Committente:

greenUp

Località:

Comune di Vado Ligure (SV)
Discarica per rifiuti non pericolosi in località Bossarino

Progetto:

AMPLIAMENTO LATO EST

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Titolo elaborato:

RISK ASSESSMENT SANITARIO

Numero elaborato:

R01

Codice Desmos del documento:
030-055R01

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
E01	31.07.2017	Emissione	Marco Vuono Matteo Marazzi	Giovanna Sallitto	Massimo Di Felice Manlio Pacitti
E02					
E03					
E04					

Progettisti:

Desmos
Ingegneria Ambiente Energia

tecno habitat
società di ingegneria

Desmos Ingegneria Ambiente Energia s.r.l.
Uffici: Via Pietrasanta, 12 20141 Milano Tel. +39 02 36588750
Sede legale: Viale Bianca Maria, 13 20122 Milano
E-mail: desmos-ing@desmos-ing.it
P.I. e C.F.: 09016150964 – REA: MI 2063052

Tecno Habitat s.p.a.
sede legale: via Battaglia 22 - 20127 Milano
tel 02.26148322 fax 02.26145697
MILANO - thmi@tecnohabitat.com | LECCO - thlc@tecnohabitat.com |
ROMA - thrm@tecnohabitat.com
P.IVA, C.F e ISCR. REG. IMP. nº 11718220152
REA MI nº 1492797 - REA LC nº 282718 - REA RM nº 1198899

S O M M A R I O

1. PREMESSA 1

2. MODELLIZZAZIONE DELL'AREA DI RICADUTA DEGLI INQUINANTI EMESSI 2
2.1 Modello di dispersione atmosferica calpuff 2
2.2 Calmet – pre processore meteorologico 3
2.3 Input del modello di dispersione 3
2.3.1 Ampiezza del dominio di calcolo 3
2.3.2 Inquinanti, scenari individuati e caratterizzazione delle sorgenti 4
2.3.3 Dati meteo 10
2.4 Output del modello di dispersione 11

3. METODO RISK ASSESSMENT (RA) 17
3.1 Valutazione delle esposizioni 17
3.2 Caratterizzazione del rischio 19
3.3 Calcolo del rischio 20
3.4 Valutazione del rischio 20

4. APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA AL CASO IN ESAME 21
4.1 Individuazione dei recettori umani 21
4.2 Valutazione delle esposizioni 22
4.3 Caratterizzazione del rischio 23
4.3.1 Calcolo della dose media giornaliera (ADD) 23
4.3.2 Definizione dei valori di Inhalation Reference Dose (RfDinal) 24
4.3.3 Calcolo dei quozienti di pericolo 26
4.3.4 Calcolo dell'indice di pericolosità (HI) 27
4.4 Valutazione del Rischio 28

Allegati:

Allegato A: Mappe di dispersione degli inquinanti atmosferici - Fase 1

Allegato B: Mappe di dispersione degli inquinanti atmosferici - Fase 2

Allegato C: Valutazione del rischio sanitario dovuto all'esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico in area urbana" - Politecnico di Torino, Golder Associates, Ecole Centrale, Lyon.

Allegato D: Parametri tossicologici del H2S - Integrated Risk Information System (IRIS) U.S. Environmental Protection Agency (EPA) Chemical Assessment Summary - National Center for Environmental Assessment.

Allegato E: CPG Lab – "Rapporto di prova n° 17LA02555 del 03/03/2017"

Allegato F: CPG Lab - "Monitoraggio Emissioni diffuse Biogas" - Relazione tecnica del 05/01/2017

1. PREMESSA

La società "Green Up" ha presentato nel giugno 2017 istanza di Valutazione di Impatto Ambientale relativamente al progetto di ampliamento del lato est della discarica di rifiuti non pericolosi ubicata a sito nel Comune di Vado Ligure (SV), in Località Bossarino.

Obiettivo del presente documento è fornire, ad integrazione dello Studio di Impatto Ambientale già trasmesso alle autorità competenti, le valutazioni di Risk Assessment sanitario dell'impianto nella sua configurazione di progetto.

Di seguito verrà fornita una descrizione della modellizzazione effettuata al fine di individuare la distribuzione degli inquinanti in atmosfera e della procedura di valutazione del rischio sanitario che è stata applicata.

2. MODELLIZZAZIONE DELL'AREA DI RICADUTA DEGLI INQUINANTI EMESSI

La modellizzazione della dispersione in atmosfera ed individuazione dell'area di ricaduta degli inquinanti emessi negli scenari di progetto per l'ampliamento di una discarica per rifiuti non pericolosi in località Bossarino comune di Vado Ligure (SV) è stata effettuata attraverso il software Calpuff ed il pre processore meteorologico Calmet. L'output restituito dal modello è rappresentato dai valori di concentrazione in aria degli inquinanti emessi dalle sorgenti della discarica.
Di seguito si riporta una sintetica descrizione delle principali caratteristiche dei software utilizzati.

2.1 Modello di dispersione atmosferica calpuff

CALPUFF è un modello non stazionario, multi strato e multi specie che simula la diffusione degli inquinanti attraverso una serie continua di puff in cui la distribuzione degli inquinanti è di tipo gaussiano. Di seguito si riportano le principali caratteristiche del modello.

- Scala Spaziale: da pochi metri a centinaia di chilometri
- Scala Temporale: Short Term e Long Term
- Dominio: qualsiasi tipo (da terreni semplici a complessi)
- Inquinanti: gas (reattivo: SO_2, SO_4, NO, NO_2, HNO_3, NO_3; non reattivo: NH_3), aerosol e particolato. Processi di deposizione umida e secca
- Sorgenti emissive: qualsiasi tipo (puntuale, areale, volumetrica e lineare)
- Regime: non stazionario (variazioni spazio-temporali)

Particolarità del modello:

- necessita di dati meteorologici, input di CALMET, di buona qualità per fornire risultati attendibili;
- i dati meteorologici generati da CALMET sono di tipo tridimensionale, funzione del tempo;
- CALPUFF accetta in ingresso anche dati meteorologici provenienti da modelli prognostici o diagnostici;
- i campi di vento possono essere tridimensionali (CALMET) oppure più semplicemente provenienti da una singola stazione meteo, nello stesso formato usato dai modelli ISCST3, AUSPLUME o CTDMPLUS (modelli gaussiani), ma la semplificazione peggiora la simulazione del modello;
- il modello include una dettagliata parametrizzazione degli effetti legati ai terreni complessi. Inoltre per rappresentare le aree costiere viene discretizzata ulteriormente la griglia di calcolo (CTSG, Subgrid-scale Complex Terrain module);

- il modello può elaborare gli output attraverso postprocessori in grado di elaborare dati meteorologici, di concentrazione e flussi di deposizione.

2.2 Calmet – pre processore meteorologico

CALMET, il processore meteorologico, restituisce una serie completa di dati, su un campo tridimensionale, rappresentativi delle variazioni spazio-temporali. CALMET richiede in ingresso i dati legati al tipo di dominio. Questi possono essere generati da un processore geofisico i cui files contengono i valori della griglia di calcolo secondo gli standards di USGS [U.S. Geological Survey], oppure, nel caso si usi CSGT, si possono usare i files di terreno e recettore, provenienti dall'algoritmo di CTDMPLUS [Complex Terrain Dispersion Model].

Il modello sopra descritto risulta particolarmente indicato per simulazioni su terreni complessi, aree costiere, trasporto di inquinanti al di sopra di superfici acquatiche, per inquinanti inerti ed inquinanti reattivi per cui si considerano processi di rimozione lineare e trasformazioni chimiche e per medie temporali da un'ora ad un anno.

Tra i vantaggi dell'utilizzo di tale modello, si è riscontrato che il software tiene conto dei fenomeni di down wash, può trattare trasformazioni chimiche semplici, risulta adeguato a simulare condizioni di calma di vento ed è indicato nei casi in cui i fenomeni di trasporto, dispersione e deposizione avvengono in condizioni spazio-temporali non stazionarie.

2.3 Input del modello di dispersione

La modellizzazione della dispersione degli inquinanti emessi dalle sorgenti della discarica è stata effettuata attraverso l'utilizzo dei software sopra descritti.

L'implementazione del modello è stata effettuata attraverso le seguenti fasi:

- scelta del **dominio di calcolo** oggetto della modellizzazione
- scelta degli **inquinanti,** degli **scenari individuati e caratterizzazione delle sorgenti**
- raccolta e analisi dei **dati meteoclimatici** relativi all'area di localizzazione dell'impianto.

2.3.1 Ampiezza del dominio di calcolo

È stato considerato un dominio di calcolo di area quadrata avente lato pari a 12 km con origine nelle coordinate UTM di seguito riportate.

X = 448.500 m E

Y = 4.897.000 m N

Dimensioni (12.000 m X 12.000 m)

Passo della griglia = 100 m

Nella figura seguente si riporta il dominio di calcolo considerato.



Figura 2.1 Ampiezza del dominio di calcolo

2.3.2 Inquinanti, scenari individuati e caratterizzazione delle sorgenti

2.3.2.1 *Inquinanti e caratterizzazione delle sorgenti*

Le emissioni dalla discarica di Bossarino possono essere dalle sorgenti seguenti:

1. Emissioni puntuali, attraverso camini
2. Emissioni diffuse, dalle superfici della discarica

1) Emissioni puntuali

I camini presenti nell'impianto sono:

- La torcia di combustione del biogas
- Le marmitte di scarico dei fumi di combustione dei gruppi elettrogeni di cogenerazione alimentati con il biogas di discarica.

