Servizi Territorio
Soluzioni per l'ambiente e l'energia

IRETI SPA

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE AREA CENTRALE (D.A.C.) DI GENOVA

LOCALITÀ: COMUNE DI GENOVA

Stima delle ricadute di inquinanti attribuibili alle emissioni in atmosfera dell'impianto in progetto

Cinisello Balsamo, Dicembre 2017

SERVIZI TERRITORIO srl – Via Garibaldi, 21
20092 Cinisello Balsamo – MI
Tel. +39 026125677

www.serviziterritorio.it – info@serviziterritorio.it
st@pec.serviziterritorio.eu
CCIAA / C.F. / P.IVA 03255130969 – REA MI1661826

Analisi degli effetti sulla qualità dell'aria delle emissioni del nuovo impianto Depuratore dell'Area Centrale (D.A.C.) di Genova.

Rif. SEA-RT XX/17

Dicembre 2017

Dott. Ing. Daniele Fraternali
direttore del progetto

Dott. Ing. Alberto Girotti

Dott. Lorella Mignanego

INDICE

1. PREMESSA ____ **4**

2. Dati meteorologici utilizzati per l'input al modello ____ **5**

3. Dati di input delle sorgenti di emissione ____ **9**

3.1. Sorgenti inquinanti da combustione ____ ***10***

3.2. Sorgenti odorigene ____ ***12***

4. Metodologia adottata nelle simulazioni ____ **14**

4.1. Caratteristiche principali del modello Calpuff ____ ***14***

4.2. Il dominio di calcolo adottato nelle simulazioni ____ ***14***

4.3. Simulazione e restituzione dei risultati ____ ***16***

5. Risultati delle simulazioni modellistiche ____ **17**

1. PREMESSA

Il presente documento riporta i risultati dello studio modellistico effettuato per analizzare gli effetti sulla qualità dell'aria delle emissioni di inquinanti ed odorigene dell'impianto Depuratore dell'Area Centrale (D.A.C.) localizzato a Genova.

L'impianto oggetto dello studio è un nuovo progetto e prevede l'inserimento nel sistema depurativo dell'area genovese attraverso una rete di collettori che collega gli impianti andando a sostituire i più vecchi e problematici e trattando i fanghi degli impianti sprovvisti di linea fanghi.

L'analisi dell'impatto sul territorio delle emissioni inquinanti ed odorigene generate dall'impianto in progetto è stata effettuata mediante l'utilizzo di un modello matematico di dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Nello specifico le simulazioni sono state effettuate con il modello di dispersione non stazionario Calpuff realizzato dalla Earth Tech Inc. per conto del California Air Resource Board e dell'US-EPA. Calpuff oltre ad utilizzare algoritmi non stazionari per il calcolo della dispersione, è in grado di gestire le situazioni di calma di vento (velocità del vento oraria <0.5 m/s).

Lo studio della dispersione in atmosfera di inquinanti è stato effettuato considerando lo scenario di progetto che prevede l'installazione di un nuovo gruppo di cogenerazione per quanto riguarda le emissioni da combustione e di sorgenti che convogliano l'aria di ricambio dei vari reparti a valle del trattamento con scrubber per lo studio dell'impatto odorigeno.

Gli inquinanti oggetto delle simulazioni modellistiche sono:

- Per le emissioni di inquinanti da combustione NOx e CO;
- Per le emissioni odorigene le sostanze odorigene espresse in OU.

I dati meteorologici necessari alla costruzione dell'input al modello Calpuff sono stati ottenuti dall'output del modello meteorologico Calmet per la ricostruzione del campo di vento 3D. I dati al suolo per l'input a Calmet sono stati acquisiti dalle stazioni locali appartenenti alla rete meteorologica di Arpa Liguria.

I risultati delle simulazioni modellistiche della dispersione in atmosfera degli inquinanti simulati sono elaborati e rappresentati mediante mappe di isoconcentrazione a livello del suolo, sovrapposte ad una base cartografica che rappresenta il dominio di simulazione.

Nei paragrafi successivi verranno descritti:

- i dati meteorologici utilizzati come input al modello di simulazione;
- i dati di input della sorgente di emissione;
- il modello utilizzato e la metodologia di simulazione;
- i risultati ottenuti per ciascun scenario.

2. DATI METEOROLOGICI UTILIZZATI PER L'INPUT AL MODELLO

La valutazione dell'impatto sulla componente atmosfera delle emissioni del Depuratore D.A.C. di Genova è stata effettuata con il modello di simulazione Calpuff utilizzando in ingresso i dati meteorologici restituiti dal modello meteorologico diagnostico Calmet.
Calmet ricostruisce il campo di vento 3D basandosi sui dati meteo delle stazioni locali unitamente ai dati di orografia del territorio e di uso del suolo. Inoltre, tramite specifici algoritmi, calcola una serie di parametri micrometeorologici che descrivono la turbolenza dell'atmosfera, necessari a Calpuff per il calcolo della dispersione in atmosfera degli inquinanti.

Nel caso in esame, i dati delle stazioni meteorologiche locali appartenenti alla rete di Arpa Liguria sono stati elaborati mediante il processore meteorologico ST-Me, realizzato da Servizi Territorio srl utilizzando come base la libreria open-source PBL_MET integrata con le ultime indicazioni di letteratura. I dati in uscita sono stati successivamente impiegati come ingresso per il processore meteorologico CALMET, insieme alle informazioni relative all'uso del suolo (CORINE 2012) ed al modello digitale del terreno (SRTM 3' "gap filled"). In particolare, il dominio di simulazione adottato per lo studio delle ricadute di inquinanti emessi dal depuratore comprende un territorio ad orografia complessa.

Il dominio di calcolo della simulazione Calmet ha una dimensione di 10 km x 10 km con passo di griglia di 200 m. Le coordinate UTM32-WGS84 (Zone 32) del punto Sud-Ovest del dominio sono 484'817 m E, 4'912'447 m N (*Figura 2-1*).

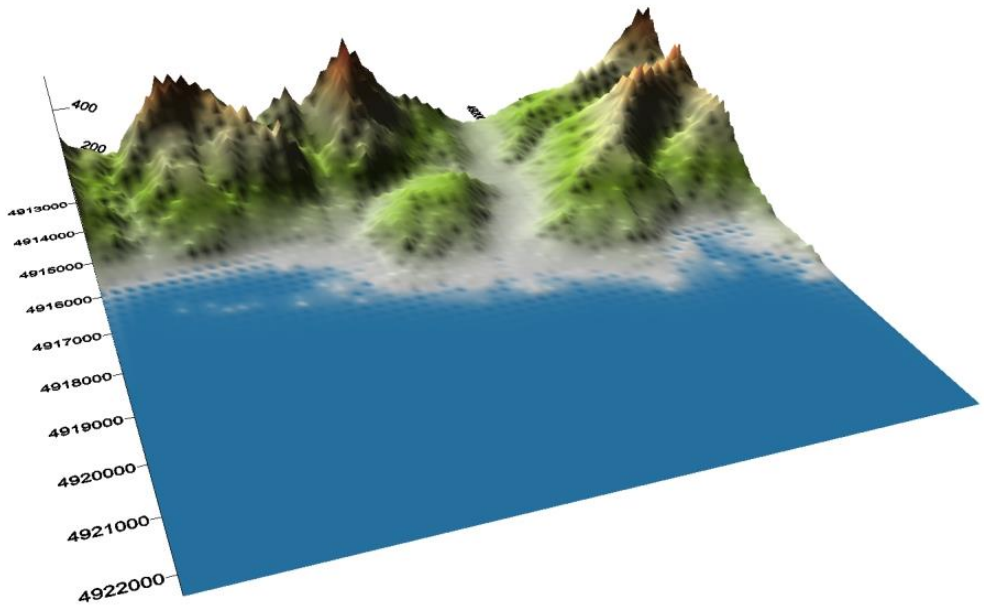


Figura 2-1 Dominio di simulazione e orografia considerata nell'input di Calmet

Come già riportato, i dati al suolo per il calcolo del campo di vento sono stati ottenuti dalle stazioni meteo localizzate in prossimità dell'impianto (*Figura 2-2*).

