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 LeRapallo: 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, 26 marzo 2015

N rif.

REGIONE LIGURIA

Comune di Altare

Provincia di Savona

Proponente

Vetreria Etrusca S.r.l.

Procedura di Screening Ambientale

Allegato

Valutazione predittiva d'impatto sulla qualità dell'aria

"Studio diffusionale delle emissioni dello stabilimento Vetreria Etrusca di Altare a seguito installazione di un secondo forno per la produzione di vetri extrabianchi"

Indice

1 Descrizione Generale ____ *3*

1.1 Il modello di simulazione ____ **5**

1.1.1 Modelli di screening ____ 5

1.1.2 SCREEN 3 ____ 6

2 Valutazione ____ *12*

2.1 Inquadramento territoriale ____ **12**

2.2 Inquadramento meteoclimatico ____ **15**

2.3 Dati di emissione ____ **17**

2.4 Quadro normativo: limiti e valori di riferimento ____ **19**

2.5 Simulazioni ____ **20**

2.5.1 Ossidi di Azoto (NOx) ____ 20

2.5.2 Ossidi di Zolfo (SOx) ____ 23

3 Conclusioni ____ *25*

Bibliografia ____ *26*

APPENDICE 1 – Modello Di Pennacchio Gaussiano ____ *28*

Funzioni σ di Briggs (urban σ-functions) ____ **29**

1 DESCRIZIONE GENERALE

L'ampliamento dell'insediamento industriale di Vetreria Etrusca consiste nel raddoppio dell'attuale impianto per la produzione di vetro speciale nel comparto del vetro cavo meccanico (bottiglie e vasi per alimenti) che è processualmente incentrato su di un impianto di stoccaggio e dosaggio materie prime, un forno fusorio per la produzione di vetro sodico – calcico, le macchine di formatura e controllo dei contenitori ed un magazzino prodotto finito per lo stoccaggio del prodotto.

L'insediamento è stato realizzato nel 1991 in località Isolagrande del Comune di Altare (SV) e ammodernato nel 2009.

La Figura 1 illustra la posizione dell'impianto nel contesto territoriale.

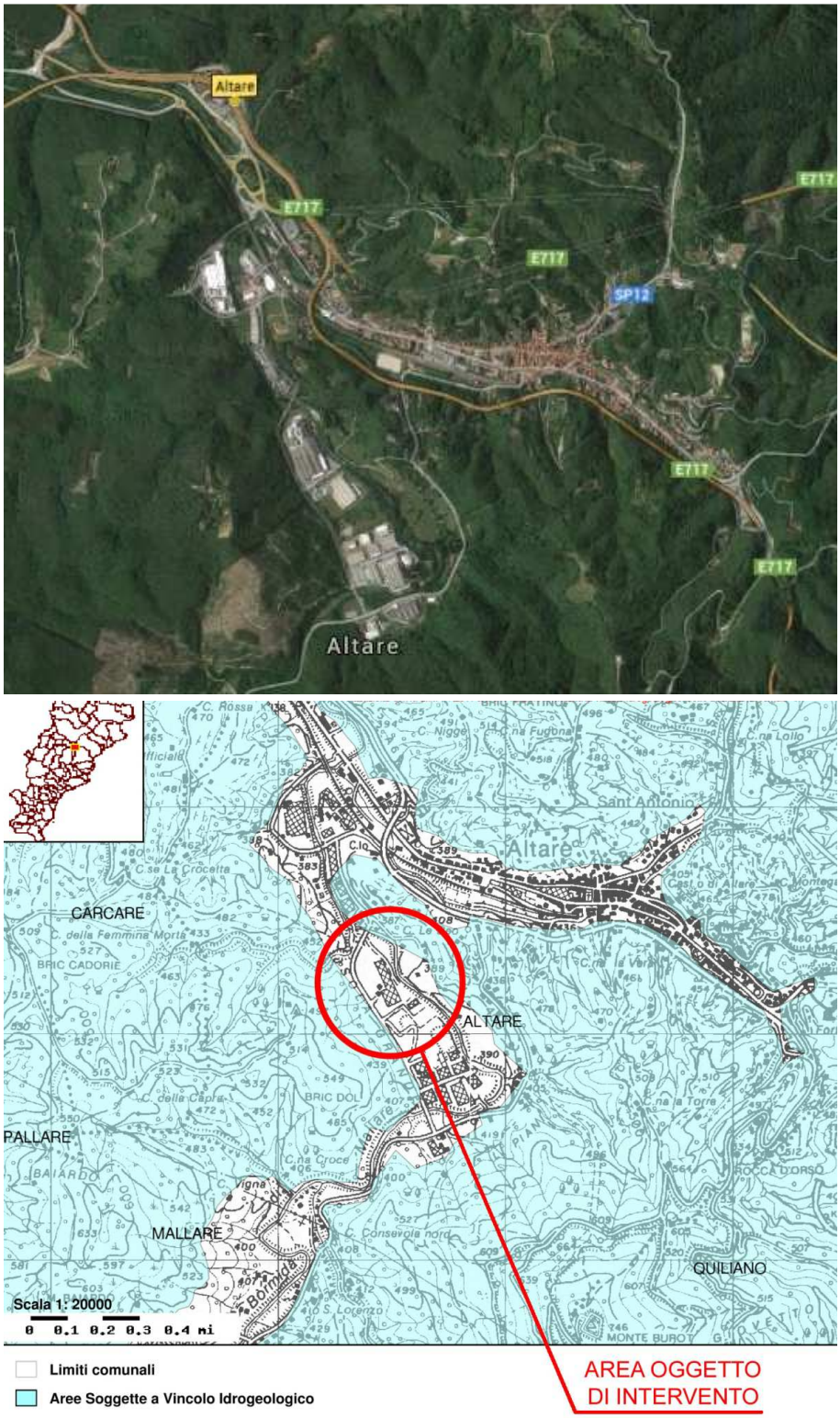


Figura 1 – Area oggetto dell'intervento.

Il progetto prevede l'ampliamento dell'impianto di stoccaggio e dosaggio delle materie prime esistente, la costruzione, in adiacenza al reparto esistente, di un nuovo

reparto produttivo costituito da forno fusorio, macchine di formatura contenitori e linee di controllo. L'intero reparto sarà ubicato all'interno di un nuovo capannone.



Figura 2 – Restituzione grafica dell'insediamento.

Per i dettagli si rimanda al Progetto Generale.

1.1 Il modello di simulazione

1.1.1 Modelli di screening

Il documento dell'APAT "Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria" [1] permette di scegliere la tipologia di modello numerico più opportuna in relazione allo specifico caso da valutare anche tenendo conto dei dati meteo climatici a disposizione.

