SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA SIGE S.r.l.

Amministrazione, uffici e laboratori:
Via Castel Morrone, 15 H - 16161 Genova (Loc. Trasta)
Tel.: 010 / 7406583 (6 linee) – Fax: 010 / 7406584
E-mail: segreteria@sige.ge.it
Sito web: http://www.sige.ge.it
*Sede Le*****:* Via XX Settembre, 12/6 - 16121 Genova

C.C.I.A.A. Genova n. 289645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: it 02687740106
Capitale Sociale interamente versato € 90.000.00

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

Genova lì, 10 marzo 2011

N rif.

REGIONE LIGURIA

Comune di Recco

Provincia di Genova

Richiedente
Mediterranea delle Acque S.p.A.
Gruppo IREN

PROGETTO PRELIMINARE PER LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO COMPRENSORIALE DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE DI FOGNATURA DEGLI ABITATI DI RECCO, SORI, CAMOGLI E PIEVE LIGURE

STUDIO IMPATTO AMBIENTALE

Allegato

Valutazione previsionale d'impatto sulla qualità dell'aria

Indice

1 Introduzione 3

2 Descrizione generale 4

3 Valutazione 8

3.1 Metodologia 8

3.2 SCREEN 3.0 9

3.2.1 Introduzione 9

3.2.2 Descrizione 10

3.3 Inquadramento meteoclimatico 11

3.4 Risultati delle simulazioni 14

3.4.1 Dati di emissione 15

3.4.2 Simulazioni per i venti da S e SW 19

3.4.3 Simulazioni lungo la direzione SE-NW 23

4 Conclusioni 28

Bibliografia 30

APPENDICE 1 – Modello Di Pennacchio Gaussiano 32

Funzioni σ di Briggs (urban σ-functions) 33

APPENDICE 2 – Gli Odori 35

1 INTRODUZIONE

La società Mediterranea delle Acque SpA (Gruppo IREN) intende attivare un impianto di deputazione delle acque presso il Comune di Recco. L'impianto è un tipico depuratore di acque reflue urbane di tipo (biologico/chimico/fisico). Potenzialmente questo tipo di impianto può emettere in atmosfera delle sostanze odorose, potenzialmente fastidiose per la popolazione anche se non dannose alla salute umana.

Per le caratteristiche complessive del progetto questo è sottoposto a procedura di *Screening* Ambientale secondo quanto previsto dalla normativa regionale.

Questo documento riporta la valutazione previsionale d'impatto in atmosfera di una sostanza odorosa "campione" rappresentante di tutte le sostanze odorose contenute nell'emissione dell'impianto in progetto.

Lo studio è stato realizzato utilizzando il programma di simulazione numerica *Screening Air Dispersion Model* (SCREEN3) edito dall'agenzia statunitense per la protezione dell'Ambiente U.S. Environmental Protection Agency (EPA).

Il programma è utilizzato attraverso l'interfaccia per Windows® Screen View™ per messa a punto dalla società canadese Lakes Environmental Software.

SCREEN3 è un modello di dispersione in atmosfera del tipo a "pennacchio gaussiano". Il programma fornisce il valore massimo della concentrazione al suolo per sorgenti puntuali, areali o volumetriche.

2 DESCRIZIONE GENERALE

Il depuratore in progetto sarà localizzato all'interno di una galleria, già oggi esistente, scavata sotto la collina lungo la linea di costa a ponente del centro abitato di Recco. Al di sopra della galleria si trovano la Via Aurelia e Corso Garibaldi.

L'area di interesse ricade all'interno della carta n. 231 020 degli squadri 1:10.000 della Cartografia Tecnica Regionale acquisita presso i Servizi Informatici Territoriali e Ambientali Regionali della Regione Liguria.

La figura seguente illustra la posizione dell'impianto nel contesto urbano di Recco.

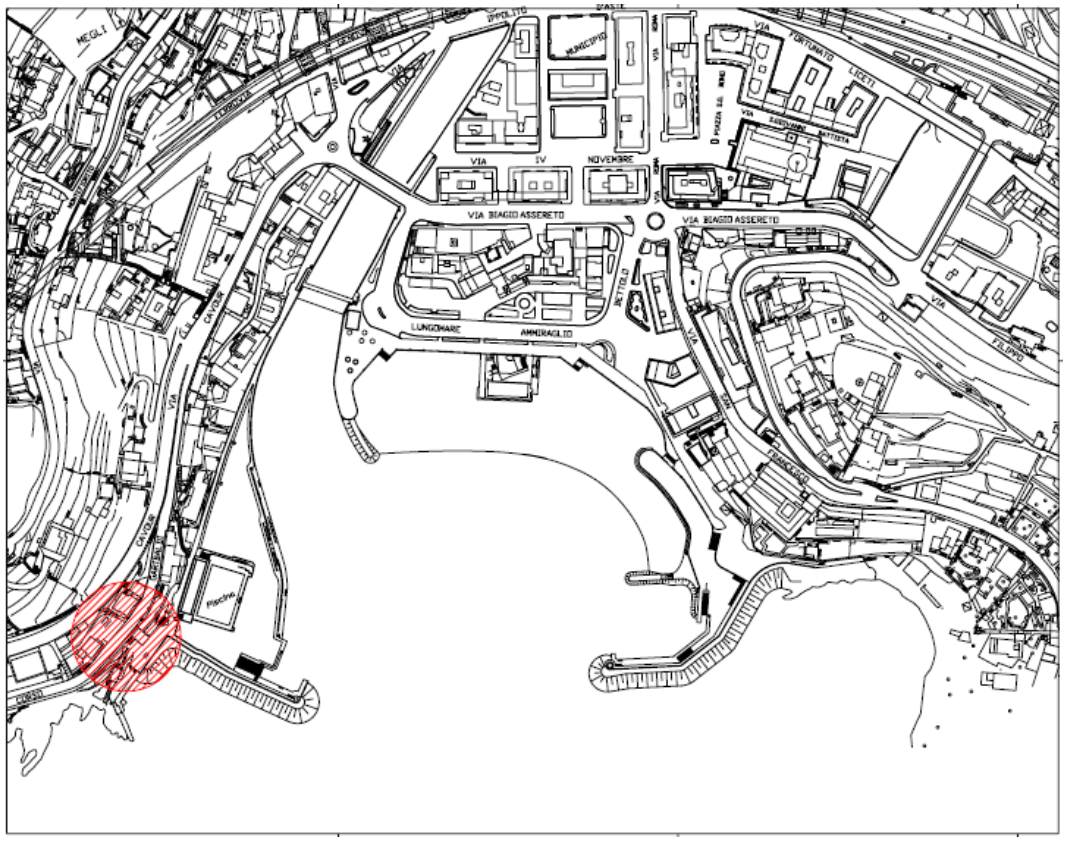


Figura 1 – Corografia

La galleria che ospiterà gli impianti del depuratore sbocca all'aperto in corrispondenza del molo prospiciente Punta Sant'Anna dove il progetto localizza il camino (Fotografia 2).

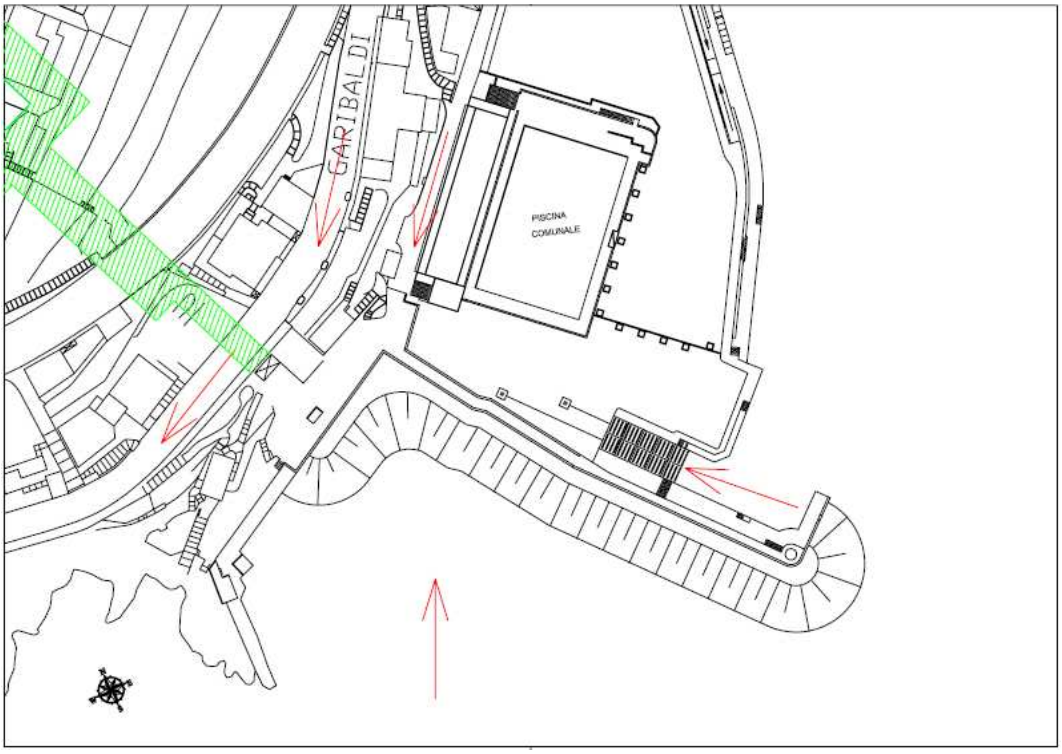


Figura 2 – Posizione della galleria all'interno della collina.

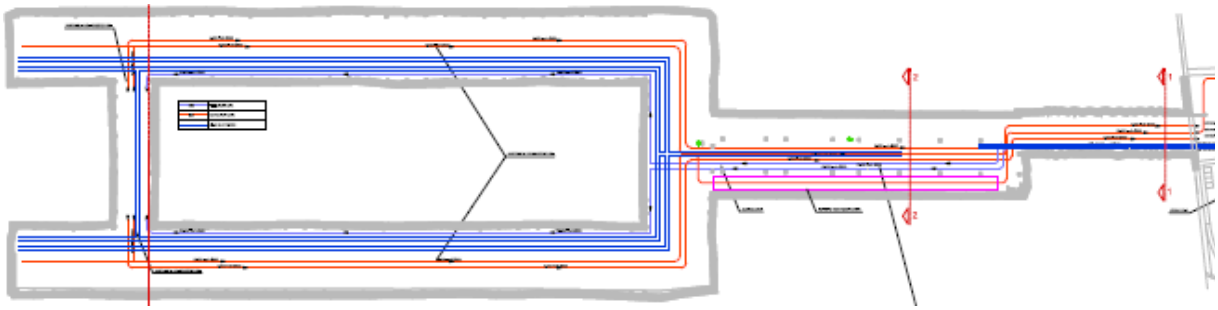


Figura 3 – Corpo dell'impianto di depurazione in galleria.