In *Tabella 2-1* è riportata l'anagrafica delle stazioni e i parametri acquisiti da ciascuna abbreviati come segue: T = Temperatura, UR = Umidità relativa, VV e DV = Velocità e Direzione del vento RG = Radiazione globale

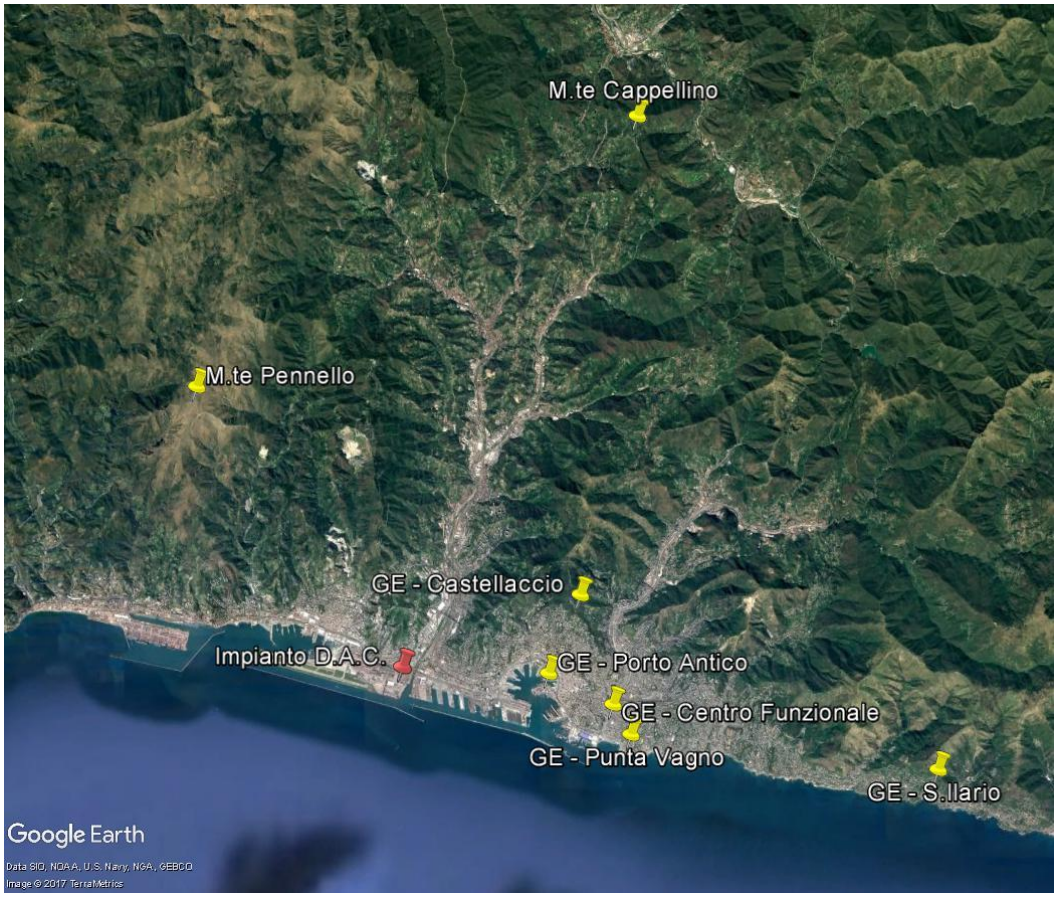


Figura 2-2 Localizzazione delle stazioni meteorologiche considerate nell'input di Calmet

Nome stazione	Latitudine (gradi)	Longitudine (gradi)	Quota slm (m)	Parametri
Genova – Porto Antico	44.40816	8.92317	25	T, UR, VV, DV
Genova – Centro Funzionale	44.40035	8.94591	30	T, UR, RG, P
Genova – Punta Vagno	44.39278	8.95222	10	VV, DV
Genova – Castellaccio	44.42797	8.93433	360	T, VV, DV, P
Genova – S.Ilario	44.38400	9.06066	174	T, UR, VV, DV, RG, P
Monte Pennello (GE)	44.48017	8.79867	980	T, UR, VV, DV, RG, P
Monte Cappellino (GE)	44.54856	8.95422	620	T, UR, VV, DV, P

Tabella 2-1 Anagrafica delle stazioni meteo Arpa Liguria e parametri utilizzati

Data la disponibilità di tutti i parametri meteorologici necessari alla costruzione dell'input a Calmet, l'anno considerato per le simulazioni modellistiche comprende il periodo dal 18/03/2016 al 17/03/2017 per un totale di 8'760 ore.

Poiché il risultato della simulazione effettuata con il modello meteorologico Calmet è costituito da una serie continua di 8'760 ore di campi di vento 3D (uno per ogni ora dell'anno di simulazione) è impossibile una sua rappresentazione sintetica.

Come semplificazione, si riporta l'elaborazione statistica (rosa dei venti) dei dati di vento (direzione e velocità) calcolati dal modello nel punto centrale del dominio di calcolo, corrispondente alla localizzazione dell'impianto, e ad una quota di 10 m dal suolo. La rosa dei venti riportata in *Figura 2-3* indica la frequenza con cui gli eventi anemologici provengono da una determinata direzione, associando anche l'informazione relativa alla velocità.

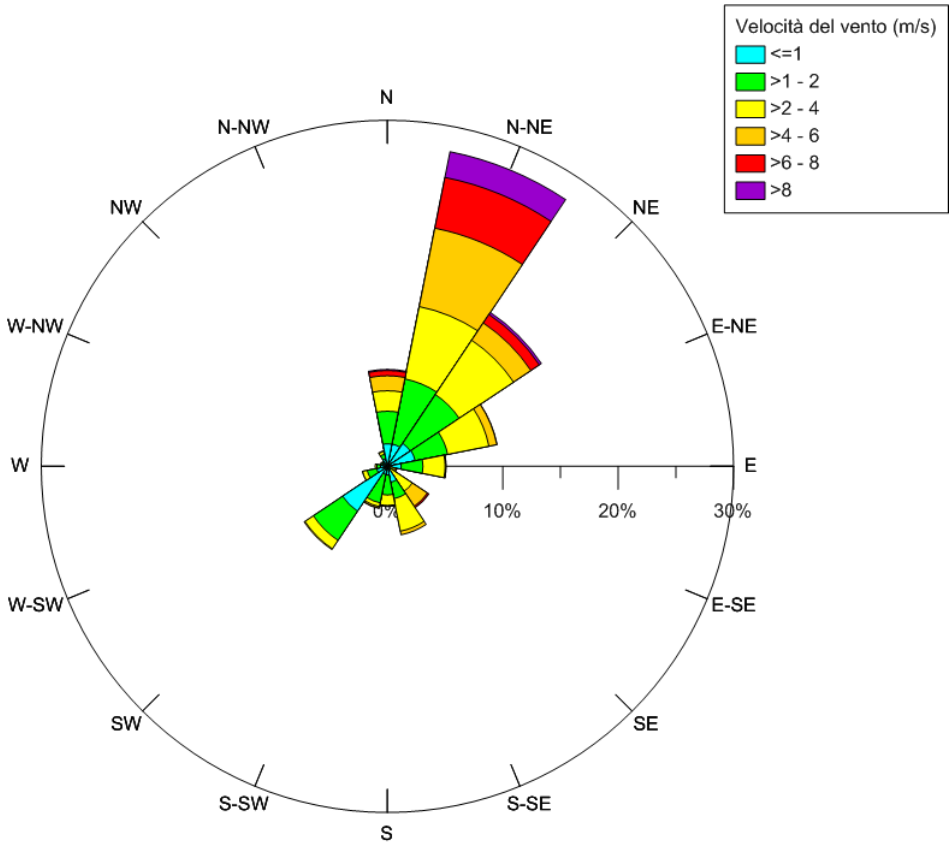


Figura 2-3 Rosa dei venti complessiva (Dati Calmet, Punto centrale, Quota 10 m)

La rosa elaborata con i dati corrispondenti alla posizione del depuratore evidenzia che la componente principale del vento proviene da N-NE verso S-SW, in linea con l'asse della valle del torrente Polcevera. Le altre componenti sono presenti, ma con una frequenza inferiore. Si sottolinea che i dati di direzione del vento acquisiti dalle stazioni meteo sono definiti per settori.