I modelli di *screening* sono semplici modelli matematici, progettati per fornire risposte di massima a fronte di pochissimi ed essenziali dati di ingresso. Essi si basano su relazioni empiriche derivanti da esperienze sul campo oppure su simulazioni effettuate con modelli più complessi. Questi modelli calcolano le concentrazioni orarie in caso di condizioni meteorologiche tipiche e per un tipo di sorgente alla volta. Questo tipo di modelli non necessita di importanti risorse di calcolo e forniscono risultati in tempi relativamente brevi.

L’applicazione è economica ma l’obiettivo del calcolo è circoscritto a controllare la prossimità o meno delle concentrazioni ai limiti; solo in caso di non prossimità possono essere evitate ulteriori indagini.

I dati di ingresso necessari sono quelli relativi all’emissione e alla velocità del vento.

1.1.2 SCREEN 3

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).

SCREEN3 è un modello di dispersione in atmosfera del tipo a “pennacchio gaussiano” (si veda l’Appendice 1). Il programma fornisce il valore massimo della concentrazione al suolo per sorgenti puntuali, areali o volumetriche.

Si utilizza questo modello per due ragioni:

1. 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 (H_{mix});
2. la valutazione è richiesta a livello di screening
3. le portate in massa dell’impianto sono limitate,

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.

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;
- considerazione di una vasta gamma di condizioni meteorologiche, tra cui tutte le classi di stabilità e velocità del vento;
- 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;
- inclusione degli effetti di:
    - *building downwash* nel calcolo del massimo delle concentrazioni nelle zone di ricircolo sottovento (effetti di scia).
    - fumigazione[1] (*fumigation*, nella letteratura anglosassone) che si innesca in prossimità dell'interfaccia terra-mare.

[1] Il fenomeno della fumigazione 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 della quota dell'inversione termica si trova uno strato di *instabilità* che favorisce una dispersione a terra.

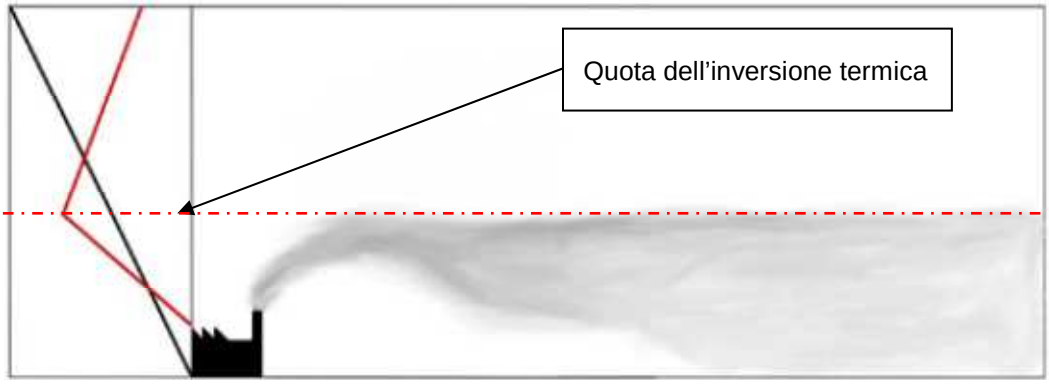


Figura 3 – Illustrazione schematica del fenomeno della "fumigazione".

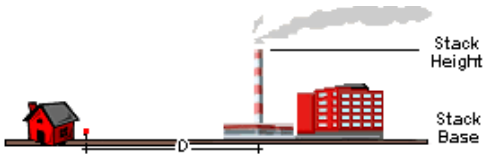
Inoltre, nonostante che SCREEN3 sia un modello a singola-sorgente, può essere utilizzato per l'impatto di emissioni da più sorgenti. In particolare, ciò è possibile per le sorgenti che emettono lo stesso inquinante da più camini, con caratteristiche geometriche simili e che sono nel giro di circa 100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

Infine, si ricorda che la concentrazione al suolo simulata con l'approccio "gaussiano" è lineare rispetto alla portata in massa (Appendice 1). Ciò permette di "scalare" i risultati delle simulazioni della stessa percentuale di massa inquinante considerata rispetto alla portata della sostanza campione considerata nelle simulazioni. In termini più espliciti, se la sostanza "B" ha una portata in massa minore del 50% della portata in massa della sostanza "A", allora i valori simulati si ridurranno anch'essi del 50%; la rappresentazione grafica dei risultati è la stessa, i valori numerici risultano scalati del rapporto tra la sostanza "A" e la sostanza "B".

1.1.2.1 Orografia

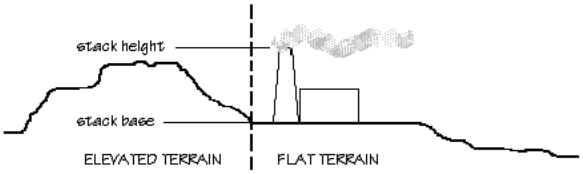
SCREEN3 ha tre modalità di valutare l'orografia:

1. Terreno con orografia "piatta" (*Flat Terrain*): i recettori si trovano ad una quota simili a quella della base della sorgente.

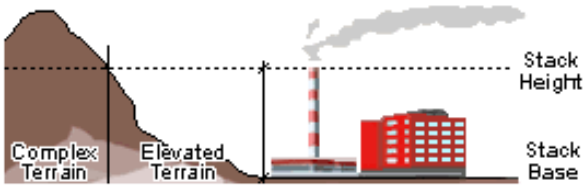


2. Terreno con orografia "elevata" (*Elevated Terrain*): i recettori si trovano a quote orografiche superiori alla base della sorgente, ma inferiori alla quota del

camino.



3. Terreno con orografia “complessa” (*Complex Terrain*): i recettori si trovano a quote orografiche superiori alla quota emissiva del camino.



1.1.2.2 Meteorologia di SCREEN3

SCREEN3 considera la meteorologia con tre differenti approcci:

- con meteorologia completa,
- secondo la classe di stabilità,
- per singola situazione meteorologica.

SCREEN3 considera un’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 4 – Anemologia per classe di stabilità. (dal Manuale Utente di SCREEN3).

La tabella della figura precedente illustra la modalità “Full Meteorology” che

permette di considerare in un unico lancio le 54 situazioni "tipiche" definite dalla classificazione di Pasquill della stabilità atmosferica[2].