Le diverse proposte progettuali, prevedono la costruzione di un locale tecnico in corrispondenza dell'ingresso della galleria. Tra le diverse proposte è stata scelta quella identificata come "Soluzione F" (Figura 4) che prevede, per la parte esterna la costruzione di un volume tecnico in corrispondenza della bocca d'ingresso della galleria che ospita gli impianti che costituiscono il senso proprio il depuratore.

La figura seguente, tratta dal disegno dell'Allegato 3.5 "Planimetria e Sezione Soluzione F" del Progetto Preliminare, mostra l'impronta dell'edificio tecnico all'ingresso della galleria.

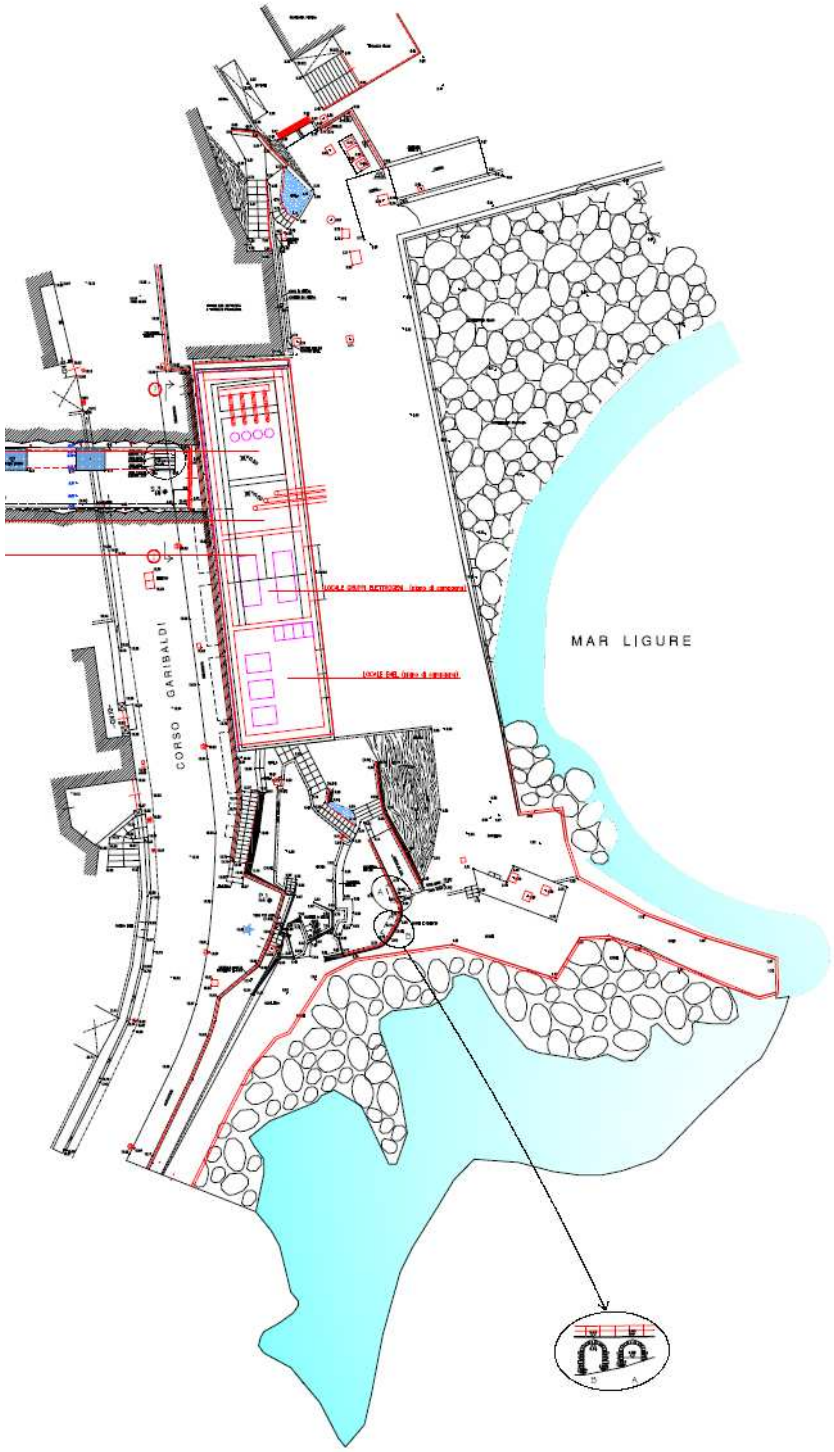


Figura 4 – Impronta dell'edificio che costituirà la chiusura della galleria.

Le fotografie seguenti illustrano, con un fotomontaggio, l'inserimento del volume tecnico nel contesto territoriale; si noti, in particolare, l'ubicazione del camino.



Fotografia 1 – Fotoinserimento dell'edificio davanti alla galleria. Vista dall'alto.



Fotografia 2 – Fotoinserimento dell'edificio davanti alla galleria. Vista frontale.

Per i dettagli si rimanda al Progetto Preliminare.

3 VALUTAZIONE

La valutazione utilizzando SCREEN3 si è articolata nelle seguenti attività:

1. inquadramento territoriale,
2. inquadramento meteoclimatico,
3. definizione dei dati di emissione,
4. individuazione dei limiti applicabili,
5. definizione dello stato attuale,
6. simulazioni.

3.1 Metodologia

Le “Linee guida per la selezione e l’applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell’aria” [5] fornisce utili indicazioni per la scelta del modello di dispersione atmosferica da utilizzare in relazione al tipo di scenario che si intende affrontare.

Prima di procedere oltre è opportuno sottolineare le seguenti considerazioni.

- L’orografia del sito è piatta entro le distanze coinvolte dal fenomeno: ciò permette di utilizzare un algoritmo di calcolo che rappresenta il pennacchio con una “gaussiana a 2 dimensioni”.
- In relazione al punto precedente, sono state utilizzate le funzioni σ_y e σ_z del pennacchio parametrizzate per l’ambiente **rurale** secondo Briggs [1].
- La valutazione è stata condotta in riferimento ad una fascia di territorio, a simmetria circolare centrata sull’emissione.
- I recettori delle simulazioni sono stati virtualmente posti ad un’altezza di 1,5 m dal terreno.
- Le funzioni σ_y e σ_z descrivono l’allargamento del pennacchio analogamente all’allargamento di una distribuzione gaussiana.

- Lo studio ha tenuto conto del fenomeno della cosiddetta fumigazione[1] che si innesca in prossimità dell'interfaccia terra-mare.

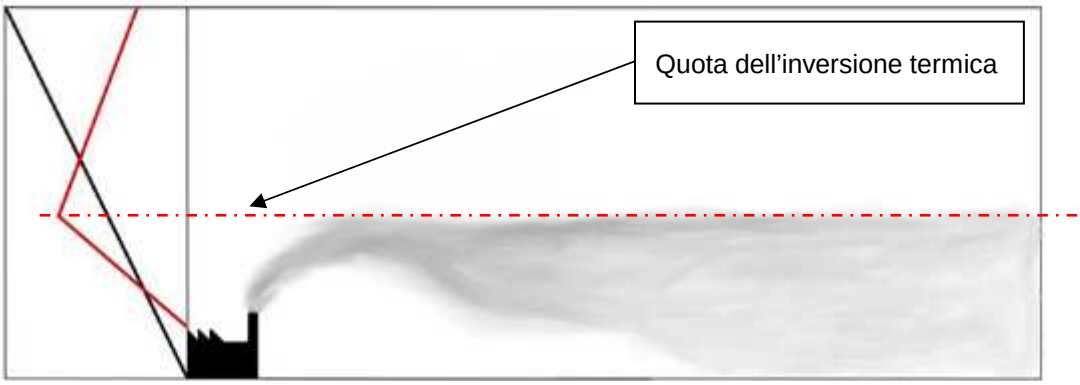


Figura 5 – Illustrazione schematica del fenomeno della "fumigazione".

3.2 SCREEN 3.0

3.2.1 Introduzione

Questo paragrafo riporta una breve descrizione del programma di simulazione numerica SCREEN3 utilizzato per la valutazione, a livello di *screening*, delle ricadute al suolo dei una sostanza odorosa dal camino dell'impianto di deputazione in progetto a Recco.

SCREEN3 è un modello si simulazione numerica, a livello di screening, proposto dall'agenzia statunitense per la protezione dell'ambiente (EPA, *Environmental Protection Agency*).

Il modello si avvale di un'interfaccia utente - Screen View™ - che ne semplifica l'utilizzo.

Si utilizza questo modello per due ragioni:

1. le portate in massa dell'impianto sono molto limitate,

[1] Il fenomeno della fumigazione (nella letteratura di settore si utilizza spesso l'espressione anglossassone **fumigation)** rappresenta la condizione dispersiva in cui la quota dell'inversione termica si trova al di sopra dell'emissione. Questa situazione sfavorisce la dispersione in quota e al di sotto dell'inversione termica si trova uno strato di *instabilità* che favorisce una dispersione a terra.

2. i dati meteorologici dell'area di riferimento che si possono reperire sono limitati al vento ed alla temperatura dell'aria; in particolare non sono disponibili dati locali sulla copertura del cielo, sulla classe di stabilità e sulla quota dell'inversione (Hmix).

La mancanza di un completo corredo di dati meteorologici, a carattere climatologico, non permette il ricorso a modelli di simulazione più complessi (Safe_Air, AUSTAL2000, …).

Il modello SCREEN3 può essere usato per stimare le concentrazioni nel caso peggiore livello del suolo per una singola fonte, nonché le concentrazioni nella zona di cavità, e le concentrazioni a causa di inversione *break-up* e fumigazione litoranea. SCREEN3 è la versione di *screening* del più noto modello ISC3 e permette di valutare la necessità di realizzare più approfondite e complesse simulazioni che richiedono dati meteoclimatici più strutturati e complessi di quelli necessari a SCREEN3.

3.2.2 Descrizione

Il modello di dispersione in atmosfera SCREEN è stato sviluppato per fornire un rapido metodo per la stima delle concentrazioni. Queste stime sono basate sui contenuti del documento "*Screening Procedures for Estimating The Air Quality Impact of Stationary Sources*" (EPA 1995). SCREEN3, versione 3.0 del programma originario SCREEN, è un programma monosorgente in grado di eseguire simulazioni orarie, o a breve termine (*short-term*), utilizzando le modalità di calcolo previste dalle procedure di screening dell'EPA.

Le principali caratteristiche di SCREEN3 sono le seguenti:

- stima delle concentrazioni massime al suolo e della distanza dalla sorgente;
- inclusione degli effetti di:
  - *building downwash* nel calcolo del massimo delle concentrazioni sia nella regione vicina della scia sia nella parte lontana della scia;
  - *fumigation*
- considerazione di una vasta gamma di condizioni meteorologiche, tra cui tutte

le classi di stabilità e velocità del vento.

- calcolo delle concentrazioni nelle zone di ricircolo (sottovento);
- calcolo della concentrazione dovuta alla fumigazione presso le aree litoranee;
- calcolo delle concentrazioni per inversione (*break-up*);
- valutazione degli effetti dovuti all'elevazione del terreno sulle concentrazioni massime;
- inclusione degli effetti di dispersione dovuta al galleggiamento del pennacchio.
- calcolo della massima concentrazione in corrispondenza di un numero qualsiasi di distanze specificate dall'utente;
- calcolo degli effetti di riflessioni multiple del pennacchio contro lo strato di inversione
- calcolo delle concentrazioni in condizioni di limitata miscelazione.