La torcia di combustione è una apparecchiatura di sicurezza collegata con l'impianto di aspirazione e collettamento del gas di discarica ai motori.
Infatti anche gli impianti destinati al recupero energetico devono essere dotati di un sistema di combustione di emergenza in grado di trattare il gas di discarica nel caso di una situazione di fuori servizio, per guasto o per manutenzione, delle attrezzature di trasformazione energetica, oppure per bruciare le eccedenze di biogas rispetto alla potenzialità di recupero dei cogeneratori.
Il D.lgs 36/2003, che di fatto rappresenta le BAT nell'ambito della costruzione e gestione delle discariche, impone che tali impianti , se in grado di sviluppare biogas a seguito dell'abbancamento di rifiuti biodegradabili, siano di norma dotati di impianti per il recupero energetico, ma nel caso dell'impraticabilità del recupero, siano attrezzati per la termodistruzione del gas che deve avvenire in camere di combustione a temperature > di 850°C, concentrazione di O_2 maggiore o uguale al 3% e tempi di ritenzione non inferiori a 3 secondi.
Nel caso della discarica di Bossarino, dotata di 2 gruppi di recupero energetico indipendenti da 320 kW di potenza elettrica cadauno alimentati a biogas, le probabilità di entrata in funzione della torcia di sicurezza sono estremamente remote e, pertanto, le emissioni di quest'ultima non vengono prese in considerazione per lo studio di Risk Assessment sanitario.
Diverso è il caso invece dei due cogeneratori di energia elettrica e termica, alimentati a gas di discarica, con potenza elettrica di 320 kW cadauno.
Ogni unità di cogenerazione è costituita da un motore a combustione interna, ciclo Otto, alimentato a biogas ed accoppiato con un gruppo alternatore che trasforma l'energia meccanica in energia elettrica.
I gas di scarico, prima dell'emissione in atmosfera, sono avviati ad un postcombustore che, alla temperatura di circa 800°C, completa il processo di abbattimento del CO e del CH_4 residui nei fumi.
I limiti normativi imposti allo scarico sono:

PARAMETRO	LIMITE [mg/Nm^3]
NO_x (come NO_2)	450
CO	500
HCl	10
HF	2
COT	150
Polveri	10

Tabella 2.1 Limiti normativi allo scarico del postcombustore

Nel presente studio sono stati considerati gli inquinanti più significativi dal punto di vista degli effetti sulla salute, facendo riferimento al rapporto tra le emissioni di ciascun inquinante e la relativa tossicità.

La valutazione di Risk Assessment è stata condotta in particolare su Polveri ed NO_x.

Per caratterizzare l'emissione di tali sorgenti è stato scelto in via cautelativa di utilizzare un valore pari alle concentrazioni massime consentite dall'autorizzazione vigente invece di utilizzare i dati delle concentrazioni misurate ai camini nel corso delle periodiche analisi di controllo effettuate dal Gestore.

Nella tabella seguente si riportano i dati utilizzati per caratterizzare le sorgenti emissive fisse, denominate E1 ed E2.

SORGENTI FISSE	POLVERI (mg/Nm^3)	NO_x (mg/Nm^3)
E1	10	450
E2	10	450

Tabella 2.2 Caratterizzazione delle sorgenti emissive fisse

2) Emissioni diffuse

Le emissioni diffuse sulla superficie della discarica hanno origini varie:

- Polveri, dovute sia agli scarichi dei motori ciclo Diesel delle macchine operatrici e dei mezzi pesanti di conferimento rifiuti, sia al sollevamento dalle superfici dei rifiuti e del terreno nelle fasi di scarico e di transito dei mezzi, sia ancora alle frazioni trasportate con il biogas emesso dalle superfici della discarica.
- Emissioni casuali dovute alla tensione di vapore di sostanze volatili contenute nei rifiuti, percepibili nella fase di scarico e di abbancamento, prima della ricopertura dei rifiuti.
- Emissioni diffuse di biogas dalle superfici della discarica. In effetti non tutto il gas di discarica prodotto dalle reazioni biochimiche nel corpo dei rifiuti viene captato dal sistema di raccolta predisposto nell'impianto perché un aumento eccessivo della depressione imposta nelle reti di captazione può comportare ingresso di aria esterna nel corpo dei rifiuti, con conseguente diluizione del biogas e abbassamento della concentrazione di CH_4 e del potere calorifico del

gas, e contemporaneo innalzamento della concentrazione di O_2 con il raggiungimento delle soglie di allarme dei limiti di esplosività, eventualità che porterebbe al blocco automatico di tutto il sistema di captazione. Pertanto dalle superfici della discarica si ha una emissione di biogas la cui portata è funzione del tipo di superficie:

- zone di abbancamento rifiuti, con portate elevate di emissione;
- aree con copertura provvisoria, con portate medio-basse di emissione;
- aree con capping definitivo in opera, con portate di emissione minime, 50 volte inferiori alla portate misurata nelle aree dotate di copertura provvisoria.

Poiché non esistono, ad oggi, normative tecniche nazionali per la valutazione delle emissioni diffuse, viene correntemente utilizzata la normativa emessa dall'Agenzia per l'Ambiente Inglese EA (Environment Agency), denominata "Guidance for Monitoring Landfill Gas Surface Emissions". Tale metodologia, molto precisa nei dettagli sull'effettuazione dei rilievi e sull'elaborazione dei dati, prevede di acquisire misure di flusso dalla superficie, mediante l'utilizzo di specifiche camere di flusso accoppiate ad analizzatori FID (Flame Ionization Detector).

Il numero dei punti di misura è funzione dell'estensione delle superfici e i valori di concentrazione di CH_4 misurati vengono utilizzati per il calcolo della portata di metano:

$$Q\ [mg_{CH4} / (m^2 \times s)]$$

Oltre alla misura del flusso emissivo, periodicamente il biogas viene prelevato dai collettori principali della discarica e analizzato. Per la caratterizzazione del biogas ai fini del presente lavoro sono state utilizzate le analisi effettuate il 15/02/2017 dal laboratorio CPG Lab di Cairo Montenotte, "Rapporto di prova n° 17LA02555 del 03/03/2017" (Allegato E), e sono stati individuati, come parametri più significativi dal punto di vista degli effetti sulla salute e dei valori di concentrazione rilevati dall'analisi, i seguenti:

- Acido solfidrico
- Benzene
- Polveri

Dai dati analitici sono stati ricavati i rapporti di concentrazione tra il metano e gli altri contaminanti scelti per la modellazione delle ricadute.

Il Gestore della discarica di Bossarino effettua periodicamente il monitoraggio delle emissioni diffuse di biogas con la metodologia precedentemente descritta, emessa dall'Agenzia per l'Ambiente Inglese EA (Environment Agency), denominata "Guidance for Monitoring Landfill Gas Surface Emissions".

Utilizzando i dati ricavati dall'ultima campagna di rilevamenti del 5/01/2017 (Allegato F), sono stati attribuiti alle portate medie del biogas monitorate dell'indagine gli stessi rapporti di concentrazione tra

metano e gli altri contaminanti precedentemente ricavati dall'analisi del biogas nei collettori di captazione.

PARAMETRO	% NEL BIOGAS (%)	CONCENTRAZIONE (mg/Nm^3)	RAPPORTO NEL GAS (%)
Metano	39,53	268,184	100,0000
Benzene	/	1,22	0,0005
Acido Solfidrico	/	90,95	0.0339
Polveri	/	0,96	0.0004

Portata effluente 380 Nm^3/h

Tabella 2.3 Rapporti di concentrazione tra biogas ed altri contaminanti ricavati dalla campagna di indagine del 05.01.2017

Dalla Relazione tecnica redatta da CPG Lab, "Monitoraggio Emissioni diffuse Biogas" del 05/01/2017 (Allegato F), si evidenziano alcune importanti informazioni sulle caratteristiche delle emissioni.

Sono state effettuate n. 79 misure con la camera di flusso, su superfici assimilabili essenzialmente ad aree con copertura provvisoria.

I valori ottenuti sono risultati generalmente comparabili, tranne in due punti di misura, i n. 70 e 71, maggiori rispetto agli altri anche di due ordini di grandezza. Trattandosi di punti di misura in prossimità delle pareti, l'anomalia è da attribuirsi ad una stesa e compattazione della copertura provvisoria poco efficaci. In questi casi si creano vie preferenziali di emissione dalle quali il biogas fuoriesce con portate paragonabili a quelle che si hanno nelle zone di abbancamento.

Il valore medio del flusso di emissione di biogas, escludendo i due punti anomali, risulta pari a 0,0826 mg/(m^2 s).

Questo valore di portata è stato attribuito alle emissioni delle superfici con copertura provvisoria.

Alle superfici delle aree in abbancamento è stato invece attribuito un valore di portata pari a 4,68 mg/(m^2 s), ricavato dalla media delle portate dei punti anomali n. 70 e n. 71.

Per la modellazione delle superfici dotate di capping definitivo, in base all'esperienza ricavata da numerose misure effettuate con cappe di flusso, è stata invece adottata una portata pari ad 1/50 di quella utilizzata per le aree con copertura provvisoria.

Ai fini della caratterizzazione delle emissioni superficiali sono stati pertanto riportati i seguenti flussi.

EMISSIONI SUPERFICIALI	BENZENE (mg/h)	H_2S (mg/h)	POLVERI (mg/h)
in coltivazione	0.07664	5.71371	0.06031
copertura provvisoria	0.00135	0.10084	0.00106
capping	0.00003	0.00202	0.00002

Tabella 2.4 Caratterizzazione delle emissioni superficiali

Per la caratterizzazione delle emissioni di polveri dalle aree di cantiere di allestimento dei lotti e di abbancamento, si è fatto riferimento ai valori di emissione giornaliera massimi di polveri riportati nello studio di impatto ambientale e pari a 1,24 kg/giorno.