In *Tabella 2-2* è riportata la ripartizione degli eventi anemologici in base alle classi di velocità utilizzate nel grafico della rosa dei venti.

La classe di velocità del vento più frequente è quella tra 1 e 2 m/s che include il 29% degli episodi anemologici complessivi del periodo considerato (18/03/16-17/03/17). Gli episodi con velocità del vento inferiore a 1 m/s si verificano nel 21% delle ore dell'anno di riferimento. Solo al 5.4% delle 8'760 ore complessive è associata una velocità molto bassa, inferiore a 0.5 m/s.

Velocità del vento m/s	n.ore	%
<=1	1815	20.7
1,0-2,0	2576	29.4
2,0-4,0	2452	28.0
4,0-6,0	1155	13.2
6,0-8,0	535	6.1
>8	227	2.6
Totale	8'760	100.0

Tabella 2-2 Percentuale di ore nell'anno in rapporto alla velocità del vento.

Dal medesimo set di dati utilizzati per l'elaborazione della rosa dei venti, sono stati estratti i dati relativi alle classi di stabilità che costituiscono un parametro utilizzato per descrivere sinteticamente l'intensità della turbolenza atmosferica rispetto ad altri parametri più complessi presenti nel file Calmet ed utilizzati dal modello Calpuff.

In *Tabella 2-3* è riportato il conteggio ottenuto delle ore appartenenti alle sei classi di stabilità.

Classi di stabilità	**Definizione**	**Occorrenze nell'anno**	
		n.	**%**
A	Fortemente instabili/convettive	211	2.4
B	Moderatamente instabili	978	11.2
C	Debolmente instabili	1331	15.2
D	Neutre	2497	28.5
E	Debolmente stabili	659	7.5
F	Stabili	3084	35.2
	Totale	8'760	100.0

Tabella 2-3 Numero e percentuale di ore nell'anno di riferimento appartenenti alle sei classi di stabilità

In sintesi, le situazioni convettive e neutre rappresentano 29% dei casi, mentre le situazioni stabili, più frequenti, si verificano nel 43% delle ore dell'anno di riferimento e alla quota in prossimità del suolo.

3. DATI DI INPUT DELLE SORGENTI DI EMISSIONE

Lo studio modellistico dell'impatto sull'atmosfera dell'impianto D.A.C. di Genova (*Figura 3-1*) è stato effettuato considerando le due tipologie di sorgenti emissive considerate ed analizzate:

- Sorgenti emissive di inquinanti da combustione: considera come sorgente di emissione il gruppo di cogenerazione, mentre caldaia e torcia hanno funzionamento saltuario ed eventuale (in caso di malfunzionamento dell'impianto di cogenerazione);

- Sorgenti emissive di sostanze odorigene: considera come sorgente di emissione odorigena l'impianto di trattamento dell'aria di ricircolo dei locali.



Figura 3-1 Localizzazione dell'impianto

All'interno dell'impianto i motori di cogenerazione sono localizzati in una zona periferica dell'impianto e sono indicati in rosso nella figura seguente (Figura 3-2) mentre i 4 camini del trattamento aria sono posizionati sulla sommità degli edifici e sono indicati in verde.

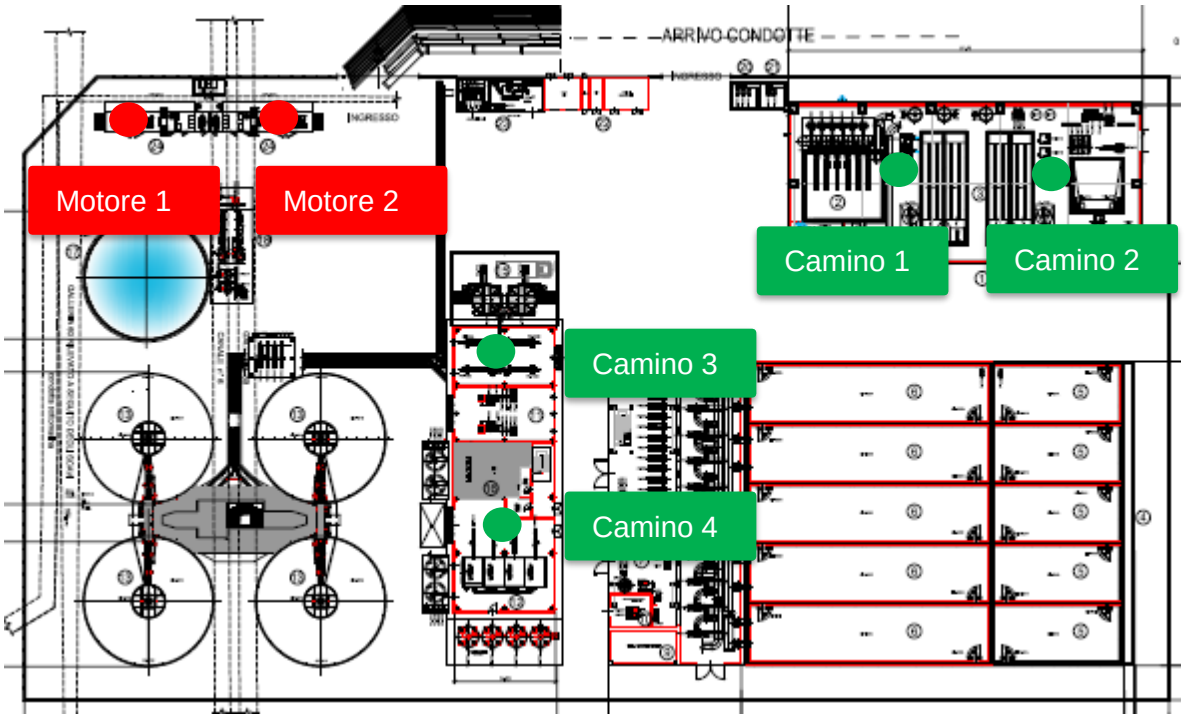


Figura 3-2 *Identificazione delle sorgenti emissive*

3.1. Sorgenti inquinanti da combustione

Le emissioni inquinanti sono associate alla combustione del biogas (miscela con metano) all'interno dei motori di cogenerazione per la produzione di energia termica ed elettrica (CHP).

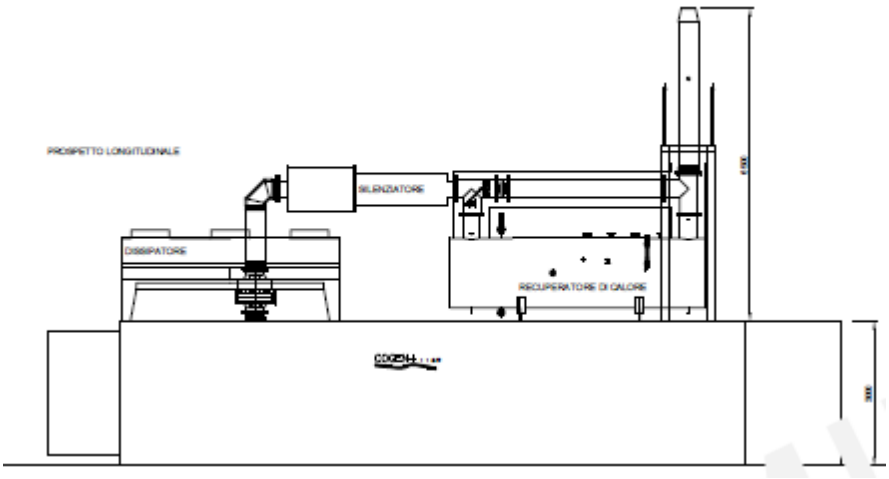


Figura 3-3 *Layout dell'impianto di cogenerazione*

L'energia elettrica sarà utilizzata per soddisfare i fabbisogni interni dell'impianto mentre l'energia termica sarà utilizzata per mantenere costante la temperatura di processo nei reattori anaerobici.
Il sistema di cogenerazione sarà costituito da due moduli analoghi costituiti ciascuno da un motore MTU – Rolls-Royce da 1'169 kW_e le cui caratteristiche emissive sono riportate nella *Tabella 3-1*.