Nonostante che SCREEN3 sia un modello a singola-sorgente, esso può essere utilizzato, in determinate situazioni (si veda il documento "*Screening Procedures for Estimating The Air Quality Impact of Stationary Sources*"), per l'impatto del modello da più sorgenti. In particolare, ciò è possibile per le sorgenti che emettono lo stesso inquinante da più camini, con caratteristiche geometriche simili e che sono nel giro di circa 100 metri l'uno dall'altro.

3.3 Inquadramento meteoclimatico

Uno studio che riguarda la dispersione di un inquinante in atmosfera non può prescindere dal un inquadramento meteoclimatico dell'area di interesse.

Tale inquadramento si basa sui dati di uno studio [9] fatto realizzare a suo tempo dalla Regione Liguria. Lo studio citato suddivide la Liguria in otto aree omogenee dal punto di vista climatico e per ciascuna della quali fornisce una serie di dati meteoclimatici. Le tabelle seguenti riassumono i dati meteoclimatici tratti dal documento citato che si riferiscono alla zona climatica "Liguria di Levante" che fa specifico riferimento alla Riviera di Levante.

classe di stabilità	A	B	C	D	E	F+G	Totale
Frequenza	30	80	60	479	95	256	1000
%	3.0%	8.0%	6.0%	47.9%	9.5%	25.6%	
Temperatura minima	18	18	15	12	4	2	℃
Temperatura massima	21	20	18	14	6	4	℃

Tabella 1 – Frequenze annuali delle classi di stabilità per l'area climatica di interesse e temperature medie[9].

La tabella seguente riporta la climatologia anemologica

Intensità Direzione	< 0,5 m/s	(1,0÷2,0) m/s	(2.5÷3.5) m/s	(4,0÷6,0) m/s	(6,5÷11,5) m/s	>12,0 m/s	
N	3.167%	1.000%	2.483%	1.250%	0.183%	0.000%	**8.1%**
NE	3.167%	0.333%	1.500%	1.333%	0.417%	0.033%	**6.8%**
E	3.167%	0.100%	0.300%	0.017%	0.017%	0.000%	**3.6%**
SE	3.167%	2.233%	4.683%	1.283%	0.283%	0.017%	**11.7%**
S	3.167%	6.450%	11.700%	1.900%	0.117%	0.017%	**23.4%**
SW	3.167%	3.300%	4.517%	0.983%	0.150%	0.000%	**12.1%**
W	3.167%	1.567%	1.483%	0.233%	0.000%	0.000%	**6.5%**
NW	3.167%	6.350%	15.850%	2.550%	0.033%	0.000%	**28.0%**
	25.3%	**21.3%**	**42.5%**	**9.6%**	**1.2%**	**0.1%**	**100%**

Tabella 2 – Anemologia [9].

I grafici delle figure seguenti illustrano i dati numerici della Tabella 2.

Il grafico della figura seguente mostra che i venti prevalenti spirano dai quadranti meridionali e dal quadrante di Nord-Ovest. Il vento di NO (Maestrale) spinge le emissioni verso sud, quindi verso il mare; i venti dai quadranti meridionali – Scirocco (S-SE) e Libeccio (SW) – spirano verso terra e sono potenzialmente sfavorevoli all'impatto delle emissioni del Progetto.

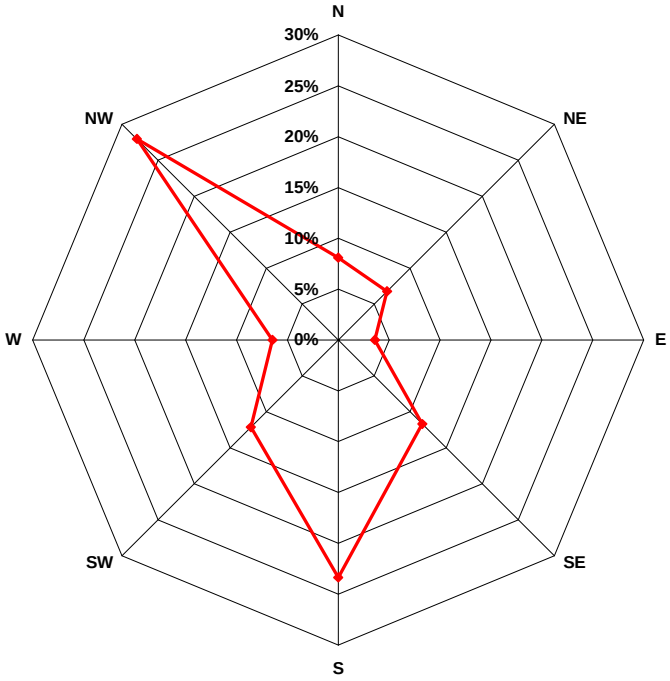


Figura 6 - Rosa dei venti.

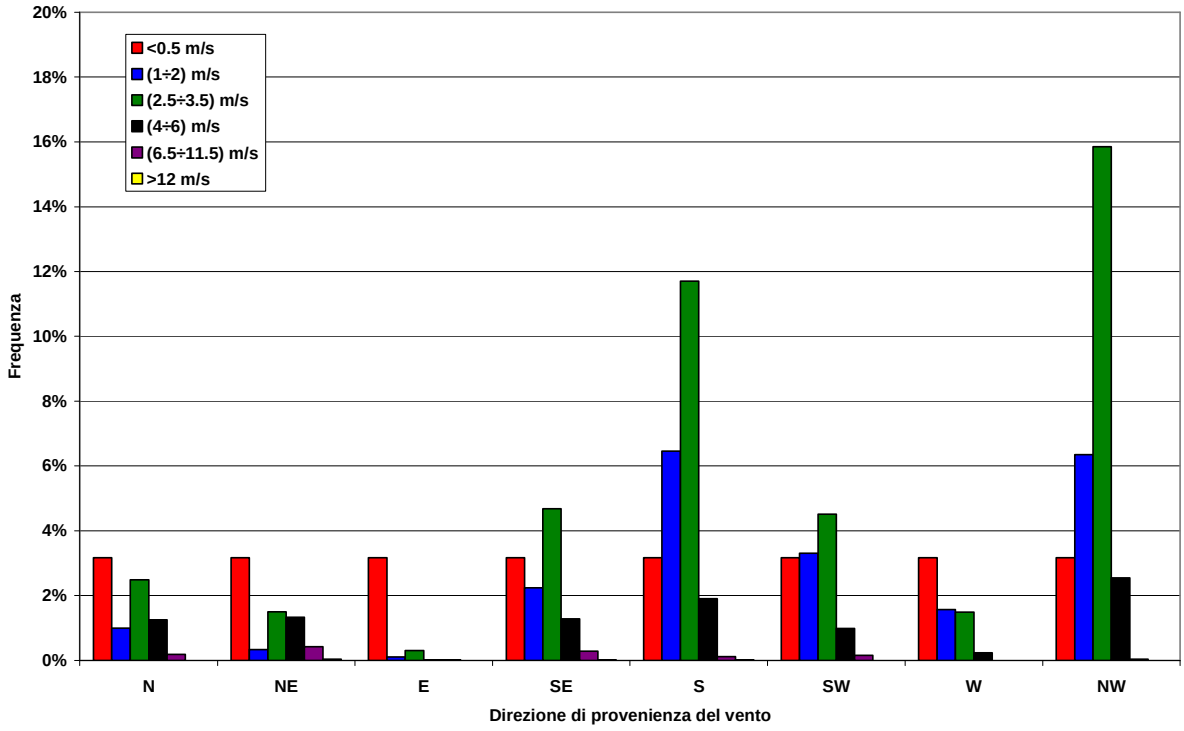


Figura 7 – Intensità del vento in funzione della direzione di provenienza.

La tabella seguente riassume schematicamente lo stato dell'atmosfera in funzione delle condizioni del vento e di insolazione, secondo la descrizione di Pasquill.

vento (m/s)	Condizioni diurne Insolazione			Condizioni notturne Copertura nuvolosa	
	Forte	Media	Debole	Nuvoloso (> 4/8)	Sereno (< 4/8)
< 2	A	A ÷ B	B	--	--
2 ÷ 3	A ÷ B	B	C	E	F
3 ÷ 4	B	B ÷ C	C	D	E
4 ÷ 6	C	C ÷ D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

Tabella 3 – Definizione delle classi di stabilità atmosferica secondo Pasquill.

SCREEN3 considera una anemologia completa per classe di stabilità secondo lo schema della figura seguente tratto dal manuale d'utilizzo del programma.

Pasquill-Gifford Stability Class	10-Meter Wind Speed (m/s)												
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	8.0	10.0	15.0	20.0
A	√	√	√	√	√								
B	√	√	√	√	√	√	√	√	√				
C	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
D	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
E	√	√	√	√	√	√	√	√	√				
F	√	√	√	√	√	√	√						

Figura 8 – Anemologia per classe di stabilità. (da Manuale Utente di SCREEN3).

Le tabelle riportano i dati climatici che hanno permesso di individuare le condizioni meteorologiche più sfavorevoli per lo scopo dello studio.

3.4 Risultati delle simulazioni

Le simulazioni sono state condotte considerando per ciascuna classe di stabilità atmosferica una temperatura di riferimento (Tabella 1). Ciascuna classe di stabilità atmosferica è caratterizzata da specifici regimi di vento (Tabella 3) che SCREEN3 considera come schematizzato nella Figura 8.

I risultati delle simulazioni sono valori di concentrazione al suolo – i recettori sono stati posti a 1,5 m s.l.s.) – in funzione della distanza dalla base del camino, indipendentemente dalla direzione del vento che non rientra nella legge gaussiana di dispersione in atmosfera (Appendice 1).

3.4.1 Dati di emissione

I dati che descrivono l'emissione, tratti dal Progetto, sono riassunti nelle tabelle seguenti.

Parametro	Valore
Altezza del camino (ipotesi progettuali)	
h10	10 m
h15	15 m
h20	20 m
h25	25 m
Diametro equivalente	1,0 m
Temperatura dell'emissione	(15 – 20) °C
Portata volumetrica alla temperatura di emissione (T_e = 88 °C)	30.000 m^3/h

Tabella 4 – Dati si emissione di progetto

Uno degli scopi delle simulazioni è individuare la portata in massa dell'"inquinante odorigeno" tra quelli presenti nell'emissione tipica dell'impianto. In effetti, le sostanze odorigene che si trovano nell'emissione di un impianto di depurazione possono essere più di una ed in parti variabili. La Tabella seguente riporta l'elenco delle sostanze emesse da altri impianti di depurazione che utilizzano la stessa tecnologia di quello previsto a Recco.