2.3.2.2 *Scenari individuati*

La proposta di ampliamento della discarica di Bossarino prevede la prosecuzione dell'attività in continuità morfologica con la discarica esistente.
Nel progetto è stata sviluppata una soluzione di ampliamento dell'impianto articolata tramite due fasi distinte

- la **prima fase (Lotto 1)** prevede l'ampliamento tramite l'allestimento di una nuova vasca alla base dell'attuale discarica, nel Settore Sud/Ovest e la successiva sopraelevazione rispetto all'area della discarica esistente a partire dal piazzale al piede sino a quota +175 m s.l.m.;
- la **seconda fase (Lotto 2)** prevede l'allestimento e la coltivazione di una nuova vasca a Est dell'attuale sito di discarica, verso il lato del Rio Tana.

I due lotti saranno realizzati in due diverse fasi temporali a causa della presenza del vincolo sulle aree percorse dal fuoco (Legge 21 novembre 2000 n. 353 "Legge-quadro in materia di incendi boschivi", art. 10, comma 1).
In particolare il vincolo esistente sulle aree in oggetto impone che per 15 anni, e cioè fino al 02.01.2022, esse non possano essere oggetto di variazione di destinazione d'uso. Poiché le aree esterne all'attuale perimetro hanno destinazione d'uso diversa da quella di discarica, l'ampliamento non potrà essere ivi realizzato fino alla decadenza del vincolo.
Le fasi di intervento sono pertanto state definite in maniera tale da garantire la continuità del servizio di conferimento dei rifiuti rispettando il vincolo sulle aree percorse dal fuoco.

Sulla base delle informazioni ad oggi disponibili fornite dalla Proponente, si è considerato che la coltivazione dell'attuale ampliamento termini nel luglio 2018.
Si è ipotizzato inoltre che il completamento dei lavori di ampliamento del Lotto 1 possa proseguire parallelamente alla fase terminale di coltivazione della discarica attuale, in modo tale da poter iniziare la coltivazione del nuovo ampliamento prima dell'esaurimento delle volumetrie disponibili.
Si è considerato che i lavori di allestimento del Lotto 2 avranno inizio circa quattro mesi dopo il decadimento del vincolo sulle aree percorse dal fuoco (02/01/2022).
Sulla base di tali ipotesi è stato determinato il massimo conferimento annuo di rifiuti per il Lotto 1 che consenta di garantire la continuità della coltivazione per tutta la vita utile della discarica.
Si è ipotizzato inoltre che parte del capping e del ripristino ambientale si possano realizzare sia in fase di coltivazione sia nel transitorio (1 anno) ed ovviamente completati nei due anni successivi, su settori di discarica esauriti.

Per tutta la vita utile dell'ampliamento della discarica (gestione operativa) si avrà la concomitanza di attività di allestimento dei lotti (attività di cantiere) e di attività di gestione (coltivazione).

Le diverse attività si svolgeranno in zone diverse dell'impianto che possono essere così suddivise:

- aree di cantiere, in cui vengono allestiti i lotti (scavi, riporti, impermeabilizzazioni, drenaggi, ecc),
- aree di coltivazione, in cui è attiva la deposizione dei rifiuti e che sono dotate di coperture giornaliere,
- aree chiuse provvisoriamente, cioè aree in cui non avviene più la coltivazione e dotate di copertura provvisoria in attesa che le condizioni siano idonee alla posa del capping finale o, solo nel caso del primo lotto, che vengano addossati i rifiuti del secondo lotto;
- aree chiuse definitivamente, ovverosia le aree su cui è stato realizzato il capping finale della discarica.

Ai fini del Risk Assessment per ciascuna delle fasi precedentemente descritte è stata individuata la sottofase più rappresentativa. La scelta è ricaduta sulle sottofasi in cui sono presenti tutte le tipologie di aree/attività precedentemente descritte che si sviluppano su superfici significative.

Sia per la fase 1 che per la fase 2 non è stato cautelativamente considerato il capping finale in quanto caratterizzato dalle emissioni minime.

Per la fase 1 è stata quindi selezionata la sottofase 1e riportata nella tavola di progetto "Fasi" (rif: 030-034D33E01) in cui:

- l'area di cantiere si sviluppa intorno a quota 110 m s.l.m. per la realizzazione dell'argine di contenimento e tra le quote di 135 m s.l.m. e 180 m s.l.m. per l'allestimento del fondo impermeabilizzato;
- la coltivazione si sviluppa al piede tra le quote di 90 m s.l.m. e 110 m s.l.m.
- non sono presenti zone dotate di copertura provvisoria in quanto la coltivazione si sviluppa al piede.

Per la fase 2 è stata invece considerata una sottofase intermedia non esplicitamente rappresentata nella tavola di progetto "Fasi" (rif: 030-034D33E01). Tale fase è così caratterizzata:

- l'area di cantiere si sviluppa tra le quote di 105 m s.l.m. e 135 m s.l.m. per l'allestimento del fondo impermeabilizzato;
- la coltivazione si sviluppa alla quota di 105 m s.l.m.
- le zone dotate di copertura provvisoria sono costituite dall'intero Lotto 1 e dalle zone già coltivate della fase 2 tra 90 m s.l.m. e 105 m s.l.m..

2.3.3 Dati meteo

Per effettuare il calcolo del file meteo sono stati utilizzati i dati meteorologici provenienti da:

1. Stazione meteorologica presente all'interno della discarica esistente

2. Stazione ARPA posizionata presso l'Istituto Nautico di Savona.

Per la scelta della stazione di ARPA Liguria da utilizzare è stata fatta una analisi di tutte le stazioni meteo disponibili nelle vicinanze. A seguito delle analisi effettuate, la stazione sopramenzionata è risultata essere il migliore compromesso tra completezza di dati meteorologici e di rappresentatività dell'area oggetto di valutazione

Di seguito si riporta l'inquadramento geografico delle stazioni meteo.

STAZIONE METEO a terra– n.1 "Discarica Bossarino"



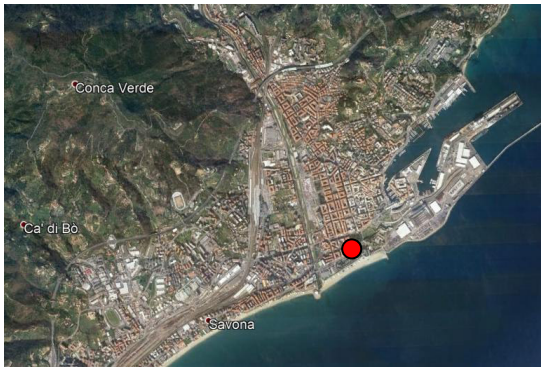


Coordinate:

X = 453.420 m E

Y = 4.901.915 m N

STAZIONE METEO a terra – n.2 "Istituto Nautico Savona"





Coordinate:

X = 458.768 m E

Y = 4.906.012 m N

2.4 Output del modello di dispersione

A seguito delle modellizzazioni effettuate sono state ottenute le mappe della dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Si precisa che il modello ha restituito delle concentrazioni nulle per il parametro Benzene presso tutti i punti del dominio di calcolo. Tale risultato è dovuto al fatto che le emissioni di benzene alla sorgente sono molto basse. Pertanto, nel presente studio non sono riportate mappe delle dispersioni del benzene.

Le mappe di dispersione degli inquinanti sono state importate in un Sistema Informativo Territoriale (GIS), dopo opportuna georeferenziazione e messa in scala. Tali mappe sono state successivamente sovrapposte alle basi cartografiche regionali. Nelle figure seguenti sono riportati le mappe di dispersione, per i parametri considerati, nelle due fasi di coltivazione della discarica.

Si specifica che a scopo cautelativo tutte le polveri emesse sono state assimilate a PM10.

Negli allegati A e B sono riportate le mappe di dispersione in formato A4.

FASE 1

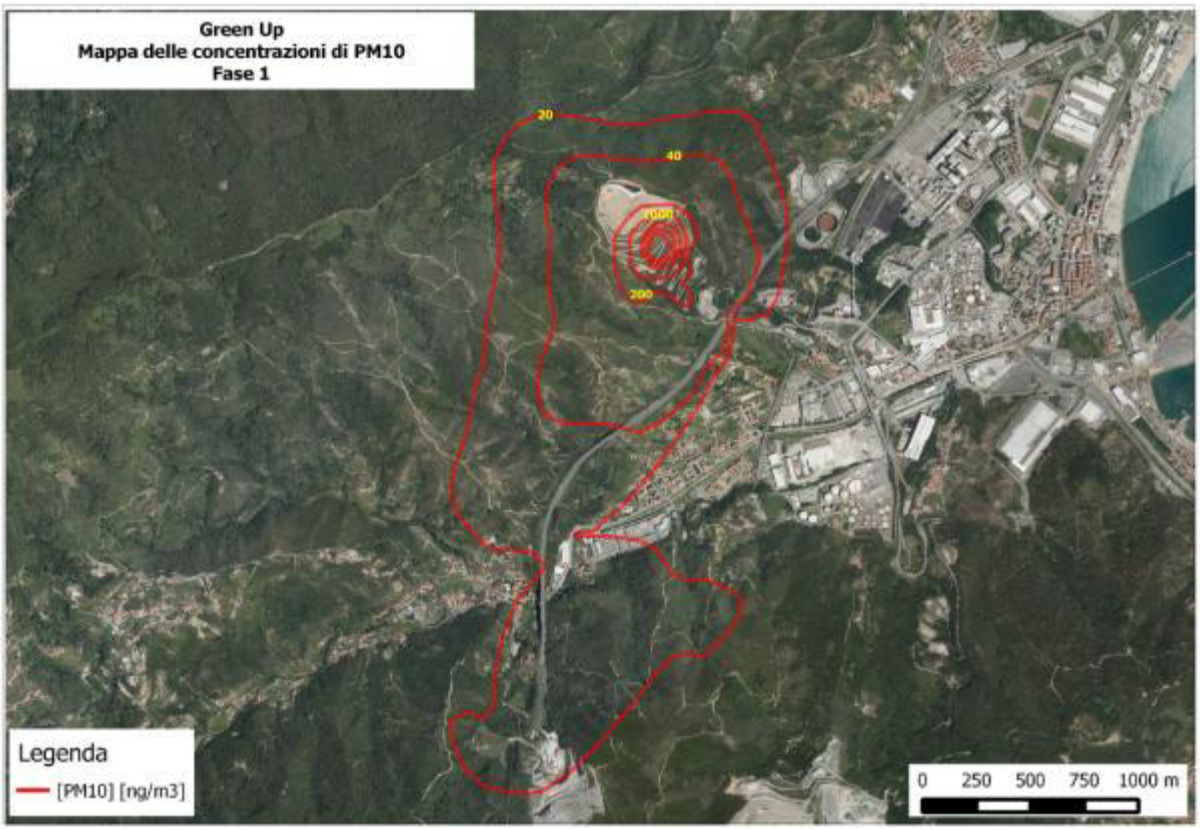


Figura 2.2 Mappa di dispersione delle Polveri (concentrazioni espresse in ng/m^3)