Le classi di stabilità di Pasquill-Gifford rappresentano sei livelli di stabilità atmosferica. La stabilità atmosferica è importante perché da essa dipende la velocità e la modalità di dispersione degli inquinanti. Un aumento della turbolenza provoca una maggiore rapidità nella dispersione degli inquinanti rispetto alle condizioni di atmosfera stabile.

Classe	Valore	Descrizione
A	1	Molto instabile
B	2	instabile
C	3	debolmente instabile
D	4	neutra
E	5	debolmente stabile
F	6	stabile

Tabella 1 – Stabilità dei bassi strati dell'atmosfera.

- Le Classi di stabilità A, B e C si riferiscono a condizioni instabili e sono associati con una maggiore turbolenza.
- La Classe D indica condizioni neutre ed è associata con turbolenza generata meccanicamente
- Le condizioni stabili - classi di stabilità E ed F – si riferiscono a situazioni di turbolenza limitata o assente.

Questo tipo di approccio permette di considerare i "**casi peggiori**" in corrispondenza dei quali si hanno i massimi di concentrazione al suolo. Il brano

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

	Condizioni diurne Insolazione			Condizioni notturne Copertura nuvolosa	
vento (m/s)	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

seguente è tratto dal Manuale Utente del programma.

> ***Full Meteorology (All Stabilities and Wind Speeds):*** *All the meteorological combinations between stability classes and their associated wind speeds are considered to identify the "**worst case**" meteorological conditions, that is, the combination of wind speed and stability that results in the maximum ground level concentrations. The wind speed and stability class combinations used by the SCREEN model are given in the following table*

In altri termini, questo approccio fornisce, per ciascun punto considerato durante la simulazione, **il risultato peggiore** tra le 54 condizioni meteorologiche standard determinate dallo schema di Pasquill-Gifford.

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

2 VALUTAZIONE

La valutazione di impatto sulla qualità dell'aria, 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. simulazioni.

2.1 Inquadramento territoriale

Le simulazioni numeriche hanno riguardato una porzione di territorio attorno al sito di Vetreria Etrusca S.r.l. con un raggio di circa 1 km determinato sia tenendo conto dell'altezza della sorgente (30 m) sia di alcune simulazioni di *test* tese alla individuazione del massimo di ricaduta.

Dal punto di vista strettamente territoriale, il sito di vetri si trova in una piana avente circa orientamento NW-SE separata da un rilievo collinare dall'insediamento urbano di Altare.

Come si vedrà più avanti l'orientamento della piana è circa sovrapponibile alle direzioni prevalenti dei venti per l'area dell'entroterra savonese.

Per tener conto dell'orografia del terreno, le simulazioni sono state realizzate, a seconda dei casi, nelle tre differenti modalità di utilizzo permesse da SCREEN 3.0

- nella modalità "*Simple terrain*" indicata per le situazioni ad orografia semplice;
- nella modalità "*Elevated terrain*";
- nella modalità "*Complex terrain*" indicata per le situazioni ad orografia complessa.

Lungo l'asse NW-SE, rispetto alla posizione della sorgente, la situazione orografica è piuttosto semplice non presentando particolarità orografiche. In questo caso SCREEN3 è stato utilizzato nella modalità "*Simple terrain*".

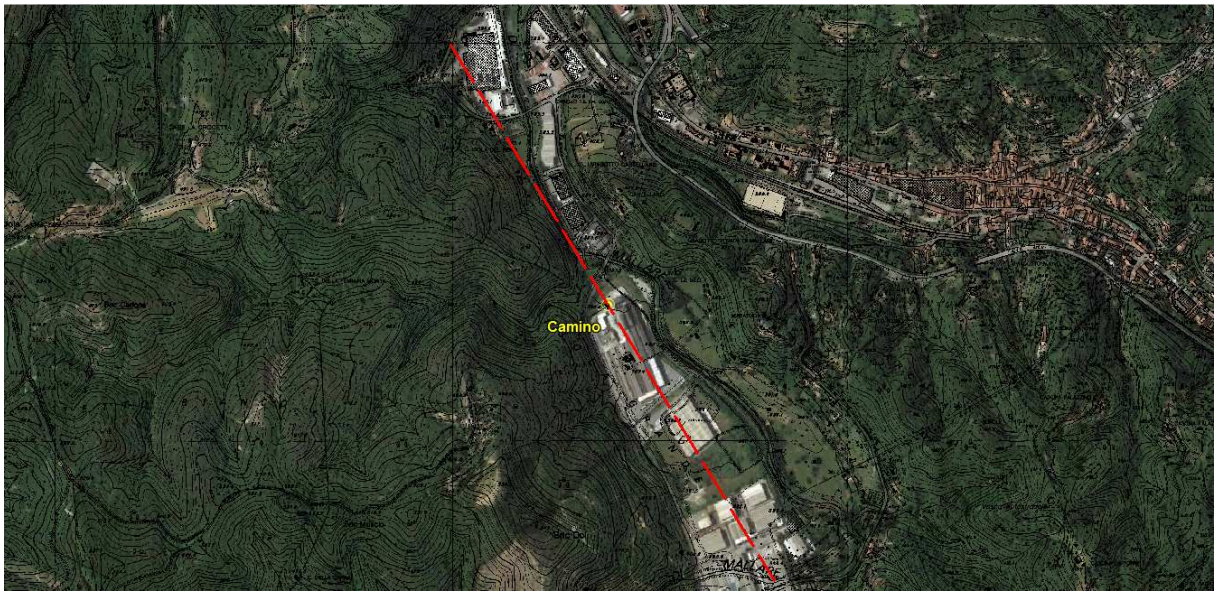


Figura 5 – Simulazione nella modalità "*Simple terrain*"

La figura seguente illustra la direzione di riferimento della simulazione in orografia complessa: SCREEN3 è stato utilizzato nelle modalità "*Elevated terrain*" e "*Complex terrain*".