I dati sono stati ricavati dalla scheda tecnica della macchina considerando il biogas una miscela costituita al 60% da metano. Le reazioni di combustione avvengono con una quantità d'aria stechiometrica, la parte combustibile (a cui sono associate le concentrazioni di inquinanti) è stata poi valutata al 5% di concentrazione di O_2 come richiesto dalla normativa. Per assicurare i livelli di concentrazione previsti verrà installato un sistema SCR (riduzione ossidativa catalitica) con iniezione di urea per il controllo degli NOx ed un sistema di ossidazione catalitica per il controllo del CO.

		Motore cogenerazione 1	**Motore cogenerazione 2**
Coord. X	m	489.775	489.780
Coord. Y	m	4.917.385	4.917.405
Portata fumi umidi (0°C)	kg/h	6.332	6.332
	Nmc/h	4282,5	4282,5
	Nmc/s	1,19	1,19
Tfumi	°C	120	120
Tfumi	K	393,15	393,15
	mc/s	1,71	1,71
h camino	m	9,5	9,5
diametro	m	0,40	0,40
Sezione	m2	0,13	0,13
velocità	m/s	13,6	13,6
funzionamento	ore/anno	8.760	8.760
Portata fumi secca 5%[1]	Nmc/h	3.180	3.180
	Nmc/s	0,88	0,88
Fattori di emissione (al 5% O2)	NOx mg/Nmc	140	140
	CO mg/Nmc	350	350
Emissioni	NOx g/s	0,124	0,124
	CO g/s	0,309	0,309
Bilancio emissivo	NOx t/a	3,90	3,90
	CO t/a	9,75	9,75

Tabella 3-1 Caratteristiche geometriche ed emissive dei biofiltri.

Dal punto di vista modellistico il gruppo cogeneratore è trattato come una coppia di sorgenti emissive di tipo puntuale (in rosso in *Figura 3-2*); l'emissione è considerata continua (24 ore su 24) e operante per tutto le 8'784 ore dell'anno di riferimento.

Per far fronte ad un eventuale fuori servizio del gruppo motore CHP o per riscaldare l'acqua di processo in fase di avviamento, è prevista l'installazione di una caldaia con funzionamento a biogas-metano.

[1] Portata secca relativa alla quota di biogas del metano (combustibile) alla quale sono associate le emissioni di inquinanti considerate.

Qualora il biogas generato dalla stabilizzazione anaerobica non possa essere inviato ai sistemi di produzione di energia (nell'eventualità di fermi o manutenzioni degli stessi), esso sarà convogliato al gasometro e quindi alla torcia di combustione.
Le emissioni di fumi derivanti dalla combustione di emergenza del biogas all'interno della torcia e della caldaia in sostituzione del cogeneratore in caso di malfunzionamento sono considerati eccezionali e non sono state incluse nelle simulazioni per valutare l'impatto sulla qualità dell'aria.

3.2. Sorgenti odorigene

L'impianto D.A.C. oggetto del presente studio si collocherà all'interno di un contesto fortemente antropizzato caratterizzato dalla presenza di attività produttive o commerciali e di zone residenziali. Risulta di essenziale importanza quanto assicurato in fase di progettazione, ossia:

- L'assenza di sorgenti diffuse: tutti i locali tecnici, i serbatoi ed i macchinari destinati a ricevere o trattare fanghi o reflui saranno coperti e chiusi. L'aria all'interno dei suddetti locali tecnici sarà ricambiata frequentemente a tutela della salute e del comfort degli operatori. I volumi liberi alla sommità di vasche e serbatoi saranno invece mantenuti in depressione con aspirazione dell'aria presente. Le emissioni così generate saranno convogliate ad appositi sistemi di trattamento;
- trattamento delle emissioni convogliate: i flussi di aria esausta o maleodorante saranno convogliati ad una stazione di trattamento che garantirà emissioni odorigene in atmosfera inferiori a 300 OU/m^3.

I suddetti criteri progettuali si concretizzeranno nell'installazione di un sistema di aspirazione dell'aria esausta e di un sistema di deodorizzazione costituito da scrubber a secco.
Detti dispositivi saranno costituiti da serbatoi cilindrici riempiti con un mezzo filtrante attraverso il quale viene fatta fluire l'aria da trattare. Il mezzo filtrante sarà costituito da strati di diversa composizione:
- componente A: carbone attivo minerale (attivato termicamente ed estruso) con funzione adsorbente;
- componente B: sferoidi porosi formati da allumina ed altri leganti impregnati con permanganato di potassio al fine di ottenere un'azione combinata di adsorbimento, assorbimento ed ossidazione chimica;
- componente C: carbone attivo minerale (attivato termicamente ed estruso) con funzione adsorbente.

Il suddetto mezzo filtrante è idoneo all'abbattimento di mercaptani, idrocarburi, acido solfidrico, ossidi di zolfo e altri composti organici.

Nell'impianto saranno presenti più scrubber che trattano i volumi d'aria dei singoli locali e/o delle zone ad essi connessi, tutti gli scrubber vengono poi convogliati verso 4 camini posti alla sommità degli edifici.

Dal punto di vista modellistico i camini sono sorgenti di tipo puntuale, dove l'emissione è considerata a temperatura ambiente. Le ipotesi progettuali hanno permesso di escludere la presenza di sorgenti diffuse (di tipo areale/volumetrico).

Nella *Tabella 3-2* si riportano seguente sono riassunte le caratteristiche geometriche ed emissive dei camini:

Camino	n.ro	1	2	3	4
Edificio		pretrattam	pretrattam	fanghi	fanghi
x	m	489.805	489.815	489.805	489.835
y	m	4.917.500	4.917.540	4.917.435	4.917.430
h edificio	m	15	15	11	11
h camino	m	1	1	1	1
h tot	m	16	16	12	12
diametro	m	0,60	0,35	0,30	0,40
sezione	m2	0,28	0,09	0,07	0,13
T amb	°C	293,15	293,15	293,15	293,15
Profilo	h/anno	8.760	8.760	8.760	8.760
Portata	m3/h	14.000	4.000	3.000	6.000
	m3/s	3,89	1,11	0,83	1,67
velocità	m/s	13,8	11,8	12	13
Concentrazione	OU/m3	300	300	300	300
Emissione	OU/s	1.166,7	333,3	250,0	500,0

Tabella 3-2 Caratteristiche geometriche ed emissive dei biofiltri.

La concentrazione odorigena a valle dei trattamenti è stata considerata pari al limite (300 OU/m3) indicato dalla D.G.R. n.ro 7/12764 del 16/04/2003 di Regione Lombardia (relativa agli impianti di compostaggio), poi preso a riferimento da altri decreti regionali per le emissioni odorigene.

Nelle simulazioni modellistiche effettuate, il ciclo di funzionamento dell'impianto è stato considerato continuo 24 ore su 24 e operante per tutto le 8'760 ore dell'anno di riferimento.

4. METODOLOGIA ADOTTATA NELLE SIMULAZIONI

I dati inerenti la meteorologia locale e le caratteristiche fisiche, geometriche e di emissione delle sorgenti di inquinanti vengono elaborati per la costruzione dell'input al modello Calpuff, brevemente descritto nel paragrafo successivo.

4.1. Caratteristiche principali del modello Calpuff

Il modello utilizzato è il modello Calpuff, un modello di dispersione non stazionario, con approccio lagrangiano a puff, realizzato dalla Earth Tech Inc. per conto del California Air Resource Board e dell'US.EPA.

Calpuff, con la sua catena di pre-processori (Calmet) e post-processori (Calpost) è uno dei *"preferred models – recommended for regulatory use"* adottati ufficialmente dall'US-EPA, come risulta dalle Linee Guida del registro federale dei modelli per la qualità dell'aria (Guideline on Air Quality Models, Federal Register – Appendix W N. 72, April 15, 2003/Rules and Regulations).

