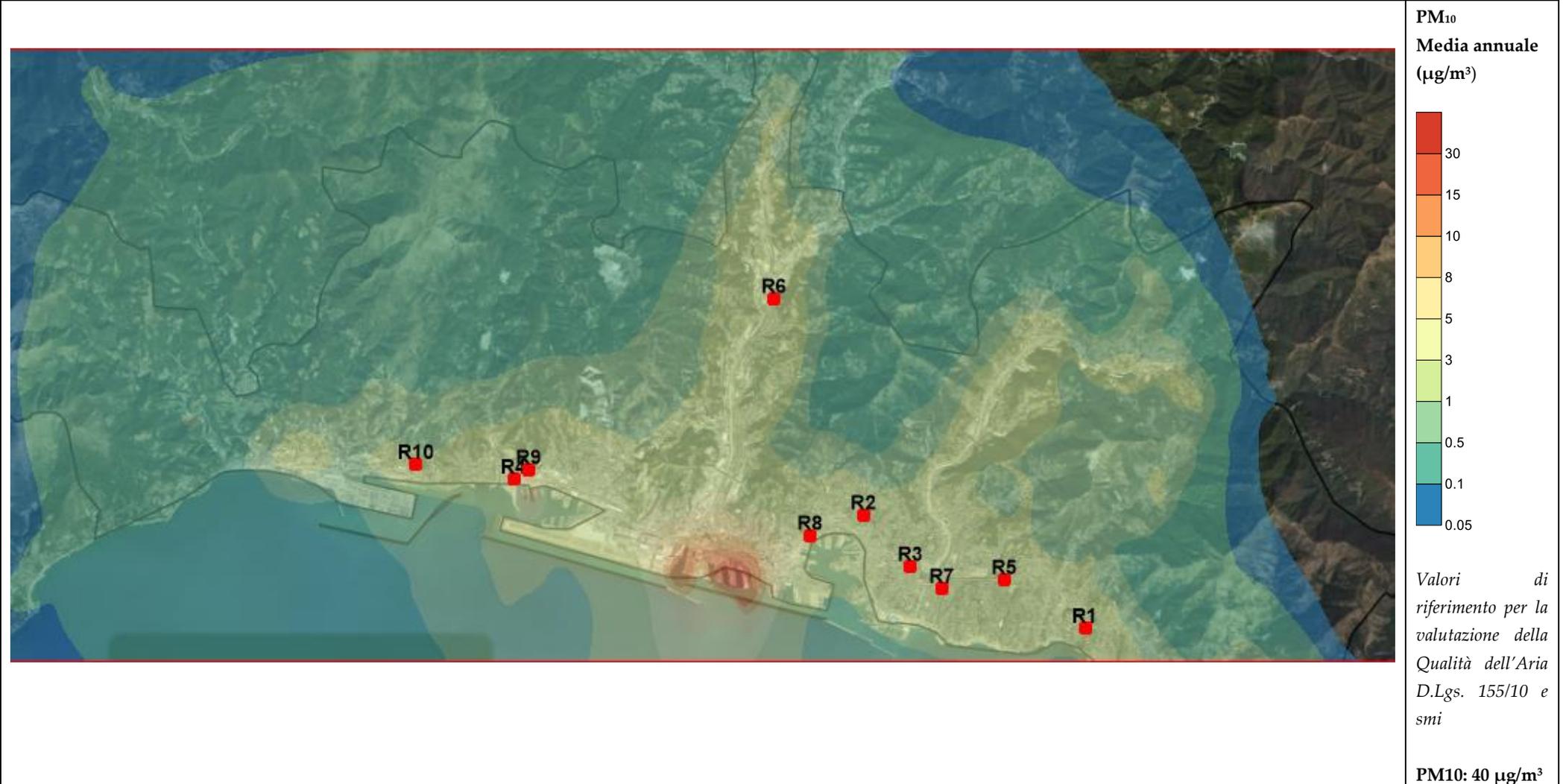


Figura 36 concentrazione media annuale di PM10 per le emissioni comunali TOTALE – Scenario Riferimento.

Sorgenti emissivi comunali Totali – Scenario Riferimento.



Il modello è stato in grado di fornire i valori delle concentrazioni puntuali nelle stazioni di qualità dell'aria elencate nei paragrafi precedenti e considerate come "recettori" per l'applicazione modellistica.