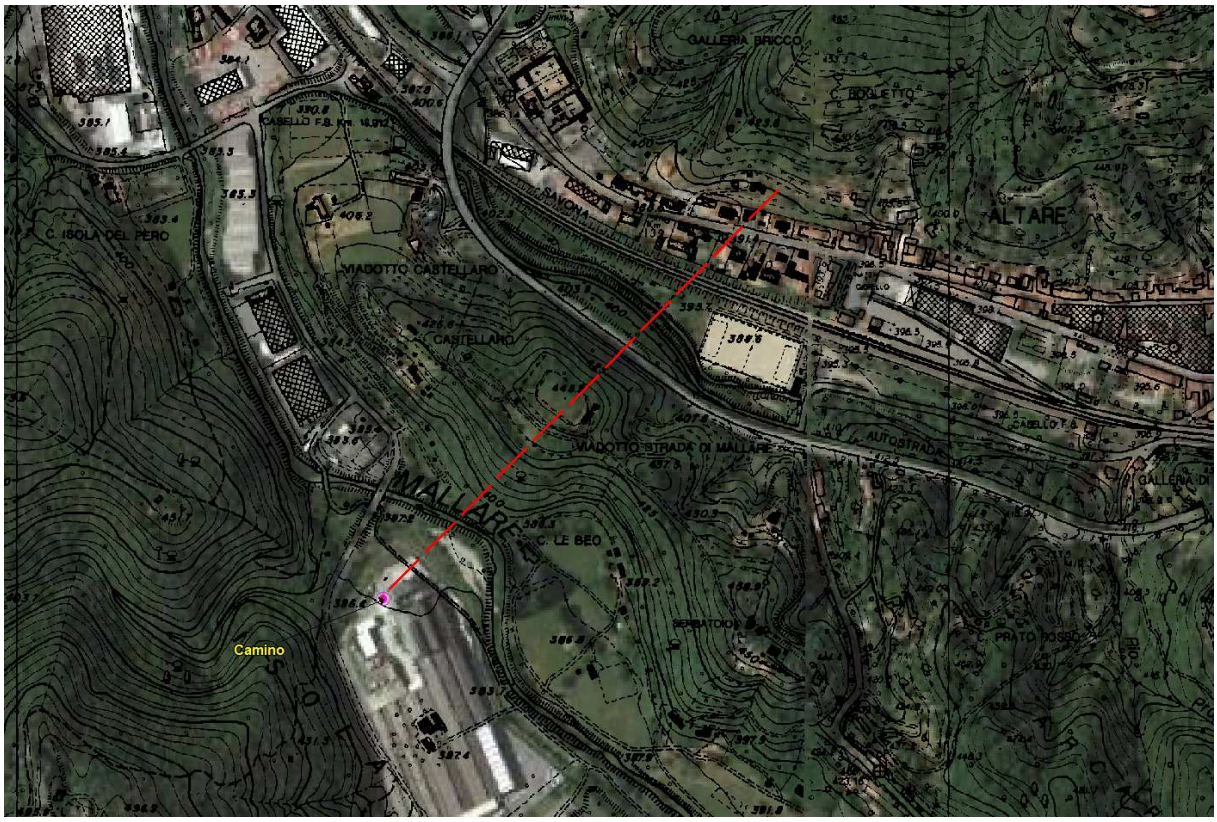


Figura 6 – Simulazione nella modalità "*Elevated terrain*" e "*Complex terrain*".

Le immagini seguenti illustrano il profilo orografico considerato nelle simulazioni nella direzione di minor distanza dal centro abitato di Altare. Non essendo in grado si simulare gli effetti orografici più complessi – scavalcamento e aggiramento dei rilievi orografici - non è possibile simulare le concentrazioni di inquinante sottovento ai rilievi.

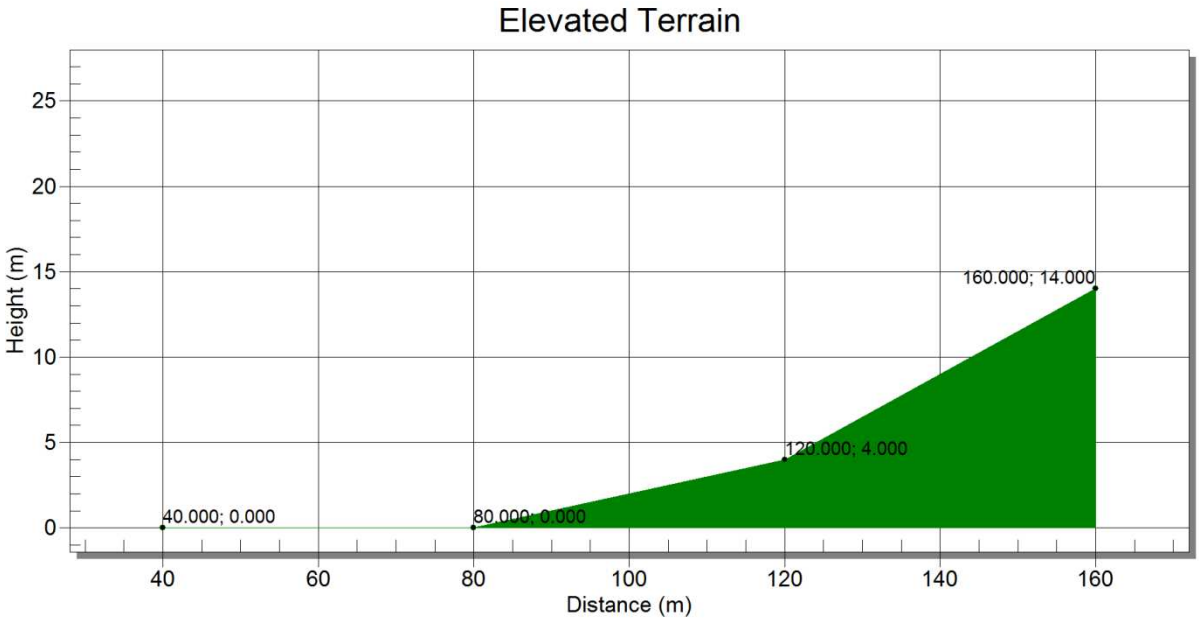


Figura 7 – Profilo del terreno in direzione di Altare. "*Elevated terrain*"