A livello nazionale italiano, Calpuff rientra per le sue caratteristiche nei modelli citati dalle linee guida RTI CTN_ACE 4/2001 "Linee Guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la qualità dell'aria" – Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Centro Tematico Nazionale – Aria Clima Emissioni 2001.

Il modello Calpuff si definisce di tipo lagrangiano in base alla sua formulazione algoritmica, in cui le emissioni inquinanti vengono tradotte in una sequenza di sbuffi (i puffs) che vengono simulati nella loro diffusione e dispersione in un dominio di calcolo di tipo tridimensionale. La dispersione dei singoli puff è definita in base all'evoluzione della climatologia media oraria (componente "avvettiva", responsabile dello spostamento del baricentro dei singoli puff) e alla dispersione turbolenta (componente di dispersione, responsabile della evoluzione dimensionale dei singoli puff). In questo tipo di modello, le calme di vento e i venti molto deboli sono interpretati come situazioni di ridotta o nulla componente di trasporto dei puff, che possono quindi simulare situazioni di possibile accumulo degli stessi.

La componente dispersiva (evoluzione dimensionale dei puff indotta dalla turbolenza atmosferica) viene simulata mediante l'impiego di algoritmi di stima della turbolenza atmosferica di nuova generazione, che adottano la schematizzazione dello Strato Limite Planetario (PBL) proposta dalla moderna fisica dell'atmosfera (L, Lunghezza di Monin Obuhkov; H0, Flusso Turbolento di calore sensibile, u*, velocità di frizione; …).

4.2. Il dominio di calcolo adottato nelle simulazioni

Il dominio territoriale preso a riferimento per le simulazioni (in rosso) ha una dimensione di 8.2 km in direzione est-ovest e di 8.2 km in direzione nord-sud ed è interno a quello utilizzato per la simulazione Calmet (in viola, più ampio), come si può osservare nella *Figura 4-1*.

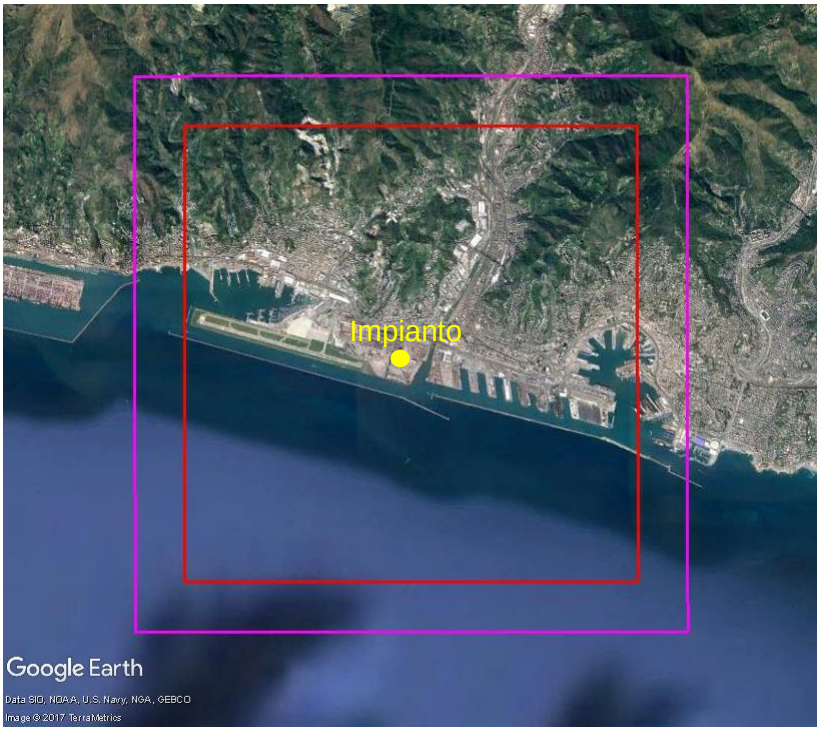


Figura 4-1 Dominio di simulazione Calmet (in rosa) e di Calpuff (in rosso) con al centro il Depuratore D.A.C. di Genova

Le coordinate del dominio Calpuff sono riportate in *Tabella 4-1* e sono riferite al sistema UTM32 – WGS-84.

	EST - OVEST	NORD – SUD
Min (m)	485'718	4'913'348
Max (m)	493'918	4'921'548

Tabella 4-1 Coordinate del dominio territoriale (WGS84, Zona32)

Al dominio di simulazione con Calpuff è stata sovrapposta una griglia regolare cartesiana composta da 83 punti nella direzione x e 83 punti nella direzione y, per un totale di 6'889 punti recettori. I punti della griglia di calcolo sono equispaziati di 100 m in direzione x e 100 m in direzione y.
La simulazione è stata effettuata per ciascuna delle 8'760 ore dell'anno meteo di riferimento e per ciascun punto della griglia di calcolo.

4.3. Simulazione e restituzione dei risultati

Il modello Calpuff, utilizzando come dati di input quelli inerenti la meteorologia (relativa ad un anno) e quelli relativi alle sorgenti emissive, simula per ogni ora dell'anno e per tutti i punti della griglia di calcolo la dispersione in atmosfera degli inquinanti considerati.
Successivamente, i dati in uscita dalle simulazioni modellistiche vengono rielaborati per calcolare su base annuale i parametri statistici indicati dalle normative per la protezione della qualità dell'aria.
Per quanto riguarda le sostanze odorigene, i dati in uscita dalle simulazioni modellistiche vengono rielaborati per calcolare i parametri statistici indicati dalla DGR IX/3018 di Regione Lombardia. In particolare viene calcolato il 98-mo percentile orario ovvero il valore di concentrazione che viene superato per il 2% delle ore annue (circa 175 ore/anno).
Secondo tali Linee Guida di Regione Lombardia occorre effettuare una post-elaborazione delle concentrazioni medie orarie ottenute dalle simulazioni, moltiplicandole cautelativamente per un fattore pari a 2.3 (denominato *peak-to-mean ratio)* al fine di considerare il possibile fenomeno dei picchi di concentrazione odorigena di breve periodo (episodi acuti) che il modello applicato su base oraria potrebbe sottostimare.

I risultati così ottenuti per stimare l'impatto dell'impianto sono rappresentati mediante *mappe di isoconcentrazione* delle ricadute al suolo sovrapposte alla cartografia territoriale che rappresenta il dominio di simulazione. Le mappe di ricaduta sono state elaborate per ciascuno degli scenari di simulazione previsti.

In sintesi in base all'inquinante si calcolano i seguenti parametri statistici:

- NOx: 99.8-mo percentile delle medie orarie;
- NOx: media annua;
- CO: 100-mo percentile della media su 8 ore;
- Sostanze odorigene: 98-mo percentile delle medie orarie.

5. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI MODELLISTICHE

L'entità delle ricadute all'interno del dominio di simulazione e la loro distribuzione spaziale sono rappresentate dalle curve di isoconcentrazione riportate in ciascuna mappa. L'elenco delle mappe allegate in forma di Tavole è indicato in *Tabella 5-1* .

Tavola	*Inquinante*	*Parametro*
Tavola 1	NOx	99.8-mo percentile delle medie orarie
Tavola 2	NOx	Media annua
Tavola 3	CO	100-mo percentile delle media su 8 ore
Tavola 4	Odori	98-mo percentile delle medie orarie

Tabella 5-1 Elenco delle Tavole allegate

5.1. Risultati delle simulazioni per gli Ossidi di Azoto (NOx)

La **Tavola 1** riporta i risultati delle simulazioni elaborati per il calcolo del 99.8-mo percentile orario di NOx.
Le curve di isoconcentrazione che rappresentano i valori di punta previsti dal modello nello 0.2% delle ore di un anno, tendono prevalentemente ad allungarsi in direzione Sud-Sud/Ovest verso il mare. Questa forma delle ricadute risente della particolare circolazione anemologica incanalata lungo l'asse della valle del torrente Polcevera. Anche dal grafico della rosa dei venti (*Figura 2-3*) emerge come componente principale la direttrice proveniente da N-NE e diretta verso S-SW. Dunque la distribuzione delle ricadute al suolo è influenzata dall'interazione tra regime anemologico e orografia del territorio come evidenziato nella Tavola 1.
Secondariamente, dalla mappa di isoconcentrazione emerge che le ricadute di NOx espresse come percentile tendono, nei livelli inferiori, ad avere una forma asimmetrica rispetto alle sorgenti di emissione, allungandosi verso Ovest.