I *risultati delle simulazioni* per lo *Scenario di riferimento* mostrano, per il **PM₁₀** un contributo percentuale rilevante delle emissioni derivanti da combustione non industriale per quasi tutte le stazioni prese a riferimento, la percentuale varia tra 10 e 90% del totale. Un contributo con percentuali inferiori del 10% e simili in tutte le stazioni si nota per la sorgente di traffico, mentre presenta maggiore variabilità la componente industriale e quella relativa alle sorgenti portuali che forniscono valori di concentrazione localizzati nelle aree specifiche e che possono variare tra il 5% ed il 60% del totale.

Per quanto riguarda l'**NOX**, un contributo percentuale rilevante viene fornito dalle emissioni derivanti principalmente dalla sosta e movimentazione delle navi con percentuali sopra il 50% quasi in 6 stazioni sulle 10 elaborate. Un contributo con percentuali inferiori del 10% si nota per la sorgente di traffico, mentre presenta più variabilità la percentuale di contributo delle emissioni industriale che rivela una maggiore forzante nella localizzazione in aree specifiche.

I risultati delle simulazioni portano in evidenza per il **PM_{2.5}** un contributo percentuale rilevante delle emissioni derivanti da combustione non industriale per quasi tutte le stazioni prese a riferimento, la percentuale varia tra 20 e 90% del totale. Un contributo con percentuali inferiori del 10% e simili in tutte le stazioni si nota per la sorgente di traffico, mentre presenta più ampia variabilità la componente industriale e quella relativa alle sorgenti portuali che forniscono valori di concentrazione localizzati nelle aree specifiche

Per quanto riguarda l'**SOX**, i contributi principali nei punti selezionati di controllo (recettori), sono da attribuirsi principalmente alle emissioni del porto, industriali e da riscaldamento domestico. I contributi relativi variano dal 30 al 70% per la categoria delle emissioni del porto, mentre dal 5% al 90% per le emissioni industriali.

6.8 Proiezione dell'Inventario regionale delle emissioni al 2030

Sulla base delle informazioni reperibili da ANNEX IV: "Emission projections reporting template - with additional measures" per l'Italia delle *emissioni proiettate al 2030 dell'Inventario italiano* si riporta di seguito **un possibile scenario di evoluzione delle emissioni locali** all'anno considerato dallo Scenario di riferimento (2030).

Le emissioni totali divise per macrosettore, come riportate nell'IRSE 2016 della Regione Liguria disponibili per ambito comunale possono essere proiettate linearmente come quelle previste dell'Italia.

Il risultato è quello mostrato nelle seguenti tabelle.

Tabella 31. IRSE Comune di Genova Anno 2016

IRSE COMUNE di GENOVA 2016				
Macrosettore	NOX	PM ₁₀	PM _{2.5}	SOX
Combustione nell'industria dell'energia e trasformaz.fonti energetiche	311.7	3.3	3	288.1
Impianti di combustione non industriali	547.3	139.7	136.4	54.7
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	336.1	5.6	4.9	226.7
Processi senza combustione	0	30.8	3.6	0
Altro trasporto interno e immag. di comb. liquidi	0	0.6	0.1	0
Uso di solventi	0	0	0	0
Trasporti stradali	4338.6	299.9	228.2	2.4
Altre sorgenti mobili e macchine	5425.9	271.5	271.4	705.2
Trattamento e smaltimento rifiuti	7.3	5.3	2.7	0.8
Agricoltura	0.3	7.7	2.7	0

IRSE COMUNE di GENOVA 2016				
Macrosettore	NOX	PM ₁₀	PM _{2,5}	SOX
Altre sorgenti/assorbenti in natura	1.8	7.9	7.9	0.6
TOT. COMUNE DI GENOVA	10969.1	772.3	661.1	1278.6

Tabella 32. Proiezione IRSE Comune di Genova Anno 2030

PROIEZIONE IRSE COMUNE di GENOVA 2030				
Macrosettore	NOX	PM ₁₀	PM _{2,5}	SOX
Combustione nell'industria dell'energia e trasformaz.fonti energetiche	149.2	1.2	2.0	27.3
Impianti di combustione non industriali	319.5	60.0	61.3	34.3
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	196.2	2.4	2.2	142.1
Processi senza combustione	0.0	21.4	3.2	0.0
Altro trasporto interno e immag. di comb. liquidi	0.0	0.2	0.0	0.0
Uso di solventi	0.0	0.0	0.0	0.0
Trasporti stradali	890.2	79.0	96.4	1.5
Altre sorgenti mobili e macchine	2860.1	130.9	177.9	205.5
Trattamento e smaltimento rifiuti	5.7	3.1	1.7	0.7
Agricoltura	0.3	1.3	0.7	0.0
Altre sorgenti/assorbenti in natura				
TOT. COMUNE DI GENOVA	4421.2	299.4	345.3	411.3