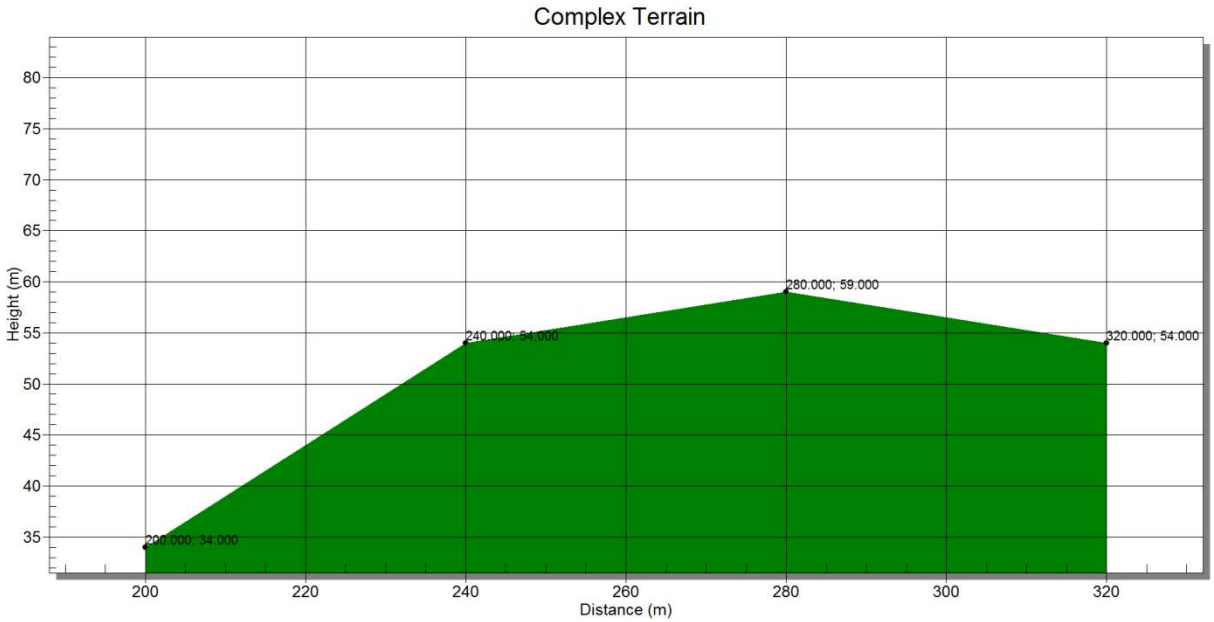


Figura 8 – Profilo del terreno in direzione di Altare. "C*omplex terrain".*

2.2 Inquadramento meteoclimatico

Si è già anticipato che, dal punto di vista merteoclimatico, le simulazioni sono state eseguite nella modalità “climatologica” (*Full Meteorology - All Stability Classes and Wind Speeds*) che comprende 54 situazione meteorologiche standard secondo la schematizzazione di Pasquill-Gifford.

Qui di seguito è succintamente descritto l’inquadramento meteoclimatico della valutazione. L’inquadramento si basa sui dati di uno studio [7] 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 dallo studio citato che si riferiscono alla zona climatica “Entroterra savonese” in cui ricade il territorio di Altare.

classe di stabilità	A	B	C	D	E	F+G	Totale
Frequenza (ore/anno)	531	796	372	3876	903	2283	8760
%	6%	9%	4%	44%	10%	26%	100%
Temperatura minima	15	12	8	6	3	0	°C
Temperatura massima	18	18	12	10	6	4	°C
Temperatura media	16.5	15	10	8	4.5	2	°C

Tabella 2 – Frequenze annuali delle classi di stabilità e temperature medie [7].

Le tabelle seguenti riportano la climatologia anemologica

Intensità (**m/s**) Direzione	**0,0÷0,5**	**1,0÷2,0**	**2,5÷3,5**	**4,0÷6,0**	**6,5÷11,5**	**>12,0**	**Ore/anno**
N	654	96	80	19	12	0	**862**
NE	662	137	117	31	0	0	**947**
E	654	292	380	100	16	12	**1453**
SE	653	69	81	3	1	0	**808**
S	650	8	0	23	0	0	**681**
SW	652	4	25	23	0	0	**704**
W	651	188	301	160	25	8	**1334**
NW	651	502	499	244	74	1	**1971**
Eventi anno	**5227**	**1296**	**1483**	**605**	**128**	**20**	**8760**

Tabella 3 – Eventi anemologici orari anno (da [7]).

Intensità (**m/s**) Direzione	**0,0÷0,5**	**1,0÷2,0**	**2,5÷3,5**	**4,0÷6,0**	**6,5÷11,5**	**>12,0**	**Ore/anno**
N	7.5%	1.1%	0.9%	0.2%	0.1%	0.0%	**9.8%**
NE	7.6%	1.6%	1.3%	0.4%	0.0%	0.0%	**10.8%**
E	7.5%	3.3%	4.3%	1.1%	0.2%	0.1%	**16.6%**
SE	7.5%	0.8%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	**9.2%**
S	7.4%	0.1%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	**7.8%**
SW	7.4%	0.0%	0.3%	0.3%	0.0%	0.0%	**8.0%**
W	7.4%	2.1%	3.4%	1.8%	0.3%	0.1%	**15.2%**
NW	7.4%	5.7%	5.7%	2.8%	0.8%	0.0%	**22.5%**
	59.7%	**14.8%**	**16.9%**	**6.9%**	**1.5%**	**0.2%**	**100.0%**

Tabella 4 – Statistica anemologica (da [7]).

Il grafico della figura seguente illustra i dati numerici della Tabella 3 e Tabella 4.