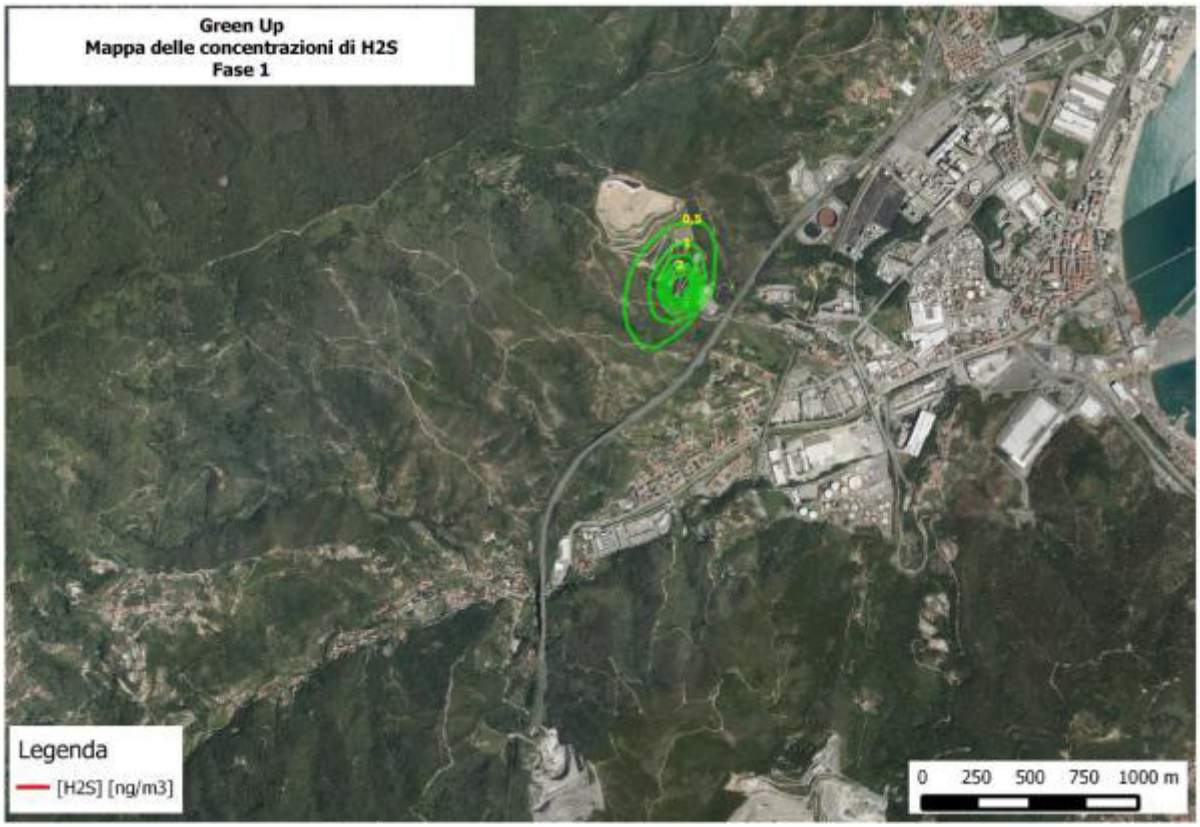


Figura 2.3 Mappa di dispersione del H_2S (concentrazioni espresse in ng/m^3)

FASE 2

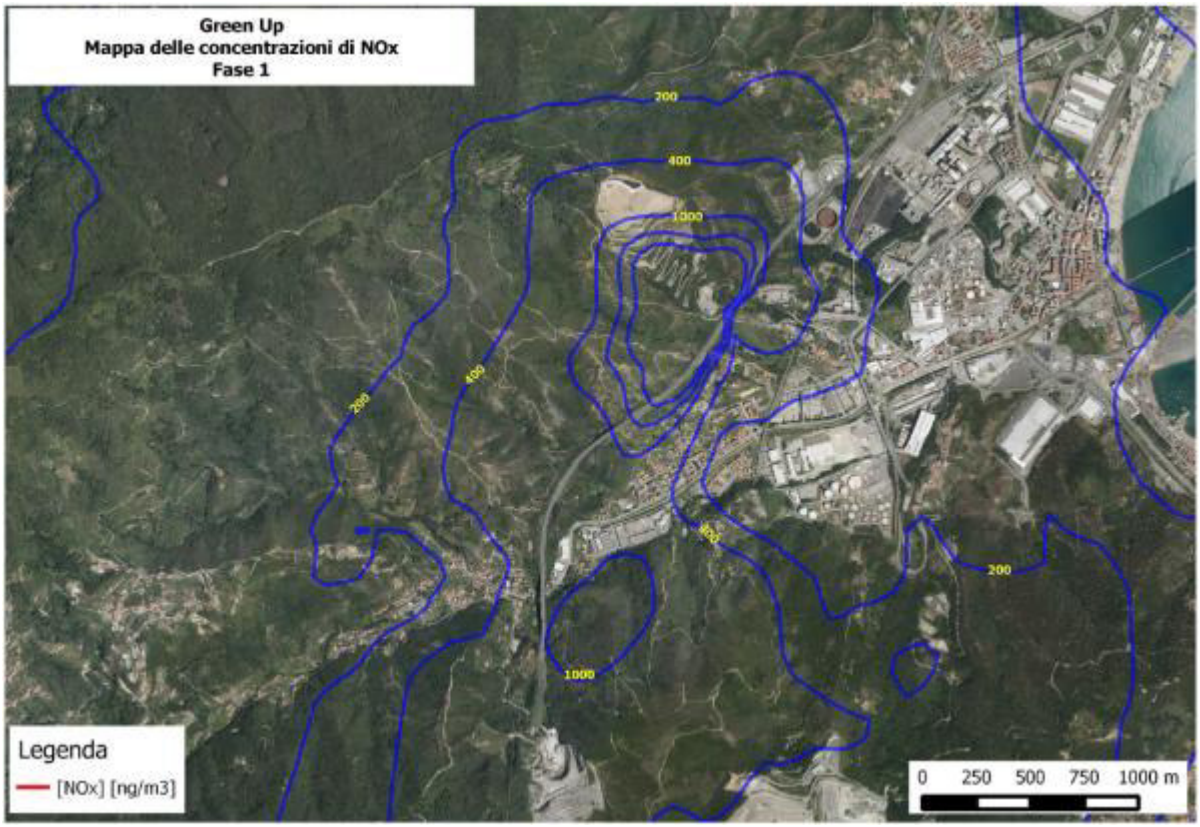


Figura 2.4 Mappa di dispersione delle NO_x (concentrazioni espresse in ng/m^3)