La concentrazione di NOx prevista nel punto di massima ricaduta è pari a **46** µg/m^3. Tale valore è localizzato in un'area molto limitata a ridosso del depuratore. All'esterno dei confini dell'impianto le concentrazioni sono inferiori a 30 µg/m^3.
Con l'aumentare della distanza dalle sorgenti le concentrazioni di NOx decrescono fino a raggiungere il valore minimo mappato di 5 µg/m^3. La distanza compresa tra l'impianto e l'estremo della curva che rappresenta una concentrazione pari a 5 µg/m^3, è di circa 2.5 km. Il territorio non compreso nelle curve di isolivello è interessato da ricadute inferiori alla concentrazione minima mappata.

I risultati delle simulazioni relative alla media annua di NOx sono riportati nella **Tavola 2**.
La forma delle curve di isoconcentrazione ricalca quella già osservata per le ricadute di NOx espresse come percentile. Si osserva l'allungarsi delle curve principalmente verso il mare in direzione S-SW e secondariamente verso Ovest.

Le simulazioni restituiscono nel punto di massima ricaduta un valore pari a **2.6** µg/m^3 come media annua delle concentrazioni orarie di NOx. Le ricadute più alte sono localizzate in aree molto limitate a nord e a sud delle sorgenti emissive. All'esterno dei confini dell'impianto le concentrazioni sono inferiori a 1 µg/m^3.
L'entità delle ricadute decresce con la distanza dalle sorgenti fino a raggiungere il valore minimo mappato di 0.1 µg/m^3. La distanza massima dall'impianto raggiunta dalla concentrazione di 0.1 µg/m^3 è di circa 2 km in direzione S-SW.
Il territorio non compreso nelle curve di isolivello riportate è interessato da ricadute inferiori 0.1 µg/m^3.

In Tabella 5-2 sono riportate le concentrazioni di inquinanti stimate dal modello Calpuff nel punto di massima ricaduta (**C_{MAX}**). Tali concentrazioni vengono confrontate con i limiti per la qualità dell'aria (**C_{LIMITE}**) stabiliti dal D.Lgs. 155/10 tenendo presente che i limiti normativi sono riferiti alla sola componente NO_2 della miscela NOx, mentre i risultati delle simulazioni sono espressi come NOx. Pertanto la comparazione con i valori limite normativi è cautelativa.

Parametro	**C_{MAX}**	**C_{LIMITE}**
NOx (µg/m^3)		Valore limite (D.Lgs.155/10)
99.8-mo percentile orario	46	200[a]
Media annua	2.6	40[a]
a - limiti normativi riferiti a NO2 (frazione degli NOx totali)		

Tabella 5-2 Concentrazioni stimate dal modello nel punto di massima ricaduta

Nello scenario simulato si osserva che la concentrazione di 46 µg/m^3 corrispondente al 99.8-mo percentile orario nel punto di massima ricaduta è pari al 23% del valore limite.
Nel caso della media annua, la concentrazione massima di 2.6 µg/m^3 corrisponde al 6.5% del valore limite.
In un'ottica meno cautelativa, si può considerare che la quota di NO_2 imputabile al nuovo impianto rappresenti il 40-60% degli NOx totali.

5.2. Risultati delle simulazioni per il Monossido di Carbonio (CO)

I risultati relativi al 100-mo percentile (massimo) della media calcolata su 8 ore di CO sono riportati nella **Tavola 3**.

Analogamente a quanto osservato per gli NOx, la forma delle curve di isoconcentrazione di CO tende a descrivere ricadute sul territorio principalmente in direzione S-SW verso il mare e secondariamente verso Ovest.
Le ricadute di CO imputabili ai due motori di cogenerazione sono contenute. La concentrazione prevista dalle simulazioni nel punto di massima ricaduta è pari a **0.097** mg/m^3, localizzato in un'area molto limitata in prossimità delle sorgenti di emissione.
Il livello minimo mappato è pari ad una concentrazione di 0.01 mg/m^3 che in direzione S-SW raggiunge una distanza di circa 1.7 km. Concentrazioni inferiori a quella minima mappata interessano il territorio posto all'esterno della curva minima di isolivello.

Il D.Lgs. 155/10 stabilisce un valore limite pari a 10 mg/m^3 come massimo della media su 8 ore di CO. La concentrazione massima di 0.097 mg/m^3 risulta essere di poco inferiore all' 1% del valore limite.

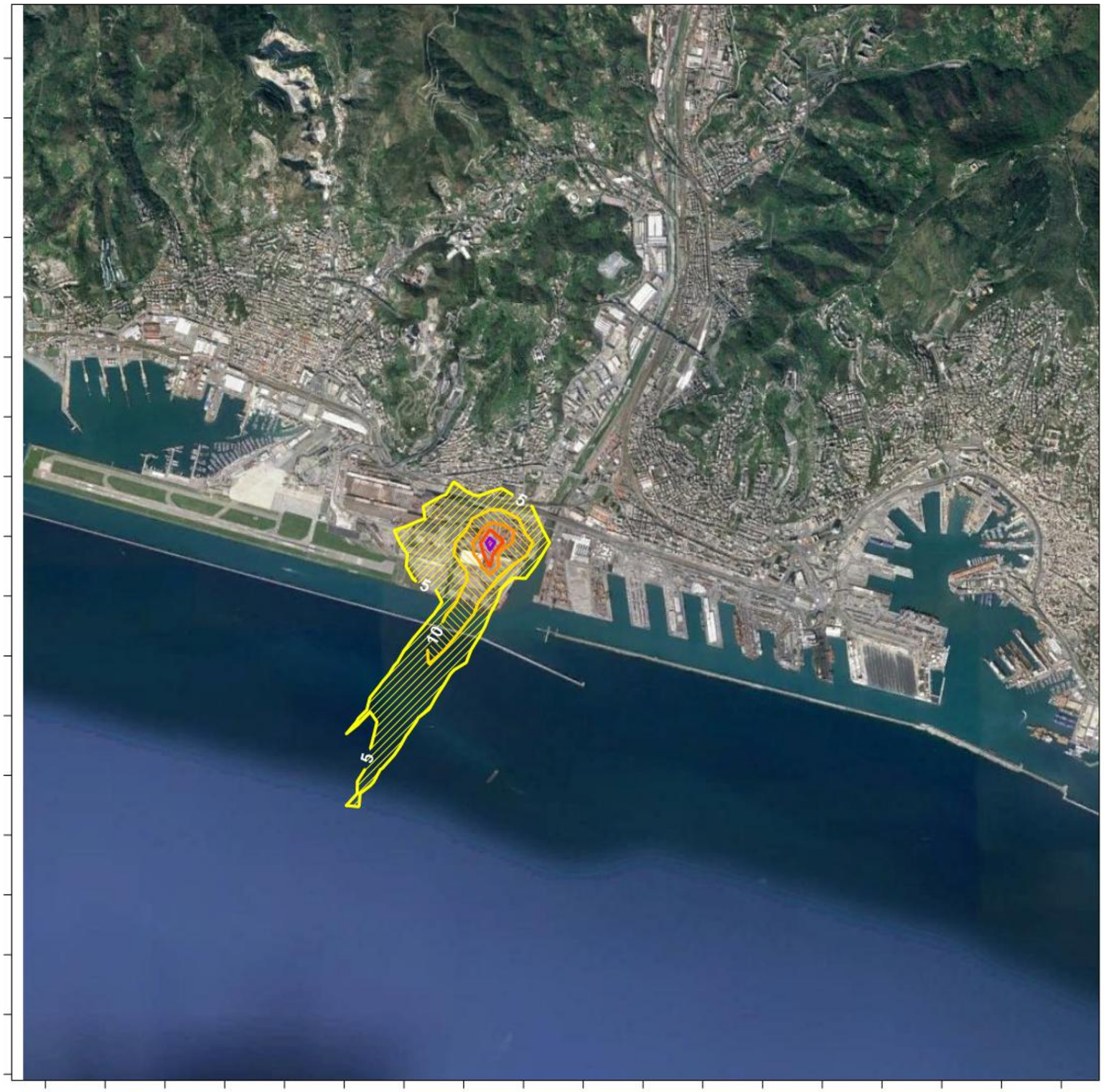
5.3. Risultati delle simulazioni per le sostanze odorigene