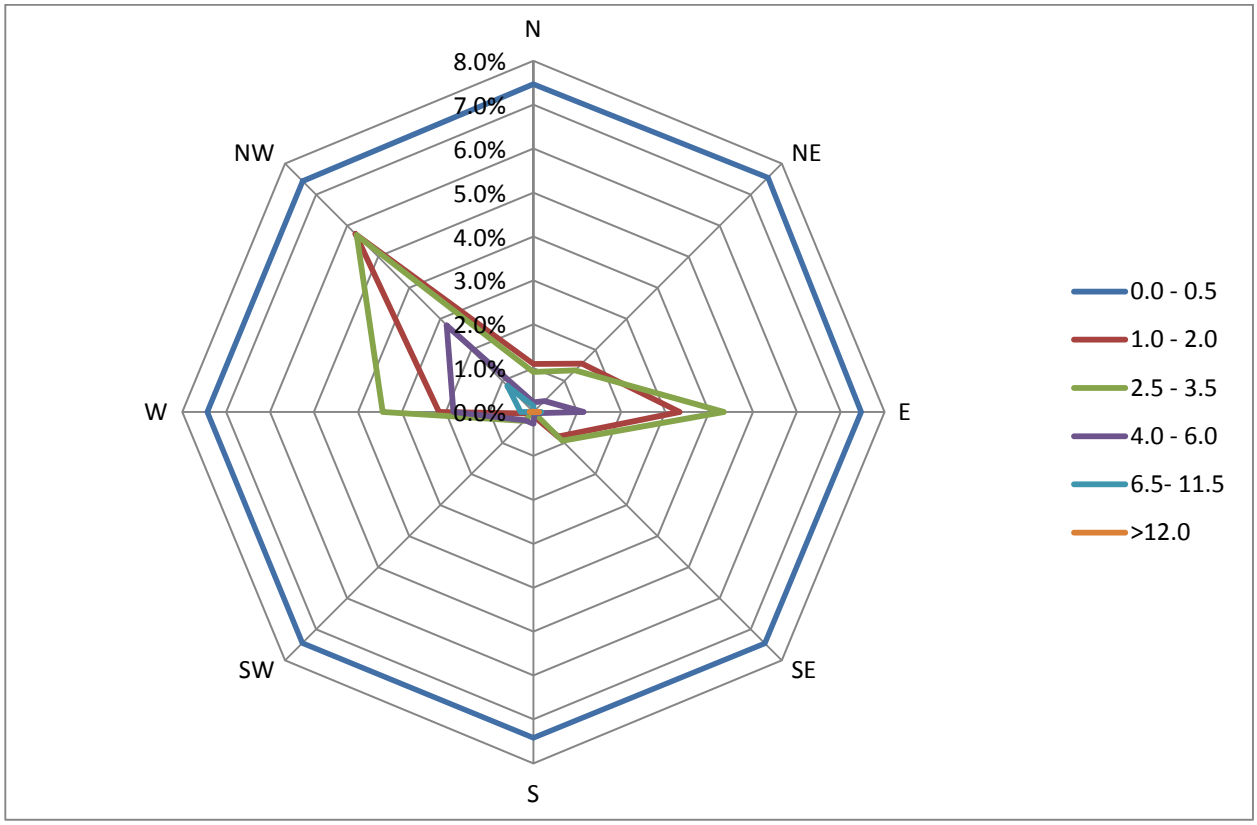


Figura 9 - Rosa dei venti.

Il grafico della figura precedente illustra che i venti prevalenti spirano dal quadrante di Nord-Ovest e, si pure in misura minore, dal quadrante orientale. Lungo queste direzioni saranno valutare le concentrazioni delle ricadute al suolo, ricordando che la meteorologia di SCREEN3 non tiene conto della direzione del vento.

2.3 Dati di emissione

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

Parametro	Grandezza	Valore
Posizione del camino		
Latitudine Nord		4.909.159,4 m
Longitudine Est		1.446.340,4 m
quota[3]		386 m
Altezza del camino	H	30 m
Diametro	d	1,4 m

Tabella 5 – Dati geometrici di progetto

Parametro	Grandezza	Valore
Portata volumetrica al 9.3% di O_2 al 12,0% di umidità	P_V	32.500 $Nm^3 \cdot h^{-1}$
Temperatura dell'emissione	T_e	370 °C
Portata in massa: NO_X (Fumi secchi all'8% di O_2)	Q_{NOx}	800 $mg \cdot Nm^{-3}$
Portata in massa: SO_X (Fumi secchi all'8% di O_2)	Q_{SOx}	300 $mg \cdot Nm^{-3}$
Portata in massa: polveri (Fumi secchi all'8% di O_2)	$Q_{Polveri}$	20 $mg \cdot Nm^{-3}$

Tabella 6 – Dati emissivi di progetto.

La tabella precedente merita due importanti considerazioni per gli scopi di questo studio:

1. dati emissivi riportati devono essere intesi con i valori massimi permessi in fase di progetto. In genere, i dati di progetto sono sovrastimanti e, quindi con tutta probabilità l'impianto sarà caratterizzato da portate in massa inferiori;
2. i valori limite di qualità dell'aria si riferiscono al biossido di zolfo (SO_2) ed al biossido di azoto (NO_2) e non alle rispettive famiglie degli ossidi.

Al netto di queste considerazioni, le simulazioni considerano esattamente i dati di progetto dichiarati.

Le simulazioni si riferiscono espressamente agli ossidi di azoto e zolfo, per le polveri vale la considerazione che l'algoritmo di dispersione – il pennacchio "gaussiano"

[3] Dato tratto dalla Cartografia Tecnica Regionale.

– che calcola la concentrazione al suolo è proporzionale rispetto alla portata in massa dell'inquinante considerato.

2.4 Quadro normativo: limiti e valori di riferimento

Il quadro di riferimento di riferimento normativo si basa sul Decreto Legislativo del 13 agosto 2010, n.155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".

Il Decreto del 2010 - recepimento della direttiva europea 2008/50/CE - oltre a fornire una metodologia di riferimento per la caratterizzazione delle zone (zonizzazione), definisce i valori di riferimento che permettono una valutazione della qualità dell'aria, su base annuale, in relazione alle concentrazioni dei diversi inquinanti.

Il decreto "155" definisce il **Valore Limite (VL)** come il valore massimo di concentrazione che può essere raggiunto entro un tempo prestabilito (ora, giorno, anno, …) e che non deve essere successivamente superato.

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE LIMITE	
Biossido di zolfo	Orario (non più di 24 volte all'anno)	350	$\mu g/m^3$
	Giornaliero (non più di 3 volte all'anno)	125	$\mu g/m^3$
Biossido di azoto	Orario (per non più di 18 volte all'anno)	200	$\mu g/m^3$
	Annuo	40	$\mu g/m^3$
Benzene	Annuo	5	$\mu g/m^3$
Monossido di carbonio	Media max giornaliera su 8 ore	10	mg/m^3
Particolato PM 10	Giornaliero (non più di 35 volte all'anno)	50	$\mu g/m^3$
	Annuo	40	$\mu g/m^3$
Particolato PM 2.5	Annuo al 2010 (+MT) [valore di riferimento]	29	$\mu g/m^3$
	Annuo al 2015	25	$\mu g/m^3$
Piombo	Anno	0.5	$\mu g/m^3$

Figura 10 – Valori limite (da Allegato XI del D.Lgs. n.155/2010).

L’immagine precedente riporta, per ogni inquinante, i valori limite e di riferimento contenuti nel D.Lgs. n.155/2010.

Come anticipato più sopra, si sottolinea che i limiti si riferiscono specificatamente al Biossido di zolfo (SO_2) ed al Biossido di Azoto (NO_2), mentre i dati emissivi forniti dalla Committenza ed utilizzati per le simulazioni si riferiscono alle due famiglie degli Ossidi di Zolfo (SO_x) e degli Ossidi di Azoto (NO_x). I risultati delle simulazioni devono quindi essere letti in chiave cautelativa perché considerano una massa inquinante emessa maggiore di quella reale.

2.5 Simulazioni

Le simulazioni sono state condotte considerando per ciascuna classe di stabilità atmosferica una temperatura di riferimento (Tabella 2). Ciascuna classe di stabilità atmosferica è caratterizzata da specifici regimi di vento) che SCREEN3 considera come schematizzato nella Figura 4.