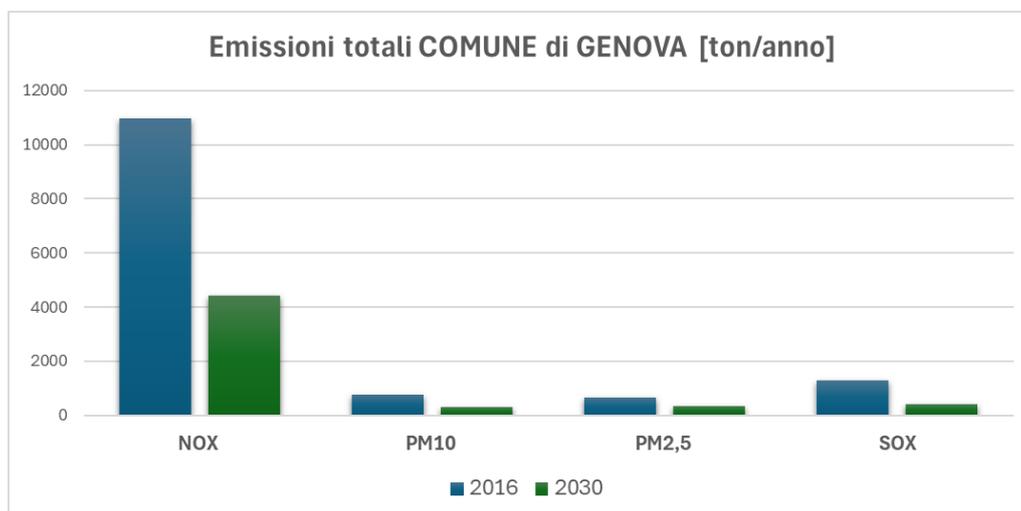
Le proiezioni sono sviluppate sulla base delle proiezioni a livello ITALIA, per singolo Macrosettore.

Gli Scenari di riduzione previsti dalla Comunità Europea, e che verranno attuati anche dall'Italia, prevedono una *sensibile riduzione delle emissioni per gli inquinanti citati NO_x, PM₁₀, PM_{2.5} e SO_x*.

Questo, *relativamente allo studio oggetto della presente relazione determina in proiezione una sensibile riduzione degli impatti ambientali stimati sul territorio*.

Come evidente dal grafico seguente le emissioni dei macrosettori citati possono ridursi di quote variabili tra il 48% di riduzione per le PM_{2.5} ed il 68% di riduzione per gli SO_x.

Figura 37. Proiezione emissioni totali nel comune di Genova per l'anno 2030 sulla base delle proiezioni nazionali



Tali risultati sono attuabili principalmente grazie alle *politiche di riduzione delle emissioni dirette industriali*, ma soprattutto *dalla riduzione delle emissioni da trasporti stradali* che si riducono di circa il 70-80% grazie alle nuove tecnologie e combustibili meno impattanti. Inoltre, significativa riduzione anche delle sorgenti industriali che riducono le emissioni di circa il 40% per SO_x fino ad un meno 10% per le PM_{2.5}.

Per quanto riguarda le emissioni del porto/navigazione a livello Italiano è prevista una riduzione stimata in circa il 25% per gli ossidi di azoto NO_x, il 40% per le polveri PM₁₀ e più del 70% per gli ossidi di Zolfo SO_x.

6.9 Focus di approfondimento: calata Giaccone

In chiusura del presente documento è stato ritenuto utile esprimere alcune considerazioni di massima anche nei confronti di un intervento, attualmente non rientrante tra quelli considerati nello *Scenario di riferimento* del PRP, ma che *risulta strettamente connesso all'intervento della Diga* e che, al momento della descrizione metodologica dei lavori di approfondimento del PRP, era previsto che potesse essere anticipato rientrando a pieno titolo tra gli interventi "certi" e in via di realizzazione dello Scenario di riferimento in allora descritto.

Nello specifico si focalizza l'attenzione sulla *possibilità di considerare il riempimento della Calata Giaccone non di carattere temporaneo*, come previsto dal progetto del Tunnel Subportuale, ma permanente.

Lo *Scenario di riferimento* considerato nel presente studio, e con dettaglio ai Terminal Operator, prevede le seguenti considerazioni di dettaglio:

- un numero navi l'anno pari a 4.872 (come evidenziato nel presente documento);
- un traffico veicolare ai varchi riferito all'ora di punta pari a 697 passaggi.