Sostanze odorigene presenti nell'emissione
Alogenoderivati
Azotati
Idrocarburi saturi
Idrocarburi insaturi
Idrocarburi aromatici
Ossigenati acidi
Ossigenati alcoli
Ossigenati aldeidi
Ossigenati chetoni
Ossigenati esteri
Altri ossigenati
Solforati tioli

Sostanze odorigene presenti nell'emissione
Solforati tioeteri
Altri solforati
Altri composti

Tabella 5 – Composizione tipica dell'emissione dell'impianto in progetto.

Val la pena precisare che non tutte le sostanze riportate nella Tabella 5 sono "odorose".

In genere per ogni sostanza odorigena o odorosa si indicano tre "valori soglia"

1. la soglia olfattiva bassa[2],
2. la soglia olfattiva alta,
3. la soglia olfattiva di riconoscimento.

Per poter valutare i risultati delle simulazioni si considerano i valori "soglia" dell'acido solfidrico (H_2S) sicuramente presente all'interno di un impianto di deputazione. I valori "soglia" tratti dalla letteratura [8] per l'acido solfidrico sono presentati nella seguente tabella

Concentrazione Soglia	in ppm	in mg/m^3	in µg/m^3
soglia olfattiva bassa	**0.0005**	**0,0007**	**0,7**
soglia olfattiva alta	0.0092	0,0140	14,0
soglia di riconoscimento	0,0047	0,0071	7,14

Tabella 6 – Soglie olfattive di riferimento per l'acido solfidrico.

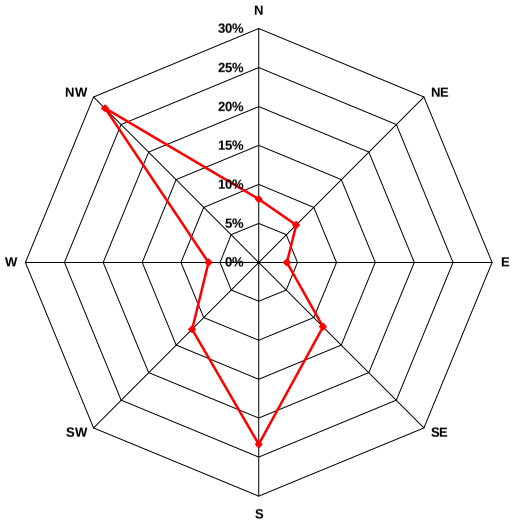
I risultati delle simulazioni sono confrontati il valore cautelativo rappresentato dalla "soglia olfattiva bassa".

Si consideri, comunque che la concentrazione al suolo simulata con l'approccio "gaussiano" è lineare rispetto alla portata in massa il che permette di "scalare" i risultati

[2] La "soglia olfattiva bassa" è la concentrazione a cui il 10% di un *panel* standard di persone, rappresentante della popolazione umana, può percepire il caratteristico odore della sostanza odorosa.

delle simulazioni della stessa percentuale di massa “non odorosa” considerata. In termini più espliciti, se le sostanze odorose sono il 50% della portata in massa considerata allora i valori simulati si possono ridurre anch’essi del 50%.

Le simulazione presentate sono una parte di quelle effettivamente realizzate: esse si riferiscono ad una portata in massa di circa 3 g/h. Sarà un obiettivo dei progettisti garantire questa portata in massa per la frazione odorigena dell’emissione.



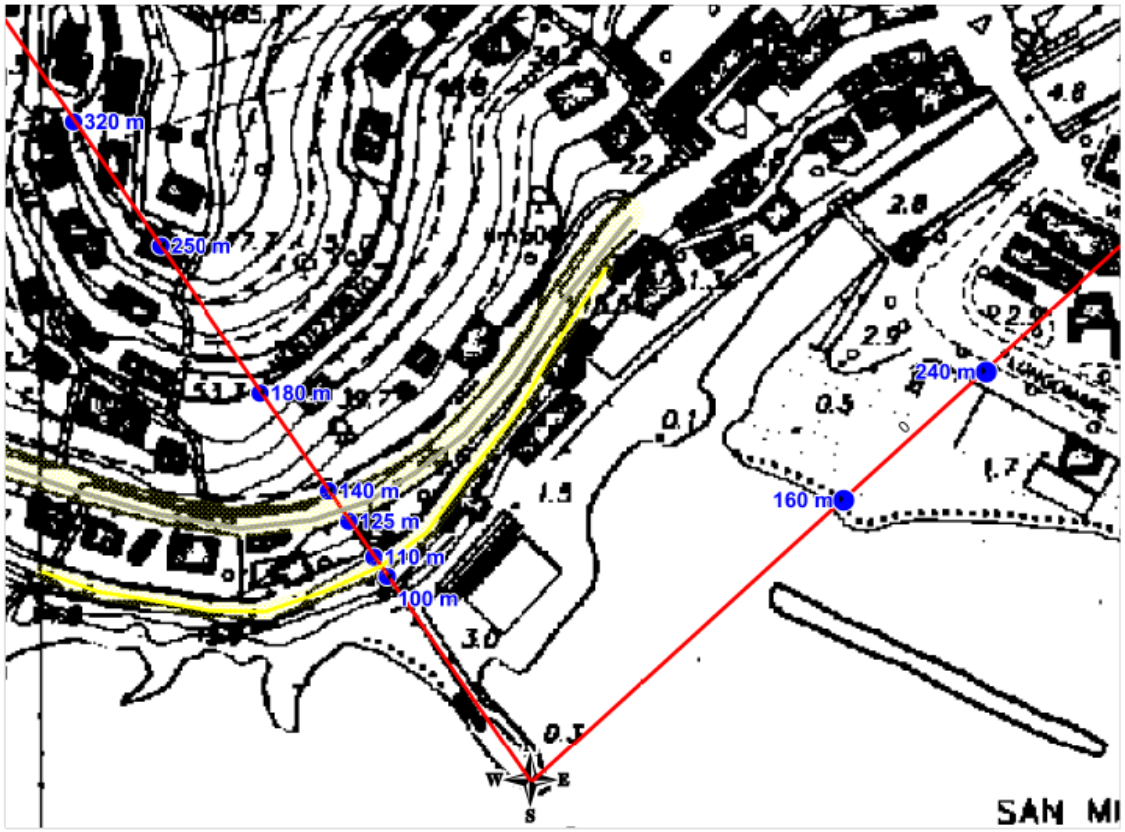


Figura 9 – Direttrici delle simulazioni.

I grafici che illustrano i risultati delle simulazioni riportano l'andamento schematico del profilo dell'orografia lungo la sezione di (Figura 9) e la concentrazione al suolo (a 1.5 m s.l.s.) in funzione della distanza dalla sorgente.

Ogni rappresentazione grafica si riferisce o ad una determinata situazione meteorologica ovvero a complesso delle situazioni meteorologiche, omogenee rispetto alla classe di stabilità atmosferica, infatti, per ogni classe di stabilità sono implicitamente determinate le velocità del vento congruenti ad essa secondo gli schemi della Tabella 3 e della Figura 8.

La direzione del vento non è considerata esplicitamente intendendo che i risultati sono riferibili a qualunque direzione del vento dato che questa grandezza è ininfluente rispetto alla legge gaussiana di dispersione.

Le simulazioni eseguite sono identificate da un codice che le riferisce all'altezza del camino considerato.

I risultati delle simulazioni sono espressi in microgrammi al metro cubo ($\mu g/m^3$).

3.4.2 Simulazioni per i venti da S e SW

I venti che spirano dai quadranti meridionali, verso quelli settentrionali, tendono a trasportare l'emissione del camino verso la spiaggia ed il centro urbano di Recco. In questa direzione non vi è alcun dislivello orografico: il pennacchio emissivo non incontra alcun ostacolo e la dispersione si realizza su "terreno piatto".

La Tabella 2, che riproponiamo qui di seguito per chiarezza, riporta la statistica dell'anemologia; essa indica che la percentuale dei venti meridionali da S e da SW ammonta a circa il 35% della statistica climatologica.

Intensità / Direzione	< 0,5 m/s	(1,0÷2,0) m/s	(2.5÷3.5) m/s	(4,0÷6,0) m/s	(6,5÷11,5) m/s	>12,0 m/s	Totali
N	3.167%	1.000%	2.483%	1.250%	0.183%	0.000%	**8.1%**
NE	3.167%	0.333%	1.500%	1.333%	0.417%	0.033%	**6.8%**
E	3.167%	0.100%	0.300%	0.017%	0.017%	0.000%	**3.6%**
SE	3.167%	2.233%	4.683%	1.283%	0.283%	0.017%	**11.7%**
S	3.167%	6.450%	11.700%	1.900%	0.117%	0.017%	**23.4%**
SW	3.167%	3.300%	4.517%	0.983%	0.150%	0.000%	**12.1%**
W	3.167%	1.567%	1.483%	0.233%	0.000%	0.000%	**6.5%**
NW	3.167%	6.350%	15.850%	2.550%	0.033%	0.000%	**28.0%**
Totali	**25.3%**	**21.3%**	**42.5%**	**9.6%**	**1.2%**	**0.1%**	**100%**