La **Tavola 4** riporta le curve di isoconcentrazione del 98-mo percentile delle concentrazioni orarie di odore stimate dalla simulazione dei 4 camini che convogliano i fumi del trattamento aria, a valle degli scrubber.
Come già descritto, il 98-mo percentile orario rappresenta il valore superato per il 2% delle ore annue (circa 175 ore/anno). A tutti i risultati delle simulazioni modellistiche è stato applicato il fattore moltiplicativo (*peak-to-mean)* pari a 2.3 come richiesto dalla DGR IX/3018 del 15/02/12 di Regione Lombardia (par. 4.3).

Come da citata DGR, nelle mappe di isoconcentrazione andrebbe evidenziato, come livello minimo, il valore corrispondente a 1 UO/m^3 che rappresenta la soglia di percettibilità dell'odore che si verifica quando il 50% della popolazione percepisce l'odore stesso.
L'impatto odorigeno delle emissioni delle 4 sorgenti simulate è nettamente inferiore alla soglia corrispondente a 1 OU/m^3. Infatti, la concentrazione massima raggiunta è pari a 0.3 OU/m^3.

Le aree di ricaduta delle sostanze odorigene si distribuisco sul territorio circostante analogamente a quanto già osservato per NOx e CO emessi dai 2 motori di cogenerazione.

All'esterno dell'impianto la concentrazione odorigena è pari a 0.2 OU/m^3 che decresce con la distanza fino al livello minimo mappato di 0.1 OU/m^3. La curva minima si allunga verso il mare fino ad una distanza dall'impianto di circa 1.5 km.



Analisi degli effetti sulla qualità dell'aria delle emissioni del Depuratore D.A.C. di Genova

Simulazione della dispersione di inquinanti atmosferici

Modello: Calpuff

Meteo: Calmet (18/03/16-17/03/17)

Sorgenti: 2 Motori di Cogenerazione

Inquinante: NOx (µg/m^3)

Parametro: 99.8-mo percentile orario

MAX: 46 µg/m^3



Tavola 1

www.serviziterritorio.it

Analisi degli effetti sulla qualità dell'aria delle emissioni del Depuratore D.A.C. di Genova

Simulazione della dispersione di inquinanti atmosferici

Modello: Calpuff

Meteo: Calmet (18/03/16-17/03/17)

Sorgenti: 2 Motori di Cogenerazione

Inquinante: NOx (µg/m³)

Parametro: media annua

MAX: 2.6 µg/m³

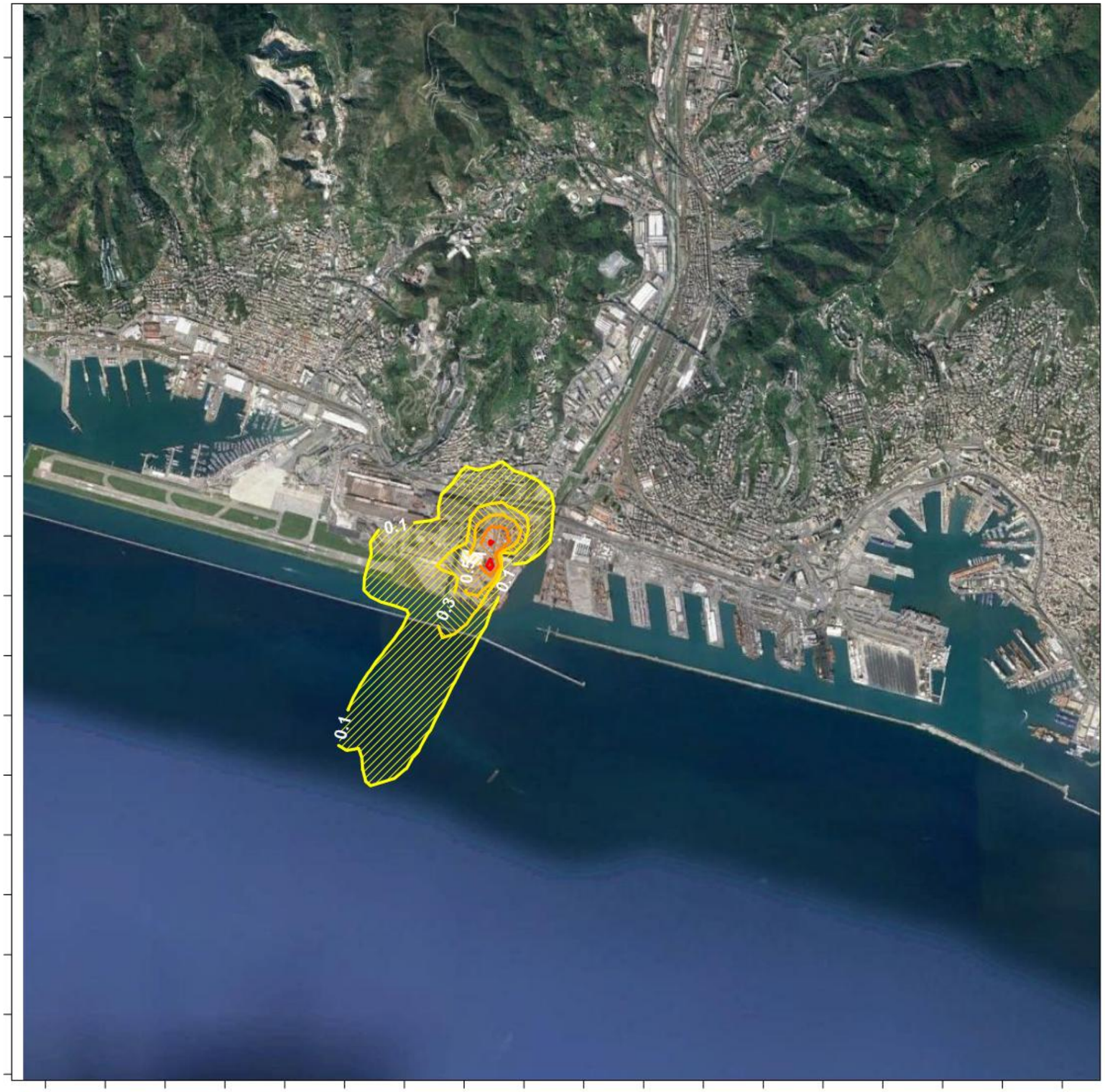
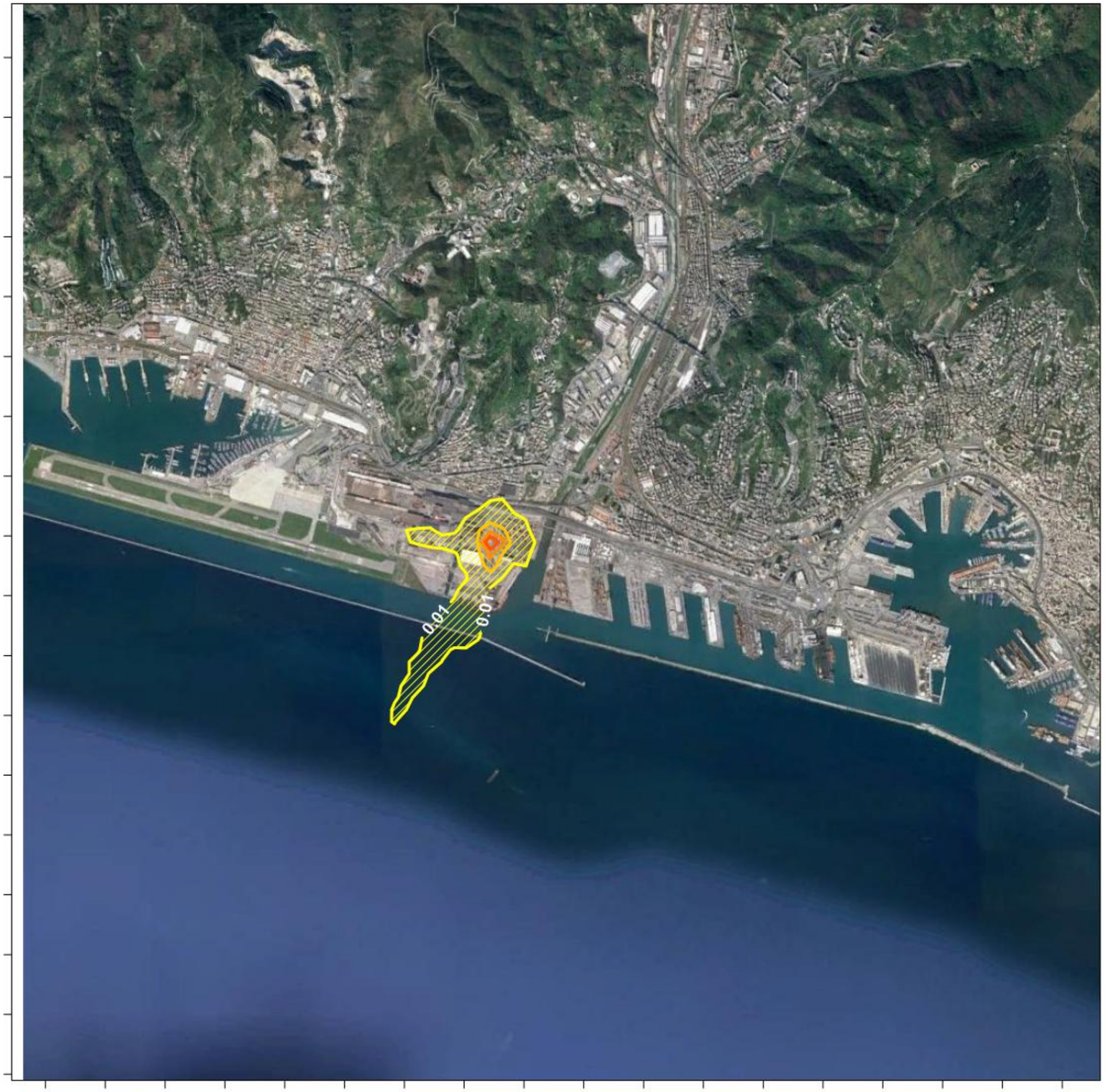