I risultati delle simulazioni sono valori massimi 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).

Nei grafici che seguono le concentrazioni illustrate si riferiscono massimi simulati a fronte di tutte le condizioni meteorologiche considerate, quindi non si tratta di una rappresentazione del “pennacchio” che si propaga quanto piuttosto dei concentrazioni massime simulate alla distanza indicata dal camino.

2.5.1 Ossidi di Azoto (NOx)

Il grafico seguente illustra i risultati delle simulazioni riferite agli ossidi di azoto (NO_x). Si tratta, come già richiamato in precedenza, dei massimi orari assoluti – **casi peggiori** – tra le 54 situazioni meteorologiche standard previste dalla modalità “*Full Meteorology*” (Meteorologia Completa) di SCREEN3. I risultati simulati “massimi” illustrati si hanno in corrispondenza di diverse condizioni meteorologiche.

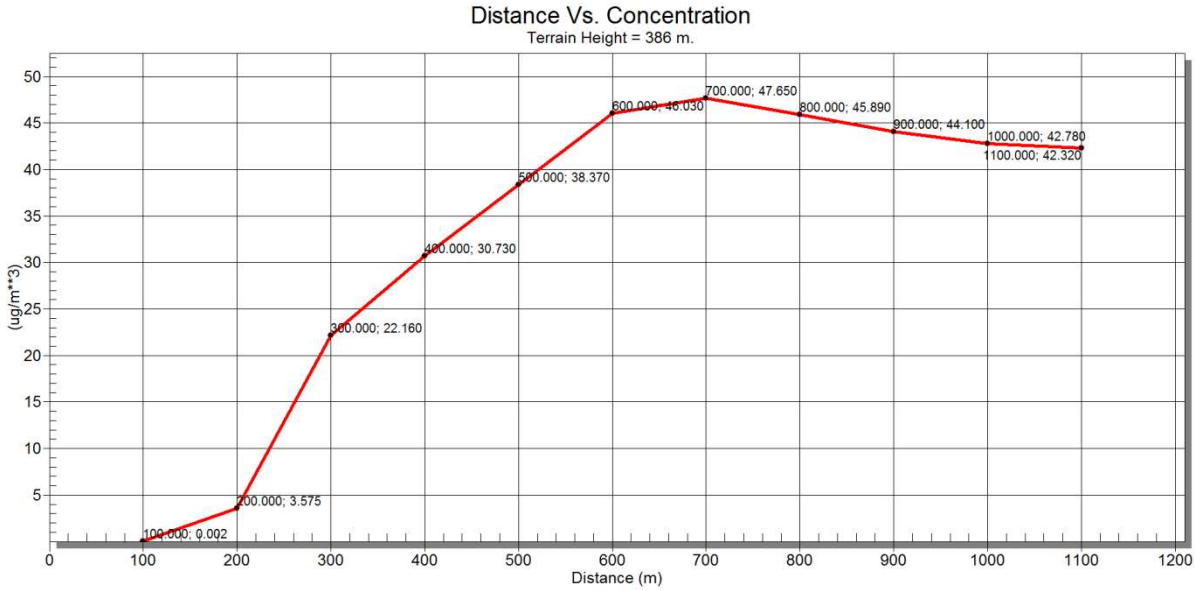


Figura 11 – NO_x: Simulazione in orografia semplice.

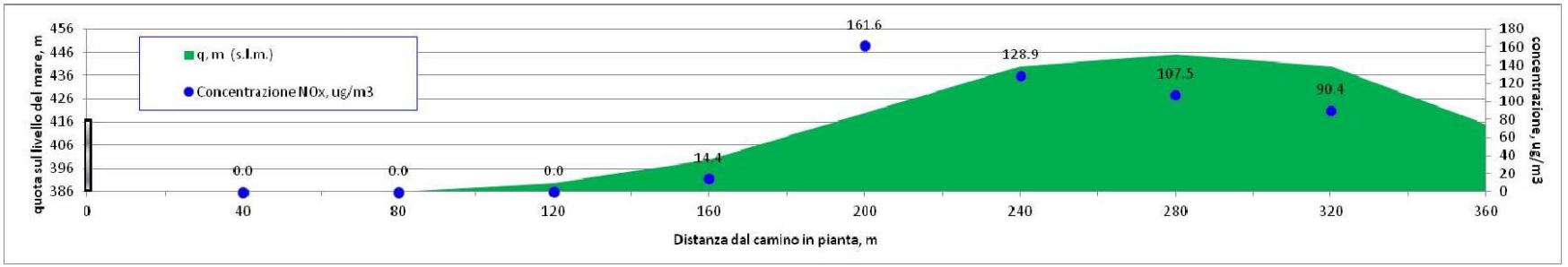


Figura 12 – NO_x lungo il profilo orografico di . Limite: 200 µg/m^3

Tutti i valori sono abbondantemente al di sotto del valore limite orario di **200 µg/m^3** previsto per gli ossidi di azoto (NO_x).

2.5.2 Ossidi di Zolfo (SOx)

Il grafico seguente illustra i risultati delle simulazioni riferite agli ossidi di zolfo (SO_x). Si tratta, come già richiamato in precedenza, dei massimi orari assoluti – **casi peggiori** – tra le 54 situazioni meteorologiche standard previste dalla modalità "*Full Meteorology*" (Meteorologia Completa) di SCREEN3.

Tutti i valori simulati sono abbondantemente al di sotto del valore limite orario di **350 µg/m^3** previsto per gli ossidi di zolfo (SO_x).