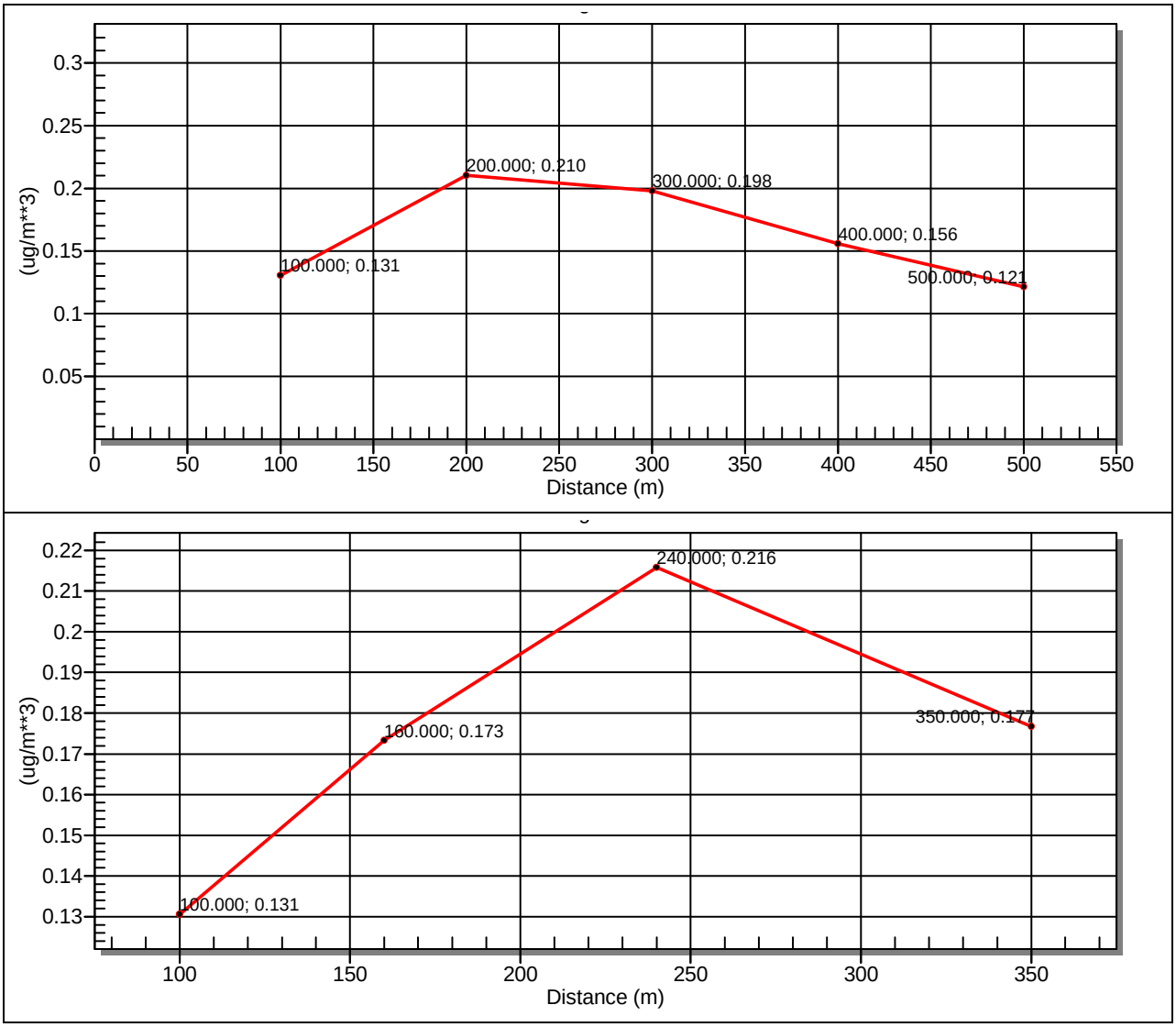


Figura 10 – Simulazione H10_ALL.

I risultati relativi alla configurazione con il camino alto 10 m sono ampiamente al di sotto del valore della “soglia olfattiva bassa” (0,7 µg/m^3) utilizzato come riferimento della valutazione.

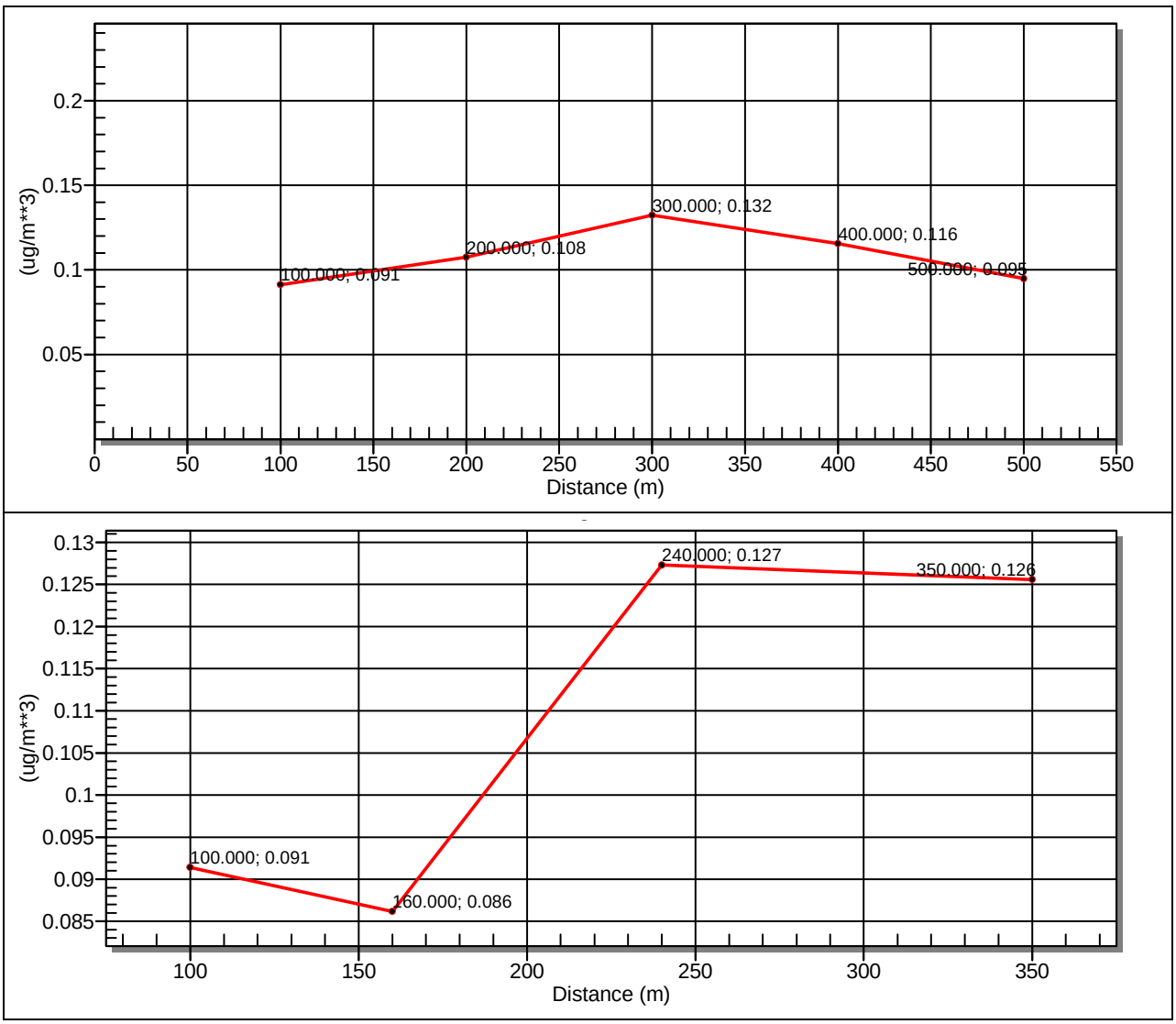


Figura 11 – Simulazione H15_ALL.

I risultati relativi alla configurazione con il camino alto 15 m sono ampiamente al di sotto del valore della “soglia olfattiva bassa” (0,7 µg/m^3) utilizzato come riferimento della valutazione.

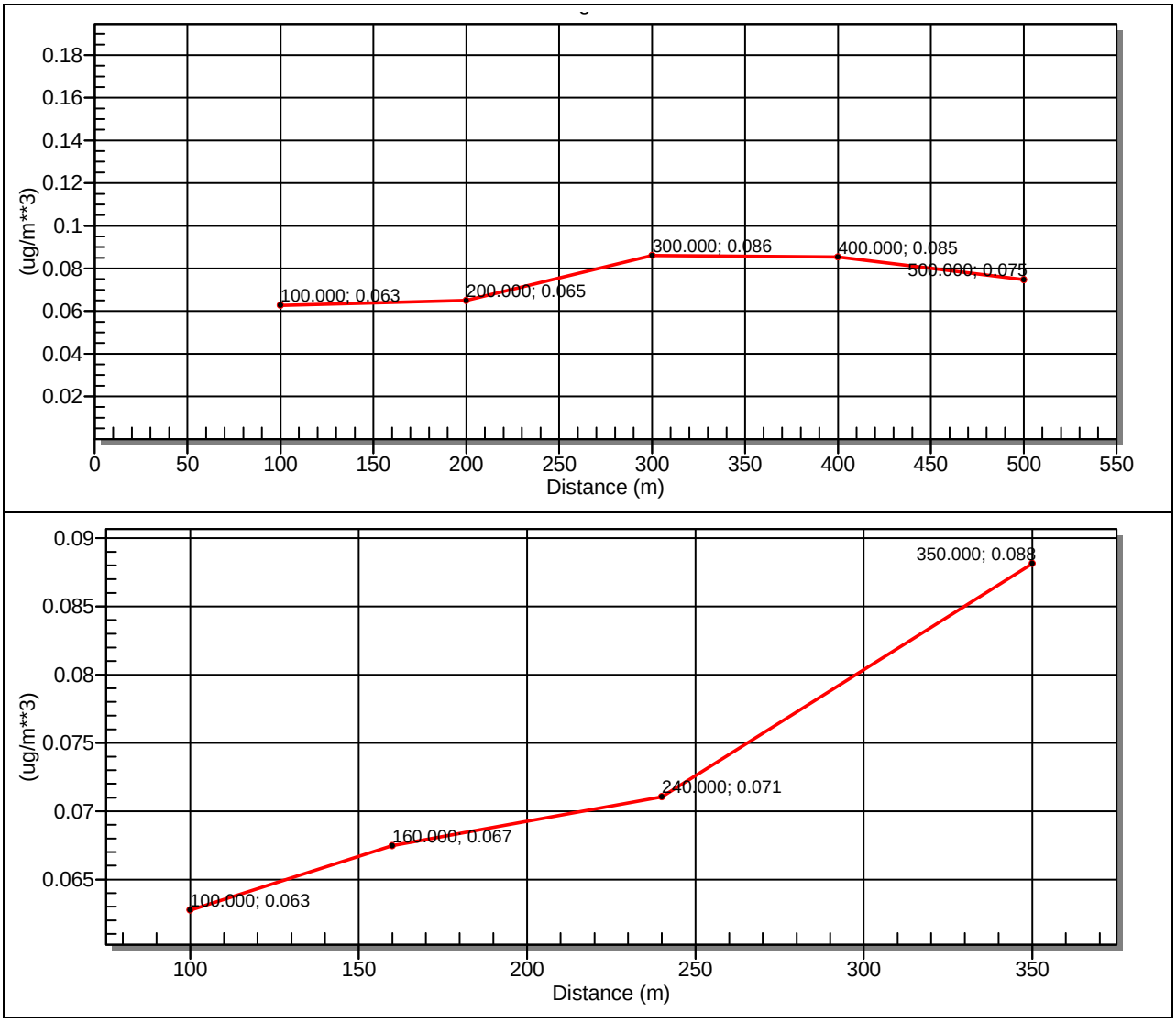


Figura 12 – Simulazione H20_ALL.

Anche nel caso riferito all'ipotesi di camino alto 20 m, i risultati delle simulazioni sono ampiamente al di sotto del valore della "soglia olfattiva bassa" (0,7 μg/m^3) utilizzato come riferimento della valutazione.