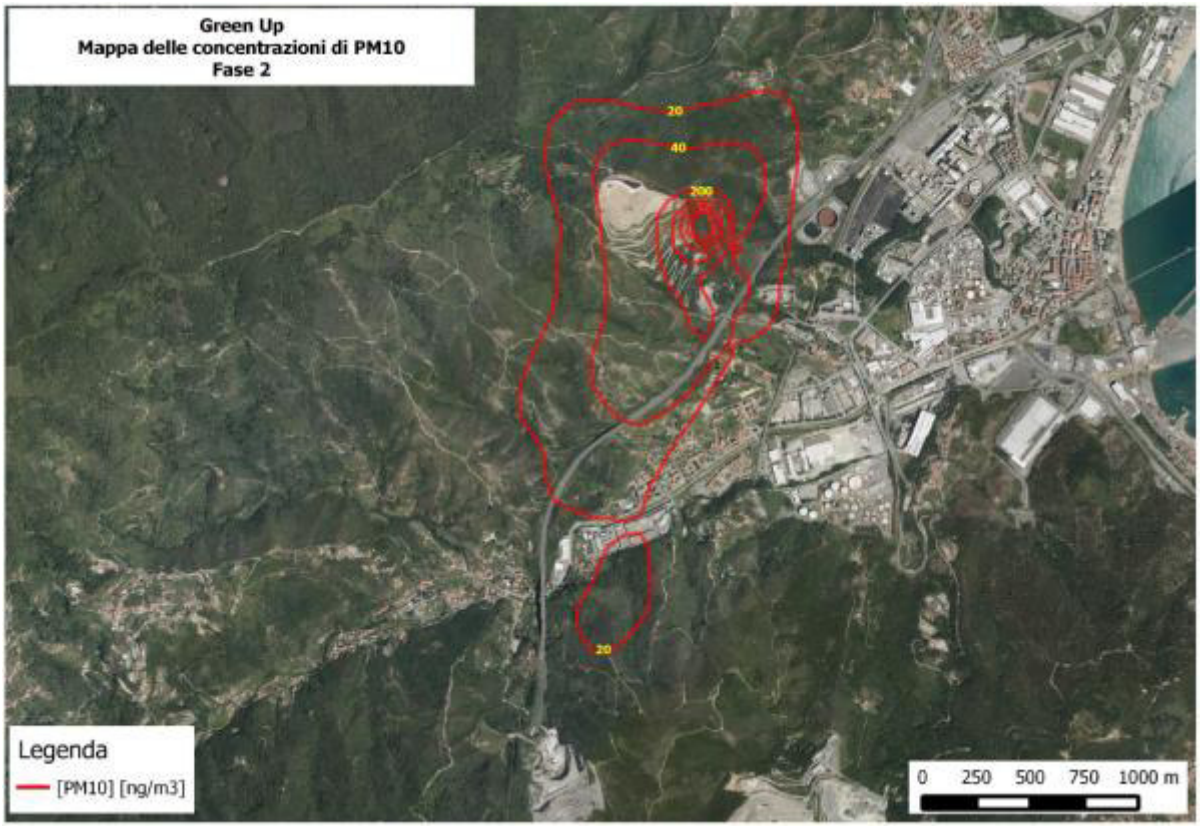


Figura 2.5 Mappa di dispersione delle Polveri (concentrazioni espresse in ng/m^3)

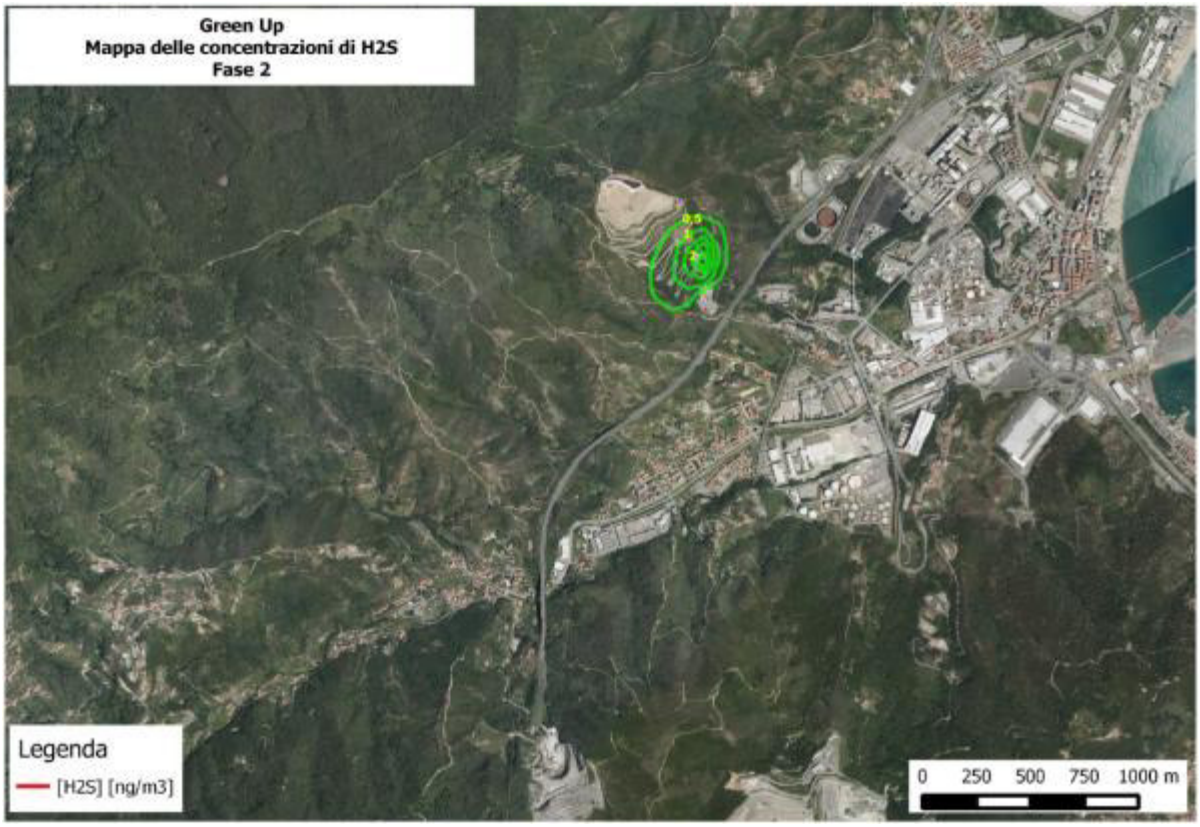


Figura 2.6 Mappa di dispersione del H_2S (concentrazioni espresse in ng/m^3)

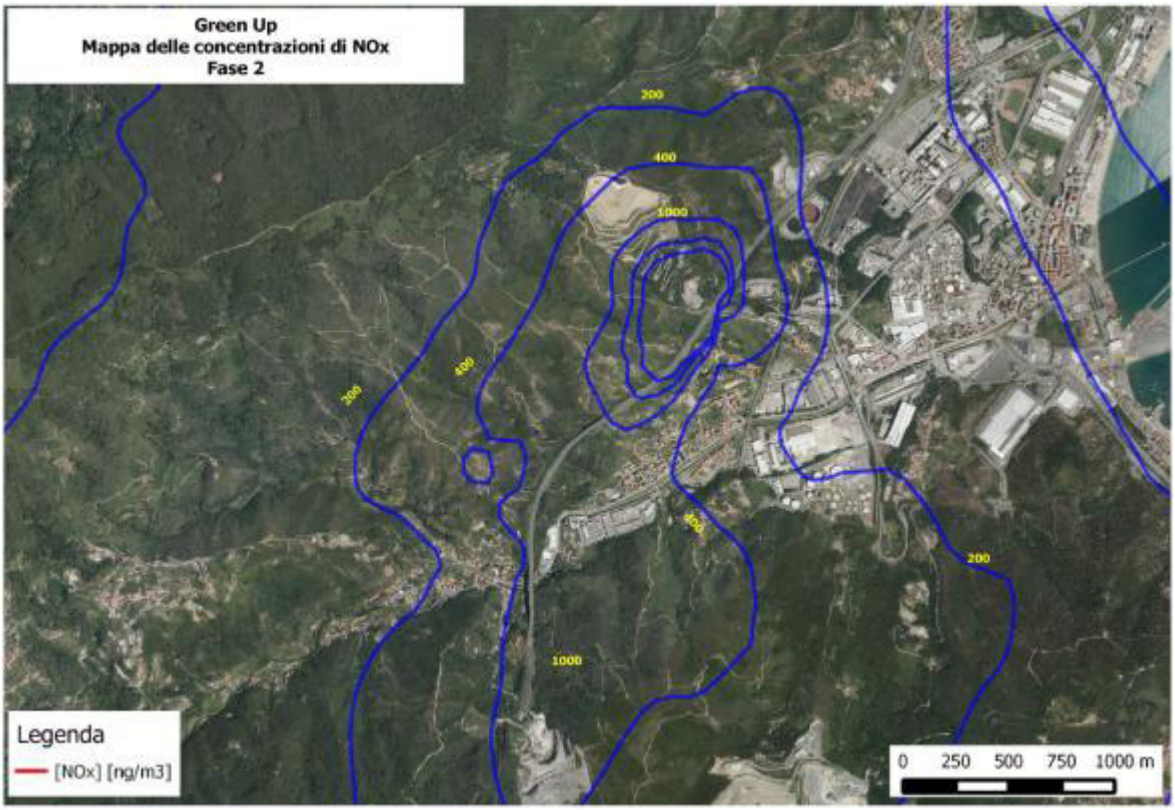


Figura 2.7 Mappa di dispersione delle NO_x (concentrazioni espresse in ng/m^3)

3. METODO RISK ASSESSMENT (RA)

Il presente documento di Risk Assessment è stato elaborato seguendo le indicazioni contenute nel documento "Linee Guida per la valutazione integrata di impatto ambientale e sanitario (VIIAS) nelle procedure di autorizzazione ambientale (VAS, VIA, AIA)" n. 133/2016 approvato con Delibera del Consiglio Federale – seduta del 22/04/2015 Doc. 49/15 Cf.

Il Risk Assessment è un processo tecnico scientifico che, correlando i dati tossicologici/epidemiologici con il livello di esposizione, permette di stimare quantitativamente il rischio derivante dall'esposizione a sostanze tossiche e/o cancerogene.
Con il termine Valutazione del Rischio si intende la stima delle conseguenze sulla salute umana di un evento potenzialmente dannoso, in termini di probabilità che le stesse conseguenze si verifichino. La nozione di rischio implica quindi l'esistenza di una sorgente di pericolo e delle possibilità che essa si trasformi in un danno.
Il rischio (R) può essere espresso quantitativamente come prodotto dell'esposizione (E) ad un dato contaminante e del valore di tossicità dello stesso (T):

$$R = E \times T$$

3.1 Valutazione delle esposizioni

La valutazione del fattore di esposizione (E) consiste nella stima della dose giornaliera (definita anche Introito o *Intake* o ADD *Average Daily Dose*, per le sostanze non cancerogene, o LADD *Lifetime Average Daily Dose*, per le sostanze cancerogene) che può essere assunta dai recettori umani. Nel caso di esposizione per inalazione ad esempio:

$$E = C_{aria} \times EM$$

C_{aria} = concentrazione in aria del contaminante (mg/m^3)

EM = portata effettiva di esposizione (m^3/kg-giorno), ossia la quantità giornaliera di aria inalata per unità di peso corporeo, che può essere stimata mediante l'espressione di seguito riportata:

$$EM\left[\frac{m^3}{Kg \times giorno}\right] = \frac{B_i \times EF_g \times EF \times ED}{BW \times AT \times 365\ \frac{giorni}{anno}}$$

dove:

Bi = rateo di inalazione (m3/ora)

EFg = frequenza giornaliera di esposizione (ore/giorno)

EF = frequenza annuale di esposizione (giorni/anno)

ED = durata dell'esposizione (anni)

BW= peso corporeo (kg)

AT= tempo medio di esposizione (anni)

Per il calcolo di EM si è fatto riferimento ai fattori di esposizione inseriti nella tabella 4.1 delle Linee Guida ISPRA di seguito riportata, come verrà descritto nel paragrafo seguente.