Tavola 2

www.serviziterritorio.it



Analisi degli effetti sulla qualità dell'aria delle emissioni del Depuratore D.A.C. di Genova

Simulazione della dispersione di inquinanti atmosferici

Modello: Calpuff

Meteo: Calmet (18/03/16-17/03/17)

Sorgenti: 2 Motori di Cogenerazione

Inquinante: CO (mg/m^3)

Parametro: massimo media 8 ore

MAX: 0.097 mg/m^3

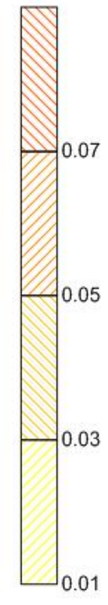
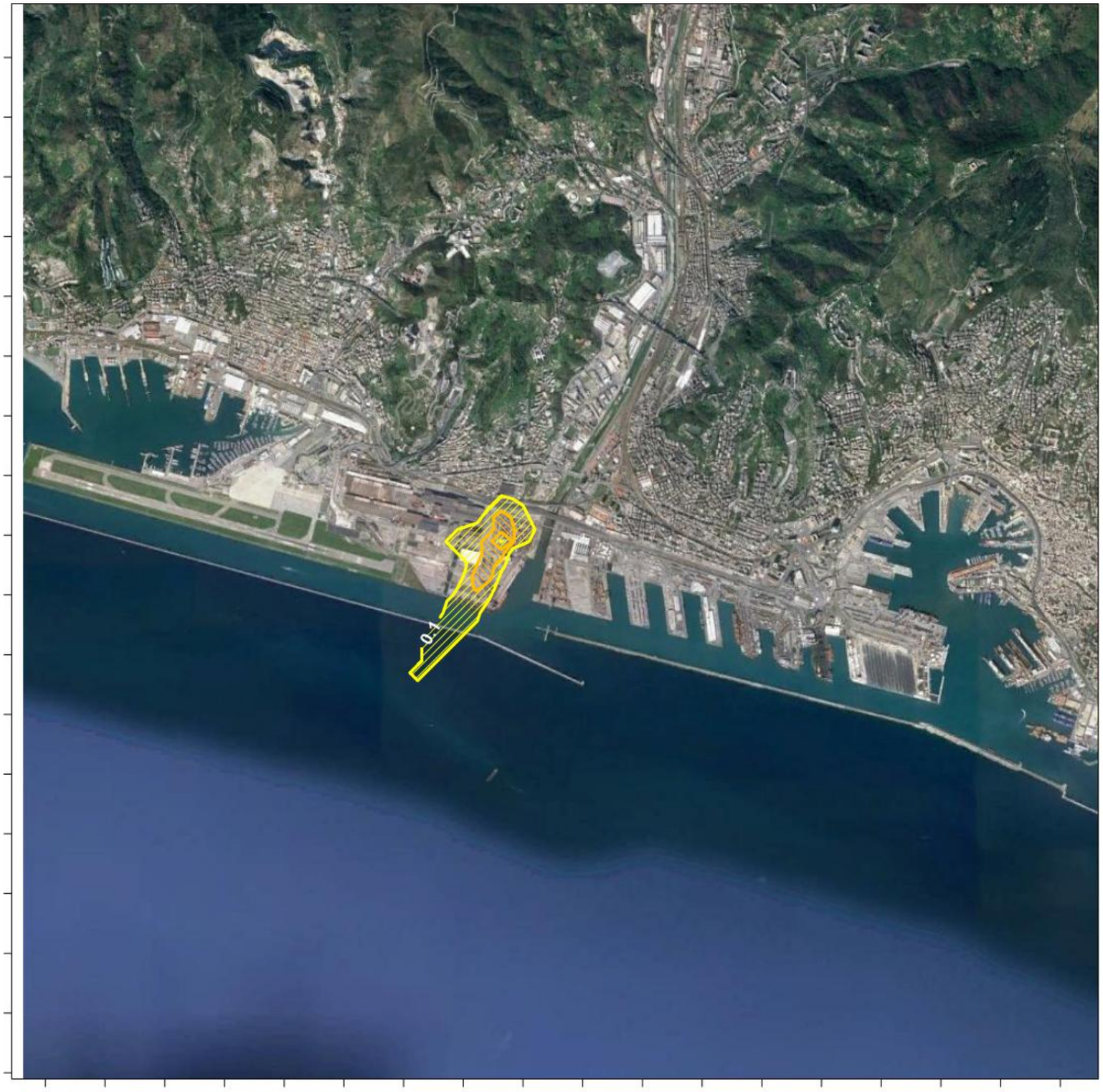


Tavola 3

www.serviziterritorio.it



Analisi degli effetti sulla qualità dell'aria delle emissioni del Depuratore D.A.C. di Genova

Simulazione della dispersione di inquinanti atmosferici

Modello: Calpuff

Meteo: Calmet (18/03/16-17/03/17)

Sorgenti: 4 Scrubber

Inquinante: Odori (OU/m^3)

Parametro: 98.mo percentile orario
(moltiplicato per peak to mean di 2.3)

MAX: 0.3 OU/m^3

0.2

0.1

Tavola 4

www.serviziterritorio.it