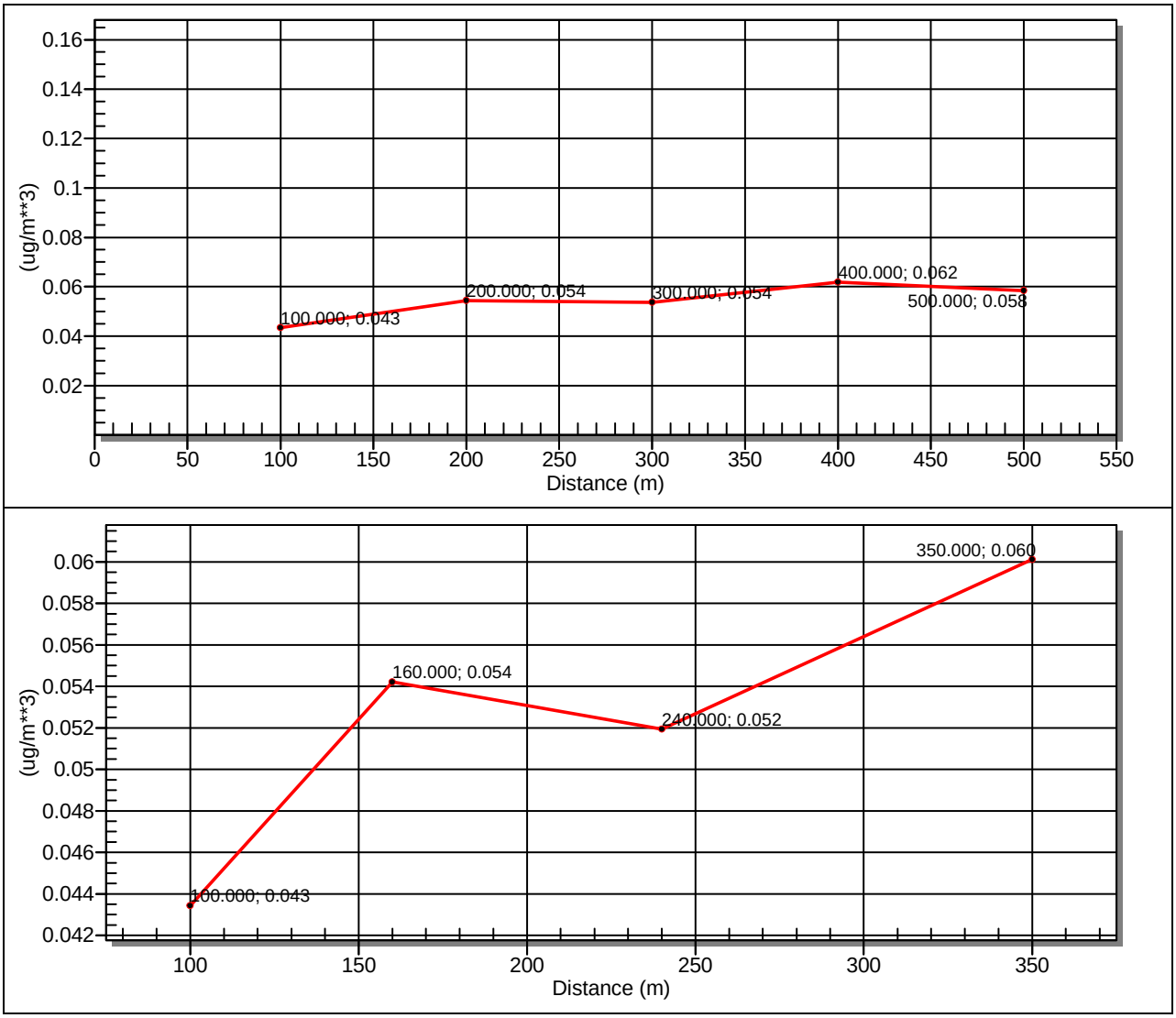


Figura 13 – Simulazione H25_ALL.

Infine, anche per l'ipotesi di camino alto 25 m, i risultati delle simulazioni sono favorevoli essendo al di sotto del valore della "soglia olfattiva bassa" (0,7 µg/m^3) utilizzato come riferimento della valutazione.

Le simulazioni indicano che nella del centro abitato di Recco e della sua spiaggia più centrale le concentrazioni al suolo, simulate, di "sostanza odorosa" forniscono valori molto al di sotto della cosiddetta "soglia olfattiva bassa" per l'acido solfidrico (H_2S).

3.4.3 Simulazioni lungo la direzione SE-NW

Il vento da SE (verso NW) trasporta le emissioni del camino, dalla sua posizione sull'apice del molo di Punta Sant'Anna, verso l'area costiera a ponente del centro

urbano di Recco. Si tratta di un'area dall'orografia complessa con quote di oltre 70 m s.l.m., quindi molto superiori alle dimensioni verticali del camino. In considerazione della limitata distanza tra il punto di emissione ed i potenziali recettori lungo la costa, questa direzione presenta una potenziale criticità.

La Tabella 2, che riproponiamo anche qui per chiarezza, indica che la percentuale dei venti meridionali da SE è di circa l'11% della statistica climatologica.

Intensità Direzione	< 0,5 m/s	(1,0÷2,0) m/s	(2.5÷3.5) m/s	(4,0÷6,0) m/s	(6,5÷11,5) m/s	>12,0 m/s	Totali
N	3.167%	1.000%	2.483%	1.250%	0.183%	0.000%	**8.1%**
NE	3.167%	0.333%	1.500%	1.333%	0.417%	0.033%	**6.8%**
E	3.167%	0.100%	0.300%	0.017%	0.017%	0.000%	**3.6%**
SE	3.167%	2.233%	4.683%	1.283%	0.283%	0.017%	**11.7%**
S	3.167%	6.450%	11.700%	1.900%	0.117%	0.017%	**23.4%**
SW	3.167%	3.300%	4.517%	0.983%	0.150%	0.000%	**12.1%**
W	3.167%	1.567%	1.483%	0.233%	0.000%	0.000%	**6.5%**
NW	3.167%	6.350%	15.850%	2.550%	0.033%	0.000%	**28.0%**
Totali	**25.3%**	**21.3%**	**42.5%**	**9.6%**	**1.2%**	**0.1%**	**100%**

In questa direzione si è ricostruita la "complessità orografica" del terreno con gli strumenti che mette a disposizione l'interfaccia utente di SCREEN3. Per quanto schematica sia la rappresentazione dell'orografia, in questo modo si è potuto calcolare la concentrazione al suolo dell'emissione odorosa tenendo conto dell'orografia.

I risultati sono illustrati con una schematica rappresentazione che mostra le concentrazioni al suolo in funzione della distanza dal camino con il riferimento de profilo orografico (ricostruito numericamente) della sezione di costa considerata.

Per facilitare la lettura dei grafici è messa in evidenza la posizione di Corso Garibaldi e della Via Aurelia.

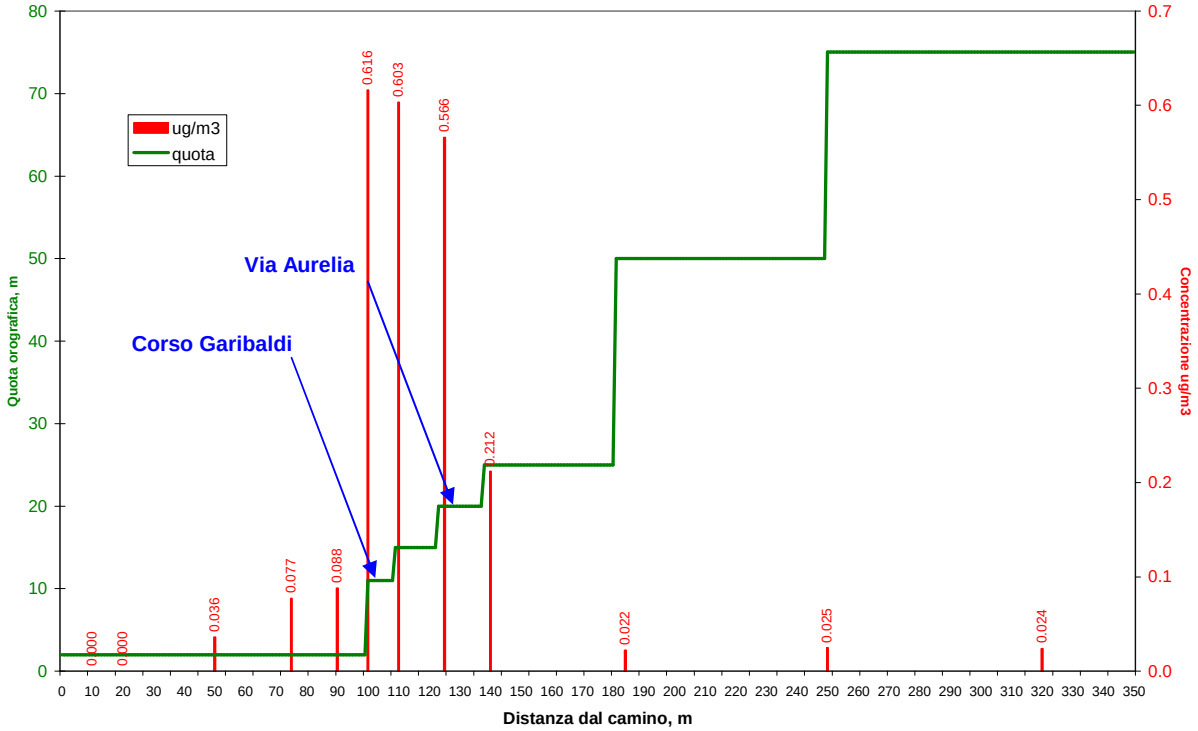


Figura 14 – Simulazione H10_ALL (concentrazioni in µg/m^3).

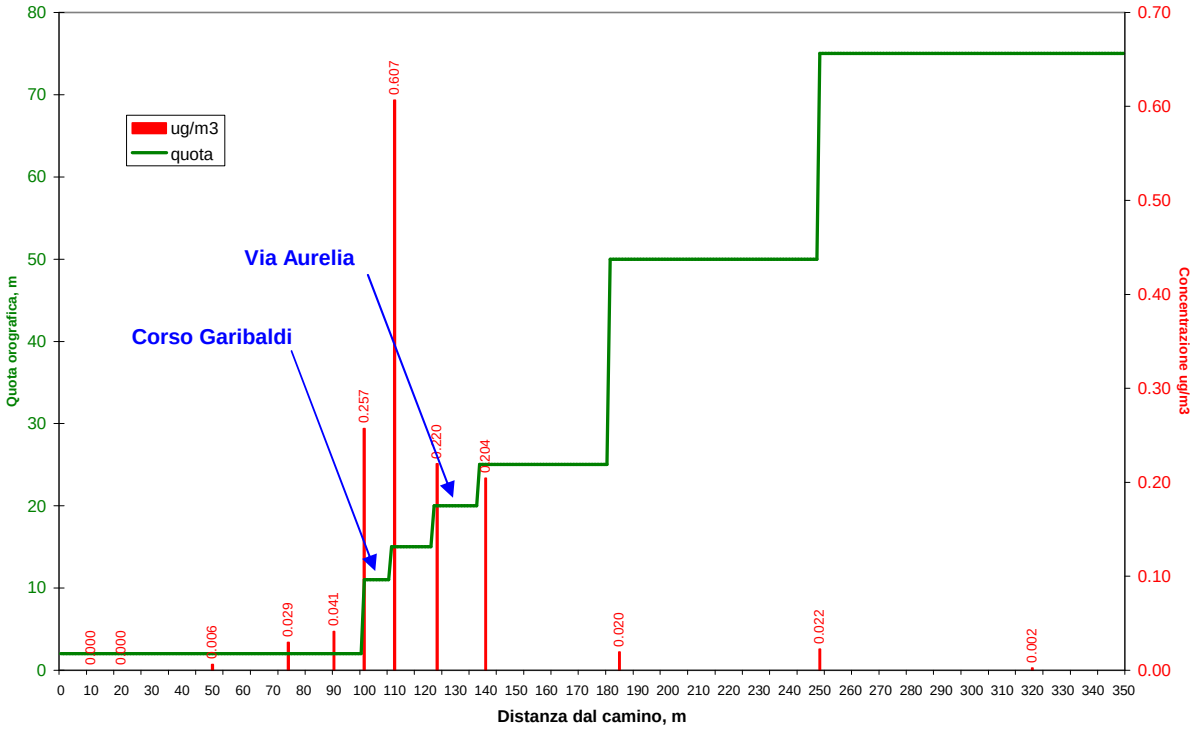


Figura 15 – Simulazione H15_ALL (concentrazioni in µg/m^3).