Prendendo invece in considerazione l'intervento (permanente) di *riempimento della Calata Giaccone*, la situazione andrebbe così a modificarsi:

- un numero navi l'anno pari a 4.755 (ossia un incremento del n. navi presso il terminal Bettolo di 228 navi e il contemporaneo decremento presso il terminal TRGE che arriverebbe a 0 navi);
- un traffico veicolare ai varchi riferito all'ora di punta pari a 734 passaggi.

Raffrontando le due situazioni emerge quanto a seguire evidenziato.

Tabella 33. Raffronto tra Scenario di riferimento senza riempimento permanente della calata Giaccone e con riempimento permanente della Calata Giaccone

	Scenario di riferimento del PRP (senza riempimento permanente della Calata Giaccone)	Scenario di riferimento del PRP (con riempimento permanente della Calata Giaccone)	Delta
N. navi l'anno per i terminal Operator	4.872	4.755	- 117
N. passaggi veicolari ai varchi	697	734	+ 37

Alla luce dei dati sopra riportati, e con riferimento ai potenziali effetti sulla qualità dell'aria, essi risultano, nel caso dello *Scenario di riferimento "CON" il riempimento permanente della Calata Giaccone* non significativi. Nello specifico, si stima che il potenziale effetto sulla qualità dell'aria subordinato al riempimento permanente della Calata potrà influire:

- per circa il 2% sui valori di qualità dell'aria a Genova (stazioni di monitoraggio prese a riferimento) per le emissioni dirette dallo stazionamento e movimento delle navi in porto;
- per circa lo 0.5 - 1% sui valori di qualità dell'aria a Genova (stazioni di monitoraggio prese a riferimento) per il totale emissioni dirette (porto, traffico, residenziale, industriale etc.).

7 Conclusioni

Il presente estratto è relativo alla valutazione degli scenari di impatto derivanti dalle emissioni direttamente e indirettamente connesse al nuovo Piano Regolatore Portuale (PRP) di Genova in formazione, e causati dalla modifica e dal potenziamento del traffico complessivo (sia navale, sia di trasporto veicolare leggero e pesante indotto dall'opera e sulle infrastrutture ivi presenti), sulla qualità dell'aria nel contesto portuale e urbano, con particolare riferimento alle emissioni di particolato **PM₁₀** e **PM_{2,5}** e di gas quali il biossido di azoto **NO₂** e gli ossidi zolfo **SO₂**.

Il dominio di calcolo selezionato e le successive valutazioni sono interne alla Città Metropolitana di Genova e rappresentative e significative delle emissioni e dell'inquinamento determinato dalle differenti sorgenti di emissione.

Grazie all'applicazione sviluppata è stato possibile, per gli SCENARIO ATTUALE e di SCENARIO RIFERIMENTO, procedere alla stima delle emissioni, alla caratterizzazione meteorologica e alla valutazione degli effetti sulla qualità dell'aria delle emissioni di gas e polveri. L'approccio proposto ha permesso inoltre di valutare i contributi delle singole categorie di emissione nei punti ritenuti significativi e sull'intero dominio di calcolo prescelto.

Lo SCENARIO di RIFERIMENTO non modifica in modo significativo il quadro dello SCENARIO ATTUALE. Le sorgenti che sono state rivalutate, traffico veicolare e le emissioni del porto da movimentazione delle navi, *mostrano una riduzione nelle ricadute presso i recettori variabile dal 5 al 15%*.

Come anticipato, il presente elaborato rappresenta un estratto delle attività riferite alla redazione del documento preliminare del nuovo Piano Regolatore Portuale di Genova, che si ricorda attualmente in corso di definizione ai fini dell'avvio formale della relativa procedura ambientale (Valutazione Ambientale Strategica). A tal riguardo occorre precisare come la documentazione che sarà presentata per il formale avvio della suddetta procedura ambientale del nuovo PRP (VAS), sarà oggetto di ulteriori revisioni e affinamenti in funzione dell'evoluzione delle attività e degli approfondimenti tuttora in corso.

Si precisa inoltre che, sempre in merito al nuovo PRP attualmente in via di elaborazione, la valutazione degli impatti in atmosfera sarà estesa (in sede di Rapporto Ambientale di VAS) anche allo "Scenario di Piano" al fine di rilevare, in quella sede, gli effetti riconducibili alla pianificazione e programmazione portuale sulla matrice Atmosfera nel lungo periodo e, laddove ne emergesse la necessità, proporre, in ossequio a quanto richiesto dalla normativa di VAS a cui è soggetto il Piano, le eventuali misure mitigative di Piano.