FATTORI DI ESPOSIZIONE (EF)		Simbolo	Unità di Misura	Residenziale		Industria
				Adulto	Bambino	Adulto
Peso corporeo		BW	kg	70	15	70
Tempo medio di esposizione per le sostanze cancerogene		ATc	anni	70	70	70
Tempo medio di esposizione per le sostanze non cancerogene		ATn	anni	ED	ED	ED
Durata di esposizione		ED	anni	24	6	25
Frequenza di esposizione		EF	giorni/anno	350	350	250
Frequenza giornaliera di esposizione		EFgi	ore/giorno	24	24	8
Tasso inalazione outdoor/indoor (*)	Attività fisica sedentaria	Bo/Bi	m^3/ora	0,90	0,70	0,90
	Attività fisica moderata			1,50	1,00	1,50
	Attività fisica intensa			2,50	1,90	2,50

(*) I tassi di inalazione sono applicabili indistintamente per ambienti aperti e confinati

Tabella 3.1 Fattori di esposizione utili per il calcolo della dose media giornaliera di aria inalata dal singolo recettore (Linee guida ISPRA, tabella 4.1)

Nel caso in oggetto è stato scelto di effettuare la valutazione del rischio considerando la esposizione per via inalatoria e per i diversi recettori umani, bersagli della contaminazione (adulti, bambini, lavoratori).

Sostanze non cancerogene

Per le sostanze non cancerogene la stima di EM viene effettuata assumendo il valore più conservativo tra l'esposizione dell'adulto e l'esposizione del bambino.

Sostanze cancerogene

Per le sostanze cancerogene il calcolo di EM viene condotto attraverso la sommatoria dell'esposizione dei due recettori mediante la formula seguente:

$$EM\left[\frac{m^3}{Kg \times giorno}\right] = \frac{BiAd \times EF_g \times EF \times ED_{Ad}}{BW_{Ad} \times AT \times 365\ \frac{giorni}{anno}} + \frac{BiBam \times EF_g \times EF \times ED_{Bam}}{BW_{Bam} \times AT \times 365\ \frac{giorni}{anno}}$$

3.2 Caratterizzazione del rischio

Alla fase di valutazione delle esposizioni segue la fase di caratterizzazione del rischio che si estrinseca attraverso l'integrazione del valore calcolato per la dose media giornaliera con l'informazione tossicologica quantitativa propria del contaminante.

Sostanze cancerogene

Il rischio per le sostanze cancerogene è calcolato attraverso la seguente formula:

$$R = LADD \times CSF$$

Dove:

R = rischio o ELCR (Estimated Lifetime Cancer Risk), definito come la probabilità incrementale dell'insorgenza di casi di tumore nel corso della vita causati dall'esposizione alla sostanza cancerogena in studio;

LADD= Lifetime Average Daily Dose (espressa in mg/kg giorno), esprime l'esposizione stimata mediante il calcolo delle dosi medie giornaliere assunte per sostanze cancerogene con meccanismo genotossico.

CSF = Cancer Slope Factor, esprime il potere cancerogeno di una sostanza e indica la probabilità incrementale di sviluppare un tumore se un individuo è esposto alla sostanza per tutta la vita. Il CSF indica la pendenza della curva dose-risposta, ossia il potenziale cancerogeno di una certa sostanza espressa in $[mg/kg\text{-}giorno]^{-1}$.

Per quanto riguarda il rischio dovuto all'esposizione inalatoria, sono disponibili in letteratura anche dei coefficienti di rischio definiti *inhalation unit risk* (UR o IUR), che possono essere applicati direttamente alle concentrazioni atmosferiche, per ricavare la stima di rischio:

$$R = C_{aria} \times UR$$

dove:

C = Concentrazione atmosferica del contaminante cui è esposta la popolazione, espressa in $\mu g/m^3$;

UR = *unit risk* inalatorio, definito come il rischio incrementale risultante dall'esposizione continuativa per tutta la vita ad una concentrazione di 1 $\mu g/m^3$, espresso in $[\mu g/m^3]^{-1}$.

Di seguito si riporta la formula che pone in relazione lo Slope Factor al corrispondente Unit Risk

$$SF_{inal} = IUR \left(\frac{70\ kg}{20\ m^3/giorno}\right) 1000 \frac{\mu g}{mg}$$

Sostanze non cancerogene

Il rischio **per le sostanze non cancerogene** è calcolato attraverso la seguente formula:

$$HQ = ADD / RfD_{inal}$$

Dove:

HQ = Hazard Quotient è il Quoziente di Pericolo ed esprime di quanto l'esposizione alla sostanza supera la dose di riferimento inalatoria (RfD_{inal});

ADD= Average Daily Dose, espressa in mg/kg giorno;

$RfD_{ina}l$= Inhalation Reference Dose è la stima della quantità massima di sostanza che può essere inalata giornalmente e per tutta la vita senza comportare apprezzabili rischi per la salute umana; è espressa in mg/kg-giorno.

3.3 Calcolo del rischio

Sia per R sia per HQ valgono le proprietà additive, ossia il rischio determinato da più sostanze e/o da più vie di esposizione, deve essere sommato.

Per calcolare il rischio associato all'esposizione a diverse sostanze e/o per differenti vie di esposizione, gli HQ calcolati per una singola sostanza e per una singola via di esposizione devono essere sommati per ottenere l'HI. Il termine HI "*Hazard Index*" o "*Indice di Pericolosità*", è dato dalla somma di due o più HQ e può essere relativo ad una singola sostanza per molteplici vie di esposizione, relativo a molteplici sostanze per una via di esposizione, o relativo a molteplici sostanze per molteplici vie di esposizione (EPA 1991).

3.4 Valutazione del rischio

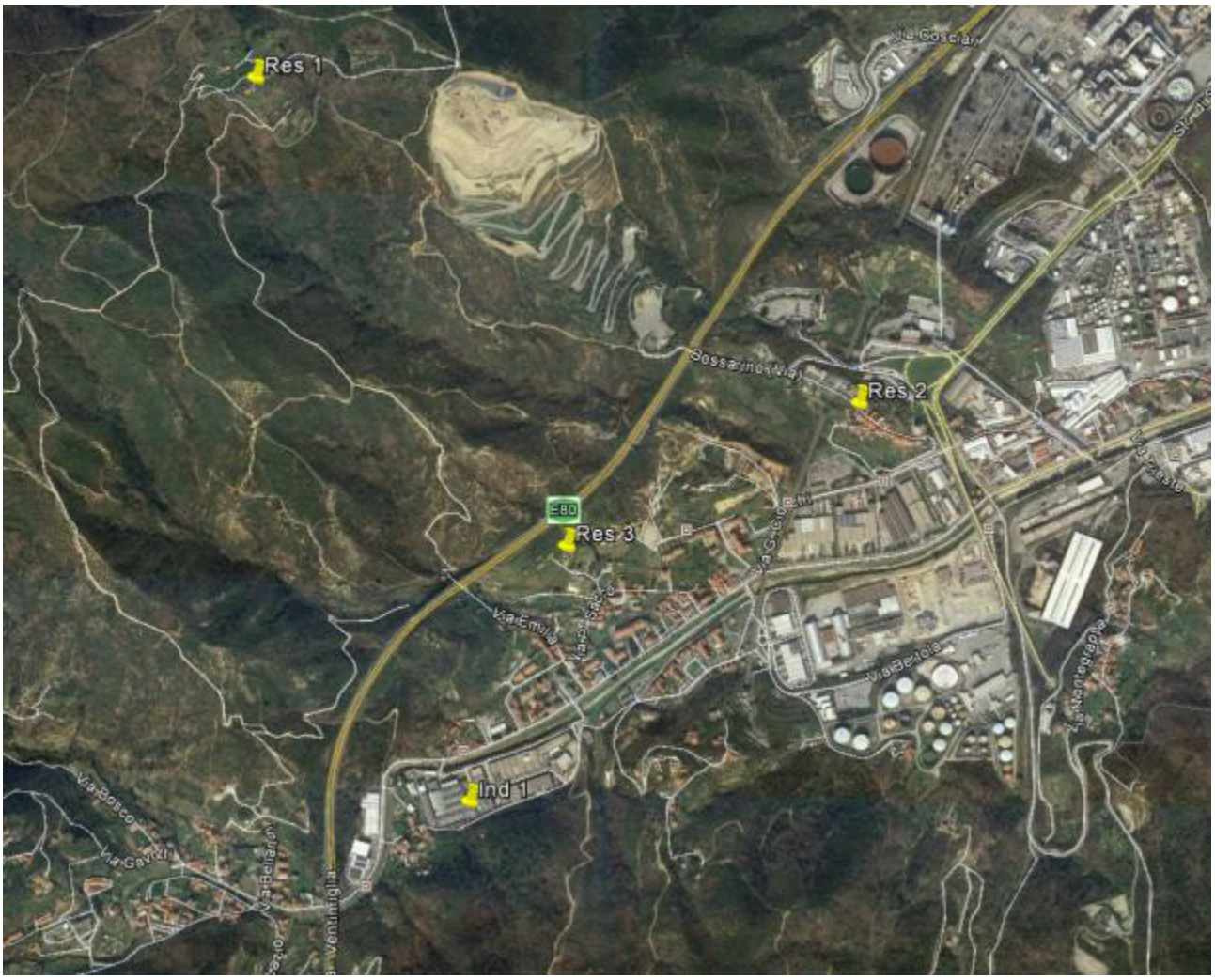
Il processo di valutazione termina confrontando il valore di rischio calcolato con i criteri di accettabilità del rischio, che per le sostanze non cancerogene con soglia di effetto coincide con il non superamento del valore RfD_{inal} ($HI \leq 1$) mentre, per le sostanze cancerogene l'US-EPA, nella valutazione del rischio cumulativo, ipotizza un valore "de minimis" pari a 10^{-6}, con interventi discrezionali nel range 10^{-4} e 10^{-6} e un intervento pianificato in caso di rischio superiore a 10^{-4}.

4. APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA AL CASO IN ESAME

4.1 Individuazione dei recettori umani

Ai fini dell'applicazione del RA per il caso in esame, è stato effettuata una analisi delle concentrazioni determinate dalle emissioni della discarica nel suo intorno al fine di individuare i recettori (residenziali e non) maggiormente esposti.

Di seguito sono elencati i recettori maggiormente esposti alle emissioni del futuro ampliamento della discarica ed il loro inquadramento territoriale.



Res 1 recettore residenziale posizionato a monte della discarica che risulta essere il più prossimo all'impianto (circa 420 m)

Res 2 recettore residenziale più esposto della località Bossarino (in posizione nord ovest)

Res 3 recettore residenziale posizionato nella valle di Vado Ligure che risulta essere il recettore residenziale maggiormente esposto alle emissioni dell'impianto

Ind 1 recettore industriale posizionato nella valle di Vado Ligure che risulta essere il recettore industriale maggiormente esposto alle emissioni dell'impianto

Figura 4.1 Recettori maggiormente esposti alle emissioni della discarica

La valutazione del rischio è stata pertanto focalizzata su tali recettori.

Di seguito si riportano i valori di concentrazione degli inquinanti rilevati presso i recettori suddetti.

	Coordinate UTM (m)		FASE 1			FASE 2		
			PM10	H2S	NOx	PM10	H2S	NOx
Recettori	x	y	[ng/m^3]	[ng/m^3]	[ng/m^3]	[ng/m^3]	[ng/m^3]	[ng/m^3]
Res 1	452488	4902482	23.84277	0.04415	315.81021	12.99120	0.03137	315.81021
Res 2	453897	4901716	10.20990	0.00567	333.31848	10.30633	0.00717	333.31848
Res 3	453210	4901391	39.96345	0.01999	1585.51770	37.24168	0.02283	1585.51770
Ind 1	452984	4900800	24.01950	0.04558	892.94604	20.68755	0.01585	892.94604

Tabella 4.1 Concentrazione dei contaminanti presso i recettori

4.2 Valutazione delle esposizioni

Esposizione a sostanze cancerogene

Dato che il modello di dispersione degli inquinanti in atmosfera ha restituito delle concentrazioni di benzene nulle presso tutti i punti del dominio di calcolo, nel presente studio non si è dato seguito alla valutazione del rischio cancerogeno.

Esposizione a sostanze non cancerogene

La valutazione del rischio per le sostanze non cancerogene è stata effettuata relativamente ai parametri PM10, H_2S ed NO_x.

La stima di EM è stata effettuata facendo riferimento alla tabella 4.1 riportata nelle linee guida ISPRA e scegliendo come tasso di inalazione outdoor/indoor la "Attività fisica moderata" a cui corrispondono i parametri Bi di seguito elencati.

- Bi Adulti (attività fisica moderata) = 1,50 m^3/ora
- Bi Bambini (attività fisica moderata) = 1,00 m^3/ora

Si specifica che come durata di esposizione (parametro ED) è stato preso un periodo pari alla durata della fase (5 anni sia per la fase 1 che per la fase 2).

Recettori "Popolazione residente" (Res 1; Res 2; Res 3)

La stima di EM presso i recettori residenziali è stata effettuata assumendo il valore più conservativo (ossia il valore più alto) tra l'esposizione dell'adulto e l'esposizione del bambino.

EM (Adulto) = 0,4932 [m^3/(Kg*giorno)]

EM (Bambino) = 1,5342 [m^3/(Kg*giorno)]

Per quanto sopra è stato scelto di effettuare la valutazione utilizzando EM del bambino.

Recettore "Lavoratori" (Ind 1)

La stima di EM presso Ind 1 è stata effettuata considerando l'esposizione dell'adulto.

EM (Adulto) = 0,1174 [m^3/(Kg*giorno)]

4.3 Caratterizzazione del rischio

Il rischio è stato calcolato attraverso la seguente formula:

$$HQ = ADD / RfD_{inal}$$

Per i recettori Res 1, Res 2, Res 3 e Ind 1 è stato calcolato il quoziente HQ relativo a ciascuno degli inquinanti considerati nelle due fasi di sviluppo della discarica.

4.3.1 Calcolo della dose media giornaliera (ADD)

A partire dai valori di EM, calcolati nel paragrafo precedente, sono stati calcolati i relativi ADD (Average Daily Dose) secondo la formula

$$E = ADD = C_{aria} \times EM^{1} \ (*)$$

FASE 1

Res 1

$ADD_{(PM10)}$ =0.00002384277 x 1,5342 = 3.658^{-05} mg/(kg*giorno)

$ADD_{(H2S)}$ = 0.00000004415x 1,5342 = 6.774^{-08} mg/(kg*giorno)

$ADD_{(NOx)}$ =0.00031581021 x 1,5342 = 4.845^{-04} mg/(kg*giorno)

Res 2

$ADD_{(PM10)}$ = 0.0000102099 x 1,5342 = 1.566^{-05} mg/(kg*giorno)

$ADD_{(H2S)}$ = 0.00000000567 x 1,5342 = 8.699^{-09} mg/(kg*giorno)

$ADD_{(NOx)}$ = 0.00033331848 x 1,5342 = 5.114^{-04} mg/(kg*giorno)

Res 3

$ADD_{(PM10)}$ = 0.00003996345 x 1,5342 = $6,131^{-05}$ mg/(kg*giorno)

ADD(H2S) = 0.00000001999 x 1,5342 = 3.067^{-08} mg/(kg*giorno)

ADD(NOx) = 0.001585518 x 1,5342 = 2.433^{-03} mg/(kg*giorno)

[1] C_{aria} viene espressa in mg/m^3

Ind 1

ADD(PM10) = 0.0000240195 x 0,1174 = 2.820^{-06} mg/(kg*giorno)

ADD(H2S) = 0.00000004558 x 0,1174 = 5.352^{-09} mg/(kg*giorno)

ADD(NOx) = 0.000892946 x 0,1174 = 1.0485^{-04} mg/(kg*giorno)

FASE 2

Res 1

$ADD_{(PM10)}$ = 0.0000129912 x 1,5342 =1.993^{-05} mg/(kg*giorno)

$ADD_{(H2S)}$ = 0.00000003137 x 1,5342 = 4.813^{-08} mg/(kg*giorno)

$ADD_{(NOx)}$ = 0.00031581021 x 1,5342 = 4.845^{-04} mg/(kg*giorno)

Res 2

$ADD_{(PM10)}$ = 0.00001030633 x 1,5342 = 1.581^{-05} mg/(kg*giorno)

$ADD_{(H2S)}$ = 0.00000000717 x 1,5342 = 1.100^{-08} mg/(kg*giorno)

$ADD_{(NOx)}$ = 0.00033331848 x 1,5342 = 5.114 $^{-04}$mg/(kg*giorno)

Res 3

$ADD_{(PM10)}$ = 0.00003724168 x 1,5342 =5.714^{-05}mg/(kg*giorno)

$ADD_{(H2S)}$ = 0.00000002283 x 1,5342 = 3.503^{-08} mg/(kg*giorno)

$ADD_{(NOx)}$ = 0.001585518 x 1,5342 = 2.433^{-03} mg/(kg*giorno)

Ind 1

$ADD_{(PM10)}$ = 0.00002068755 x 0,1174 = 2.429^{-06} mg/(kg*giorno)

$ADD_{(H2S)}$ = 0.00000001585 x 0,1174 = 1.861^{-09} mg/(kg*giorno)

$ADD_{(NOx)}$ = 0.000892946 x 0,1174 = 1.048^{-04} mg/(kg*giorno)

4.3.2 Definizione dei valori di Inhalation Reference Dose (RfDinal)

Polveri

Per il parametro polveri, che è stato cautelativamente assimilato a PM10, Il valore di Inhalation Reference Dose (RfDinal) è stato desunto dal documento “Valutazione del rischio sanitario dovuto all’esposizione della popolazione all’inquinamento atmosferico in area urbana” redatto da Politecnico di Torino e Golder Associates e Ecole Centrale, Lyon. In Allegato C al presente documento si riporta il suddetto studio.

NO_x

Con il termine NO_x vengono indicati genericamente l'insieme dei due più importanti ossidi di azoto a livello di inquinamento atmosferico ossia l'ossido di azoto (NO) e il biossido di azoto (NO_2). L'NO_2 è, tra i vari ossidi di azoto, il più importante per la salute umana; questo gas è 4 volte più pericoloso dell'NO. Pertanto, ai fini della presente valutazione, il parametro NO_x cautelativamente assimilato a NO_2.

Per il parametro NO_2, il valore di Inhalation Reference Dose (RfD_{inal}) è stato desunto dal documento "Valutazione del rischio sanitario dovuto all'esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico in area urbana" redatto da Politecnico di Torino e Golder Associates e Ecole Centrale, Lyon. In Allegato C al presente documento si riporta il suddetto studio.