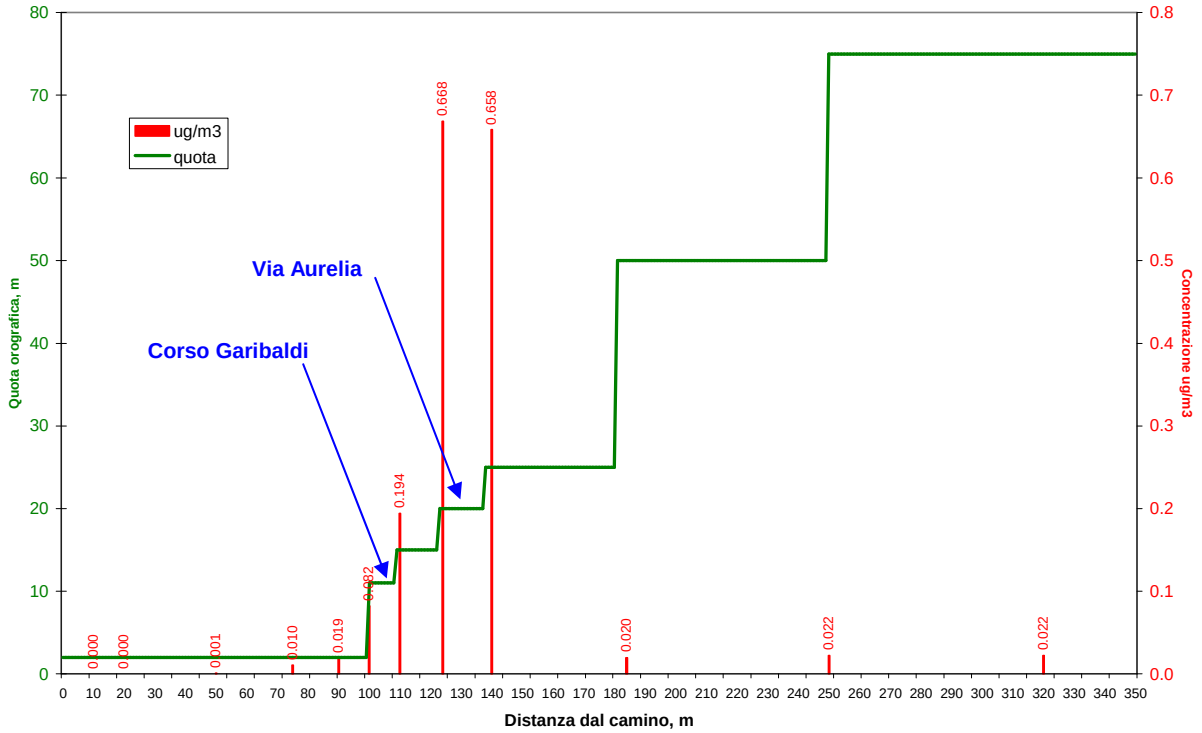


Figura 16 – Simulazione H20_ALL (concentrazioni in µg/m^3).

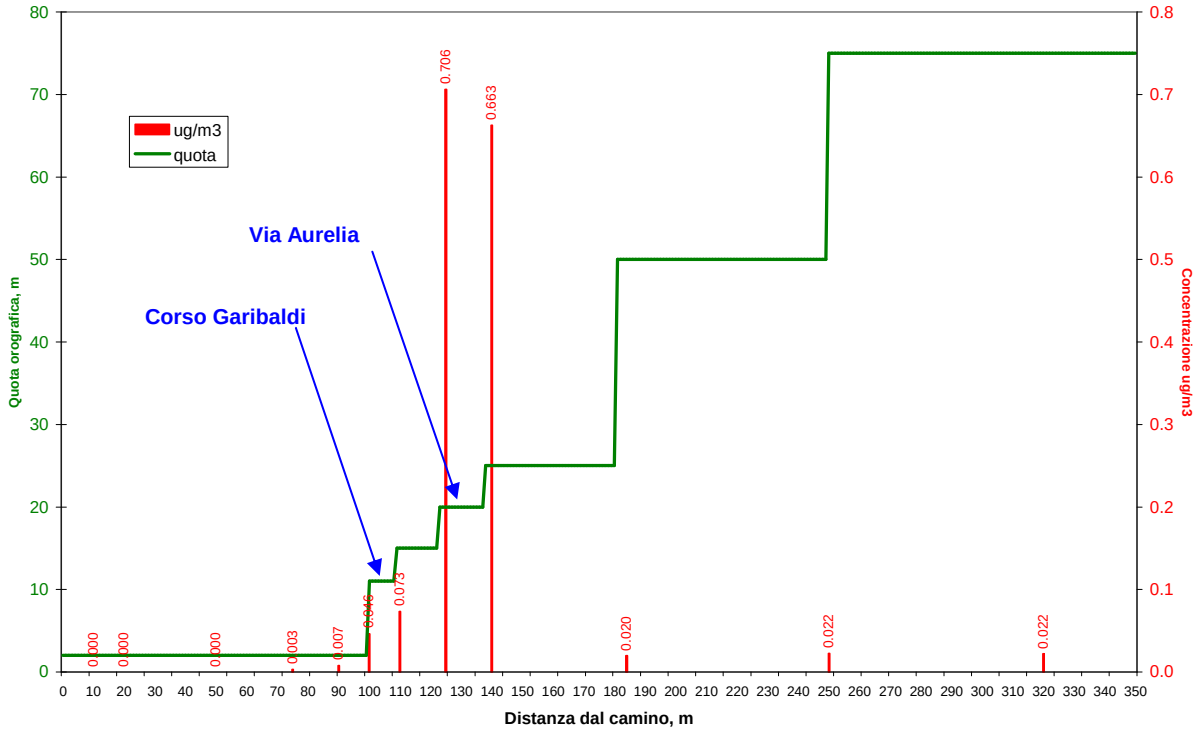


Figura 17 – Simulazione H25_ALL (concentrazioni in µg/m^3).

I risultati indicano che l'area che subisce l'impatto più significativo è quella che si trova tra Corso Garibaldi e la Via Aurelia. Qui la concentrazione simulata assume valori prossimi ma inferiori alla "soglia olfattiva bassa" per l'acido solfidrico.

4 CONCLUSIONI

Lo studio predittivo condotto a livello di *screening* utilizzando il noto programma SCREEN3 dell'agenzia statunitense per l'ambiente EPA, ha evidenziato che le ricadute al suolo della sostanza "odorigena" campione si mantiene al di sotto della "soglia olfattiva bassa" dell'acido solfidrico, valore soglia scelto come riferimento per valutare i risultati ottenuti.

Le simulazione presentate sono una parte di quelle effettivamente realizzate: esse si riferiscono ad una portata in massa di circa 3 g/h. Sarà un obiettivo dei progettisti garantire questa portata in massa per la frazione odorigena dell'emissione.

Se nella direzione del centro abitato di Recco, le concentrazioni sono lontane, almeno un ordine di grandezza, dal valore di riferimento, per le zone di ponente che si trovano sottovento rispetto ai venti che spirano dal quadrante di SE le concentrazioni al suolo simulate raggiungono valori di circa la metà della "soglia olfattiva bassa" che non viene superata. Se, ad esempio, si utilizzasse come termine di riferimento la "soglia di riconoscimento" allora i risultati delle simulazioni sono assolutamente confortanti.

I risultati delle simulazioni necessitano delle seguenti considerazioni e precisazioni:

1. i risultati riportati vanno riferiti alle percentuali di occorrenza dei regimi anemologici riferiti alla direzione di provenienza del vento; quindi le situazioni potenzialmente critiche si limitano alle percentuali di occorrenza del vento nelle direzione indicata;
2. la sostanza inquinante è una sostanza odorosa la cui percezione è definita per via statistica: anche se la "soglia olfattiva bassa" non è superata, non può essere escluso che soggetti particolarmente sensibili possano percepirne la presenza
3. per valutare i risultati delle simulazione è stata scelta cautelativamente il valore cautelativamente più basso che si riferisce al 10% della popolazione e non

ritiene conto dell'effetto competitivo di altre sostanze odorigene eventualmente presenti nell'aria.

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA SIGE S.r.l.

Dott. Alfonso Pavone



BIBLIOGRAFIA

[1] AA.VV., CTR vettoriale 3D (scala 1:5000) in formato DXF – Tavole 228 041, 228 042, 228 043 e 228 044, Servizi Informatici Territoriali e Ambientali Regionali della Regione Liguria

[2] Briggs G. A., 1973, *Diffusion Estimation for Small Emission*, ATDL Contribution File N.79, Atmospheric Tubolence and Diffusion Laboratory.

[3] Brode, R.W., 1991. A Comparison of SCREEN Model Dispersion Estimates with Estimates From a Refined Dispersion Model. Seventh Joint Conference on Applications of Air Pollution Meteorology with A&WMA., 93-96.

[4] Hanna S.R., Briggs G.A., Hosker R.P., 1982. *Handbook on atmosferic diffusion*, DOE/TIC-11223, Department of Energy, Washington DC (USA).

[5] Lollobrigida F., Brusasca G., Clemente M., Deserti M., Desiato F., Lena F., Tinarelli G., Zanini G., 2001, *Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione amtosferica per la valutazione della qualità dell'aria*, RTI CTN_ACE 4/2001, Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente – Dip. Stato dell'Ambiente, Controlli e Sistemi Informatici – Centro Tematico Nazionale Aria Clima Emissioni, Roma.

[6] Petrarca S., Spinelli F., Cogliani E., Mancini M., 1999, Profilo climatico dell'Italia – Volume 1: Valle d'Aosta, Piemonte, Liguria, ENEA, Roma.

[7] Ruth J.H., 1986. Odor thresholds and irritation levels of several chemical substances, American Industrial Hygiene Association.

[8] Ruth J.H., 1986. Odor thresholds and irritation levels of several chemical substances, American Industrial Hygiene Association.

[9] S. Farruggia, A. Conte, O. Frumento, M. Galluzzi, C. Ratto, Studio sulle informazioni meteoclimatiche esistenti in relazione al territorio ligure, finalizzato agli studi relativi al trasporto ed alla diffusione degli inquinnati atmosferici, Rapporto tecnico, Contratto di Ricerca Regione Liguria/CAP Gemini Sysgen, Genova, Novembre 1992.