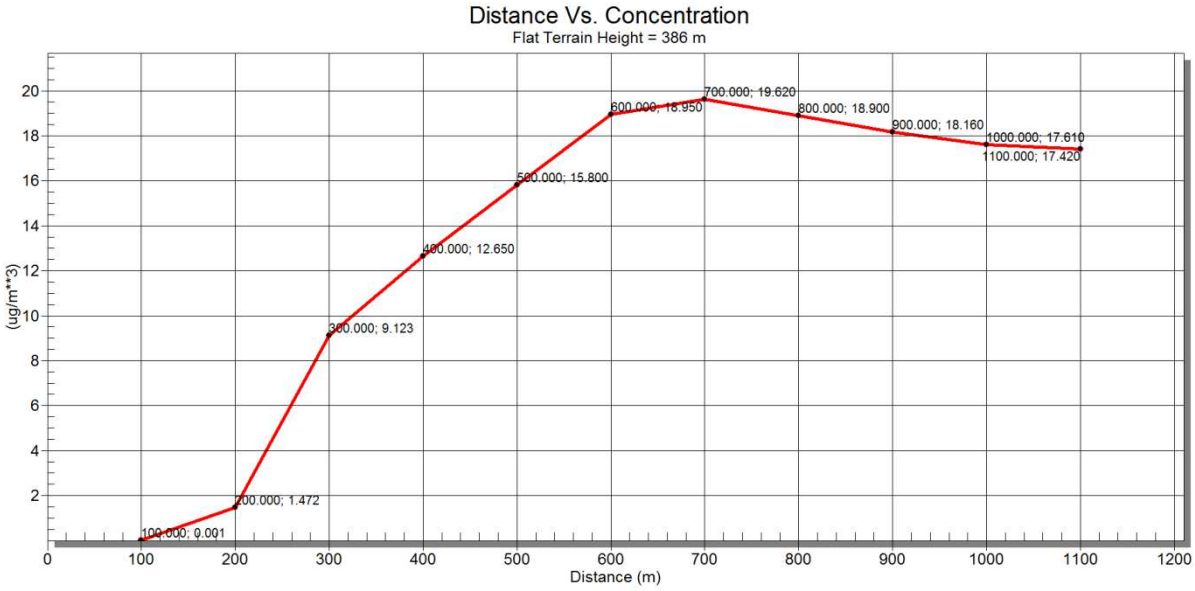


Figura 13 – SO_x: Simulazione in orografia semplice.

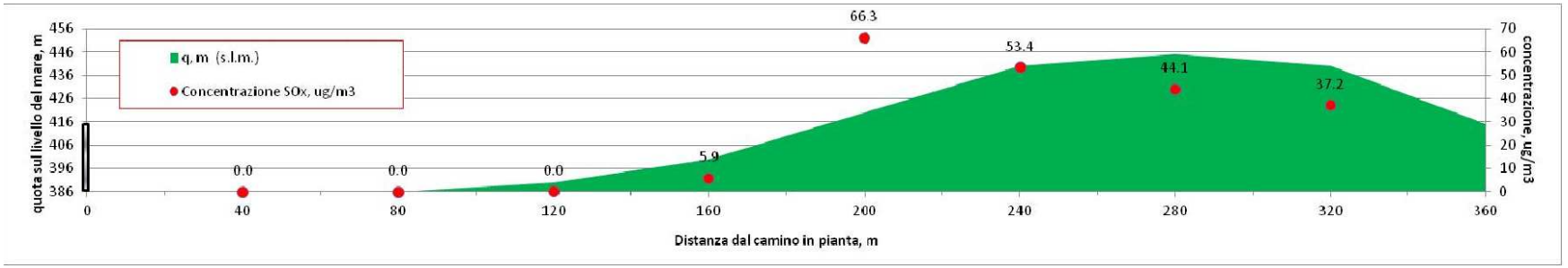


Figura 14 – SO_x lungo il profilo orografico di . Limite: 350 µg/m^3

3 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, con riferimento ai **valori orari massimi** (d.lgs. n.155/2010), sono inferiori ai relativi limiti di legge.

Questo risultato assume maggior significato se si considera che SCREEN3 è stato utilizzato nella modalità "*Full Meteorology*" che calcola e restituisce i risultati delle simulazioni in corrispondenza dei casi (orari) più sfavorevoli alla dispersione in atmosfera: se i casi peggiori simulati sono valori inferiori ai limiti massimi orari, *a fortiori*, saranno rispettati i limiti annuali e giornalieri.

Inoltre, si ricorda che i limiti di qualità dell'aria si riferiscono specificatamente al Biossido di Zolfo (SO_2) ed al Biossido di Azoto (NO_2), mentre i dati emissivi utilizzati per le simulazioni si riferiscono genericamente alle due famiglie degli Ossidi di Zolfo (SO_x) e degli Ossidi di Azoto (NO_x). I risultati delle simulazioni sono quindi cautelativi perché considerano una massa inquinante emessa maggiore di quella reale.

Considerazioni analoghe valgono anche per le polveri.

In definitiva, i risultati delle simulazioni numeriche indicano che l'assetto emissivo del nuovo impianto è compatibile con gli standard di qualità dell'aria.

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA SIGE S.r.l.

Dott. Alfonso Pavone

BIBLIOGRAFIA

[1] 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.

[2] 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

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

[4] 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.

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

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

[7] 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.

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

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

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

[11] 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.

[12] 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.

[13] 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.

[14] 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.

[15] 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.

[16] 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.

[17] 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 riassume gli algoritmi di base implementati nel programma utilizzato 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 [11] 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*),

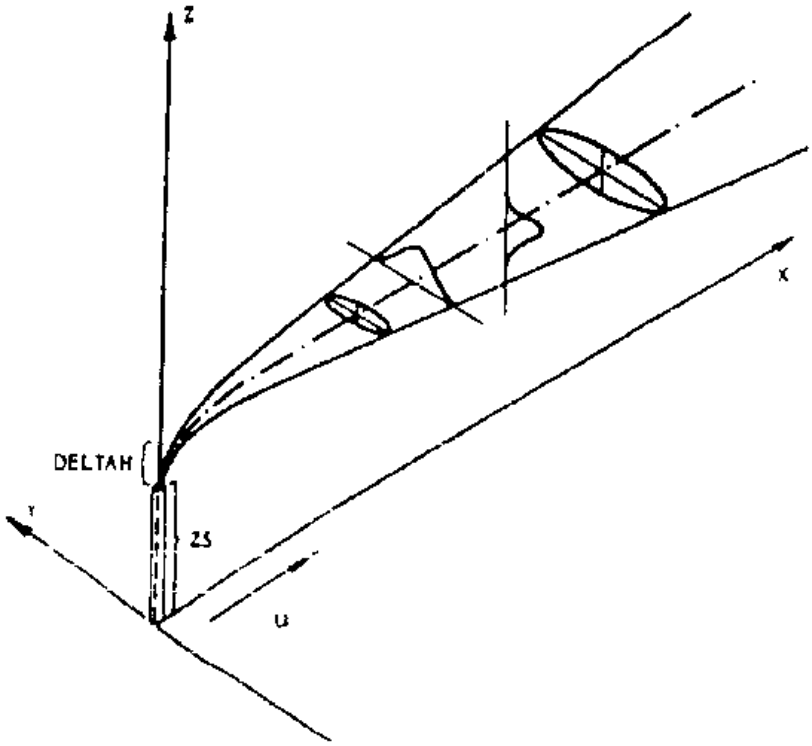


Figura 15 – Il modello gaussiano del pennacchio.

- *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)

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

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

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.