[10] Schulman,L.L. and Scire, J.S., 1993. Building Downwash Screening Modeling for the Downwind Recirculation Cavity. Air and Waste., August, 1122-1127.

[11] Turner, D. B., 1964. *A Diffusion Model for an Urban Area*. Journal of Applied Meteorology, 3, 83-91.

[12] Turner, D.B., 1970. *Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates*. Revised, Sixth printing, Jan. 1973. Office of Air Programs Publication No. AP-26.

[13] U.S. Environmental Protection Agency, 1977. *Guidelines for Air Quality Maintenance Planning and Analysis*, Volume 10 (Revised): Procedures for Evaluating Air Quality Impact of New Stationary Sources. EPA-450/4-77-001 (OAQPS Number 1.2-029R), Research Triangle Park, NC.

[14] U.S. Environmental Protection Agency, 1987a. *Guideline On Air Quality Models*

(Revised) and Supplement A. EPA-450/2-78-027R. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC.

[15] U.S. Environmental Protection Agency, 1987b. *Analysis and Evaluation of Statistical Coastal Fumigation Models*. EPA-450/4-87-002. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC.

[16] U.S. Environmental Protection Agency, 1995 Screening Procedures for Estimating the Air Quality Impact of Stationary Sources, Revised, EPA-454/R-92-019. U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, NC 27711.

[17] U.S. Environmental Protection Agency, 1995. SCREEN3 Model User's Guide, EPA-454/B-95-004. U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, NC 27711.

[18] U.S. Environmental Protection Agency, 1995b. Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion Model User's Guide. EPA-454/B-95-003b. U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, NC 27711.

[19] U.S. Environmental Protection Agency, 1995c. Guideline On Air Quality Models (Revised), EPA-450/2-78-027R. U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, NC 27711.

APPENDICE 1 – MODELLO DI PENNACCHIO GAUSSIANO

Questa appendice tende a raccogliere e ordinare gli algoritmi utilizzati per la realizzazione dello studio. Le relazioni riportate sono tratte da uno dei testi fondamentali per affrontare il tipo di problemi proposti, si tratta dell'Handbook on Atmospheric Diffusion [13] edito dall'EPA (*Environment Protection Agency*), l'Agenzia federale statunitense per la protezione dell'ambiente.

Se si considera un sistema di riferimento la cui origine coincide con la base della sorgente, l'asse *z* è coincidente con lo sviluppo del camino, l'asse *x* coincide con la direzione di propagazione del vento e *y* è la direzione trasversale all'asse di propagazione del pennacchi, allora la concentrazione C è data dalla formula seguente:

$$C(\vec{r}) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_h \sigma_z} \exp\left[-\frac{y_r^2}{2\sigma_h^2}\right] \exp\left[-\frac{(z_s + \Delta h - z_r)^2}{2\sigma_z^2}\right] \qquad \text{(Eq. 1)}$$

dove:

- *C* è la concentrazione di inquinante nel punto recettore (x_r, y_r, z_r)
- *Q* [mg/s] è la portata in massa dell'effluente inquinante,
- σ_h e σ_z sono le deviazioni standard della distribuzione *C* nella direzione orizzontale (piano *xy*) e verticale (piano *xz*),

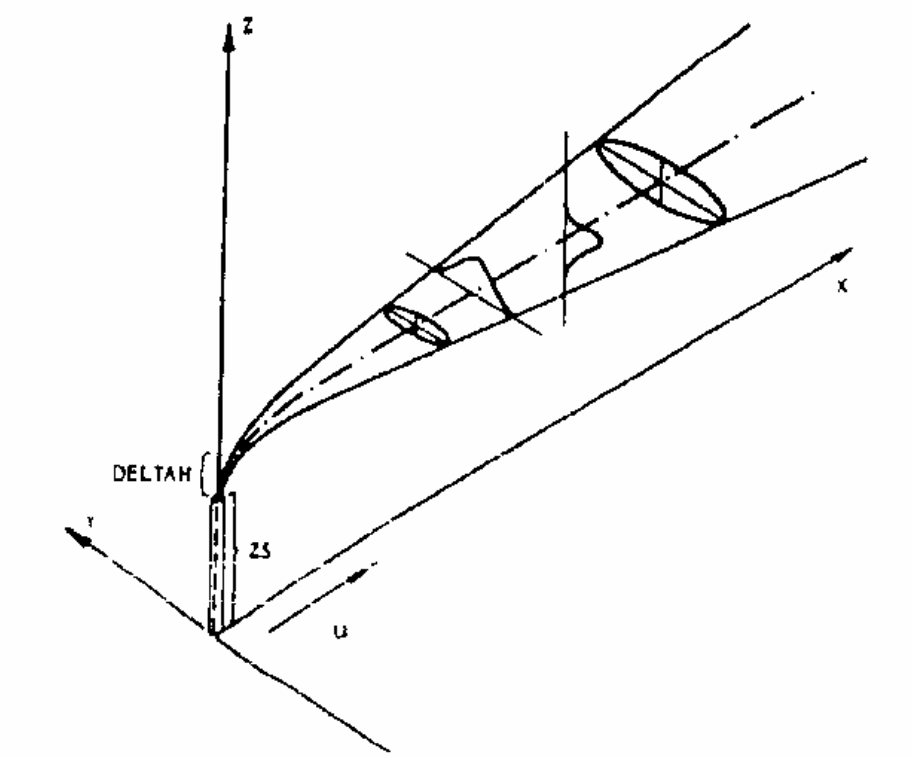


Figura 18 – Il modello gaussiano del pennacchio.

- *h* è l'altezza effettiva del pennacchio, cioè e la somma dell'altezza fisica del camino più la risalita (*Δh*) dell'emissione dovuta ai processi legati all'emissione stessa (velocità di uscita dei fumi) ed allo stato turbolento dell'atmosfera che dipende dal suo stato termodinamico.

Funzioni σ di Briggs (urban σ-functions)

$$\sigma_y = ax(1+0.0004x)^{-0.5} \qquad \text{(Eq. 2)}$$

$$\sigma_z = bx(1+cx)^d \qquad \text{(Eq. 3)}$$

dove:

- *x* è la distanza [m] sottovento dalla sorgente, ricordiamo che si tratta della direzione di propagazione del vento;
- σ_y è la deviazione standard, in metri, della distribuzione orizzontale della concentrazione;

- σ_z è la deviazione standard, in metri, della distribuzione verticale della concentrazione;
- *c* è un coefficiente (espresso in m^{-1}) che dipende dalla stabilità atmosferica;
- *a, b, c* e *d* sono dei coefficienti adimensionali che dipendono anch'essi dalla stabilità atmosferica.

Classe di stabilità	*a*	*b*	*c*	*d*
A	0.32	0.24	0.0010	0.5
B	0.32	0.24	0.0010	0.5
C	0.22	0.20	0.0000	0.0
D	0.16	0.14	0.0003	-0.5
E	0.11	0.08	0.0015	-0.5
F	0.11	0.08	0.0015	-0.5
G	0.11	0.08	0.0015	-0.5

Tabella 7 – Coefficienti di Briggs per la determinazione delle funzioni σ.

APPENDICE 2 – GLI ODORI

L'odore costituisce sicuramente la forma più eclatante dell'inquinamento atmosferico, nel senso che essendo percettibile da un apparato di senso molto sensibile, costituisce un serio problema al benessere della popolazione, anche quando la concentrazione delle sostanze che lo generano non è tale da creare problemi apprezzabili alla salute come nel caso di specie.

L'odore è definito come la sensazione evocata dal cervello da alcune sostanze presenti nell'aria, che agiscono nei tratti superiori del naso. La sensazione può essere piacevole ed allora si definisce l'odore come profumo o può provocare repulsione o fastidio e si parla allora di odore nel senso comune del termine. Tale suddivisione in odore e profumo non è così netta: le sensazioni possono essere definite come odori da certe persone e profumi da altre ovvero la sensazione prodotta dalla stessa sostanza può essere diversa a seconda di vari fattori, ad esempio la concentrazione della sostanza e quindi l'intensità della sensazione.

L'intensità della sensazione odorosa varia a seconda delle condizioni di percezione e sulla base di particolari proprietà dell'olfatto, non solo generali, ma anche specifiche di una determinata persona, per cui la risposta allo stimolo è condizionata da una discreta componente soggettiva. Sottoposte alla stessa sostanza definita odorigena, in eguale concentrazione presente nell'aria, molte persone avvertiranno la sensazione, ma con gradi di intensità diversi sia qualitativamente ma anche quantitativamente.

Gli elementi che caratterizzano un odore sono quattro:

1. la soglia di identificazione,
2. l'intensità,
3. il tipo ovvero un termine descrittivo associato alla sostanza come, ad esempio, rancido, terroso, dolce, ecc.,
4. il carattere (piacevole, fastidioso, nauseante, sgradevole, ecc.).

Sui primi due elementi è opportuno spendere qualche parola in più. La soglia di identificazione è definita come la minima concentrazione alla quale la sostanza è non solo percepibile ma l'odore è qualitativamente identificato. La soglia di percezione dell'odore varia enormemente sino ad otto ordini di grandezza: si può passare dai 47 ppm dell'ammoniaca ai $1{,}0 \cdot 10^{-6}$ ppm dell'o-iodofenolo e dell'o-bromofenolo.

La soglia odorigena o olfattiva è definita come la concentrazione minima per cui tutta la popolazione esposta percepisce la sensazione odorosa.

Se ad un gruppo di osservatori si fanno annusare concentrazioni via via più elevare di una sostanza, si osserva:

- a basse concentrazioni della sostanza odorigena in aria, l'odore non è percepito;
- mano a mano che si aumenta la concentrazione vi è un intervallo di concentrazioni alle quali gli alcuni osservatori riconoscono (soglia di identificazione o soglia olfattiva bassa) la sostanza in modo non equivoco ripetendo l'annusamento;
- all'aumentare della concentrazione tutti gli osservatori avvertono la sensazione e la identificano (soglia odorigena o soglia alta); oltre questa concentrazione-soglia, l'intensità della sensazione aumenta distintamente; la soglia odorigena è quella che ha valenza ambientale.

Lo stimolo biologico di sensazione dell'odore, ovvero l'intensità dell'odore, è, in prima approssimazione, funzione scalare di tipo esponenziale della concentrazione che lo provoca secondo la seguente relazione.

$$I = kC^n \qquad \text{(Eq. 4)}$$

dove:

– I è l'intensità dello stimolo olfattivo in una scala arbitraria,

– C è la concentrazione,

– k è una costante di scala che dipende dal tipo di sostanza,

– n dipende anch'essa dal tipo di sostanza e varia nell'intervallo (0,2 ÷ 0,8).

Esistono, ovviamente altre relazioni matematiche, anch'esse di tipo empirico che non si riportano in questa sede per brevità.

Un'ultima nota riguarda la distanza alla quale un odore può essere percepito. Tale distanza dipende dalla quantità della sostanza odorigena immessa nell'ambiente, dalla soglia di olfattività e dalle caratteristiche fisiche dell'Atmosfera che determinano i processi dispersivi (trasporto e diffusione).