H_2S

Non essendo disponibile un dato di RfD_{inal} di letteratura, per tale parametro, è stato calcolato un valore di $RfDi_{nal}$ facendo riferimento al livello di non effetto avverso (NOAEL – No Observed Adverse Effect Level) indicato da US EPA nel documento "Integrated Risk Information System (IRIS) Chemical Assessment Summary - National Center for Environmental Assessment" in Allegato D, pari a :

$$NOAEL = 0{,}64\ mg/m^3$$

Sulle base delle informazioni relative a: tassi di inalazione, frequenza di esposizione, frequenza giornaliera di esposizione, peso corporeo desunti dalla tabella 4.1 delle Linee Guida ISPRA è stato calcolato un valore di RfD_{inal} per l'acido solfidrico per popolazione residente e per popolazione lavoratrice.

Inhalation Reference Dose (RfD_{inal}) utilizzati

Di seguito si riportano i valori di RfD_{inal} utilizzati per il calcolo dei quozienti di pericolosità (HQ):

$RfD_{inal}(PM10) = 0{,}011$ mg / (kg*giorno)

$RfD_{ina}I(H_2S)$ industriale $= 0{,}075146$ mg / (kg*giorno)

$RfD_{ina}I(H_2S)$ residenziale $= 0{,}98192$ mg / (kg*giorno)

$RfD_{inal}(NO_2) = 0.011$ mg / (kg*giorno)

4.3.3 Calcolo dei quozienti di pericolo

FASE 1

Res 1

HQ (Polveri) = 3.658^{-05} / 0,011 = 0,003325517

HQ (H_2S) = 6.774^{-08} / 0,981917808 = 6.89844^{-08}

HQ (NO_2) = 4.845^{-04} / 0.011 = 0.044048248

Res 2

HQ (Polveri) = 1.566^{-05} / 0,011 = 0,001424046

HQ (H_2S) = 8.699^{-09} / 0,981917808 = 8.85938^{-09}

HQ (NO_2) = 5.114^{-04} / 0.011 = 0.046490249

Res 3

HQ (Polveri) = $6,131^{-05}$ / 0,011 = 0,005573981

HQ (H_2S) = 3.067^{-08}/ 0,981917808 = 3.12344^{-08}

HQ (NO_2) = 2.433^{-03} / 0.011 = 0.221143191

Ind 1

HQ(Polveri) = 2.820^{-06} / 0,011 = 0,00025639

HQ (H_2S) = 5.352^{-09} / 0,075146771 = 7.12188^{-08}

HQ (NO_2) = 1.0485^{-04} / 0.011 = 0,009531536

FASE 2

Res 1

HQ (Polveri) = 1.993^{-05}/ 0,011 = 0,001811973

HQ (H_2S) =4.813^{-08} / 0,981917808 = 4.90156^{-08}

HQ (NO_2) =4.845^{-04} / 0.011 = 0.044048248

Res 2

HQ (Polveri) = 1.581^{-05} / 0,011 = 0,001437496

HQ (H_2S) = 1.100^{-08}/ 0,981917808 = 1.12031^{-08}

HQ (NO_2) =5.114^{-04}/ 0.011 = 0.046490249

Res 3

HQ (Polveri) = 5.714^{-05} / 0,011 = 0,005194356

HQ (H_2S) = 3.503^{-08} / 0,981917808 = 3.56719^{-08}

HQ (NO_2) = 2.433^{-03} / 0.011 = 0.221143191

Ind 1

HQ(Polveri) = 2.429^{-06} / 0,011 = 0,000220824

HQ (H_2S) = 1.861^{-09} / 0,075146771 = 2.47656^{-08}

HQ (NO_2) = 1.048^{-04} / 0.011 = 0.009531536

4.3.4 Calcolo dell'indice di pericolosità (HI)

FASE 1

HI(Res 1) = HQ(Polveri) + HQ (H_2S) + HQ (NO_2) = 0,047373835

HI(Res 2) = HQ(Polveri) + HQ (H_2S) + HQ (NO_2) = 0,047914303

HI(Res 3) = HQ(Polveri) + HQ (H_2S) + HQ (NO_2) = 0,226717203

HI(Ind 1) = HQ(Polveri) + HQ (H_2S) + HQ (NO_2) = 0,009787997

FASE 2

HI(Res 1) = HQ(Polveri) + HQ (H_2S) + HQ (NO_2) = 0,045860271

HI(Res 2) = HQ(Polveri) + HQ (H_2S) + HQ (NO_2) = 0,047927756

HI(Res 3) = HQ(Polveri) + HQ (H_2S) + HQ (NO_2) = 0,226337583

HI(Ind 1) = HQ(Polveri) + HQ (H_2S) + HQ (NO_2) = 0,009752385

4.4 Valutazione del Rischio

Gli indici di pericolosità sopra calcolati sono stati confrontati con il criterio di accettabilità del rischio, che per le sostanze non cancerogene con soglia di effetto coincide con il valore di HI≤1.

Nella tabella seguente si riporta la sintesi degli indici di pericolosità calcolati.

RECETTORE	HI (HAZARD INDEX)	
	FASE 1	FASE 2
Res 1	0,047373835	0,045860271
Res 2	0,047914303	0,047927756
Res 3	0,226717203	0,226337583
Ind 1	0,009787997	0,009752385

Tabella 4.2 Sintesi degli indici di pericolosità calcolati

In considerazione del fatto che il valore di HI calcolato per tutti i recettori in entrambi gli scenari valutati è risultato inferiore a 1, in accordo con quanto riportato nelle Linee Guida ISPRA per la Valutazione Integrata di Impatto ambientale e sanitario, si può ritenere che il rischio sanitario derivante dall'esposizione alle emissioni della discarica negli scenari di progetto sia contenuto in valori di rischio accettabili.

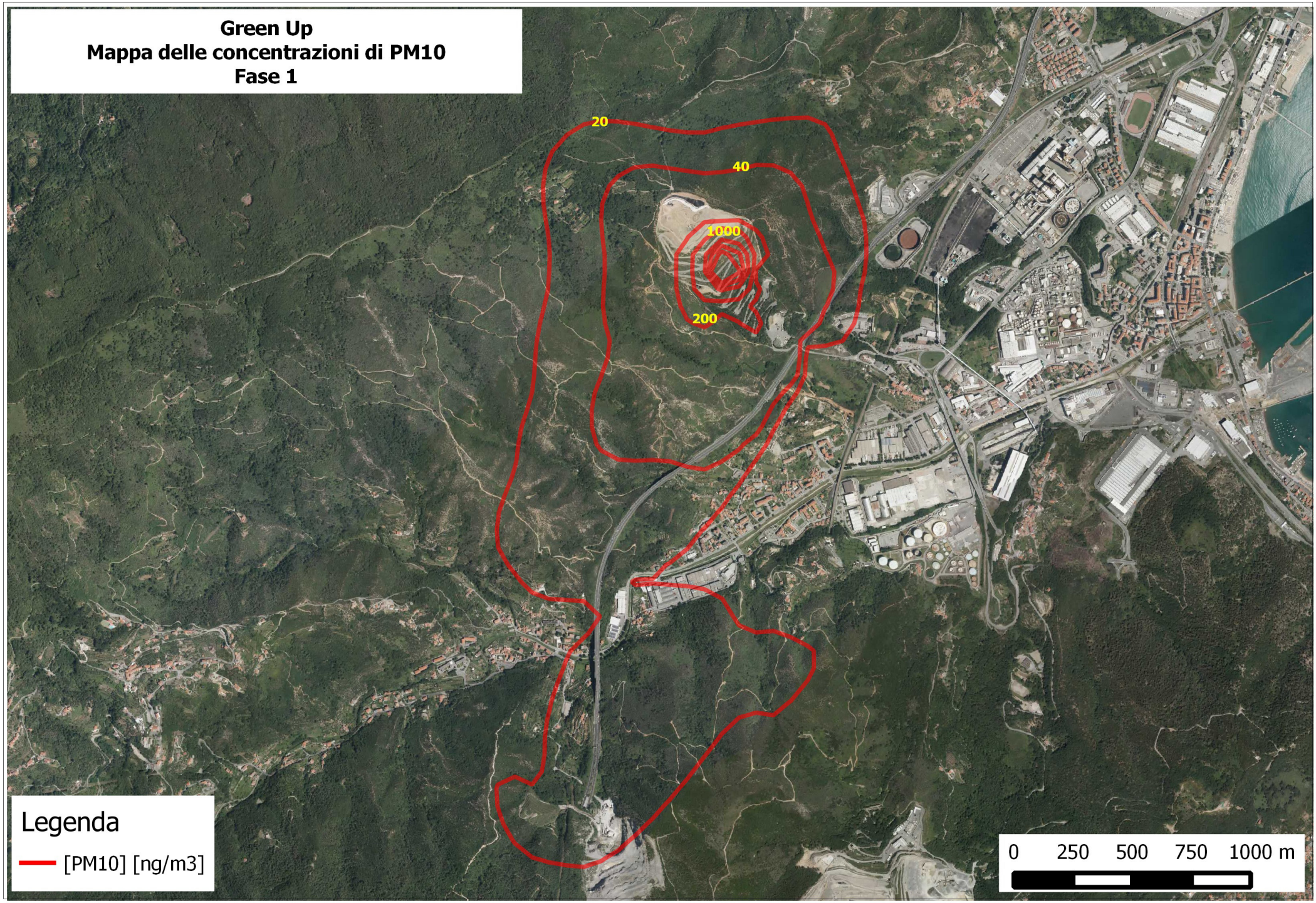
Allegato A:

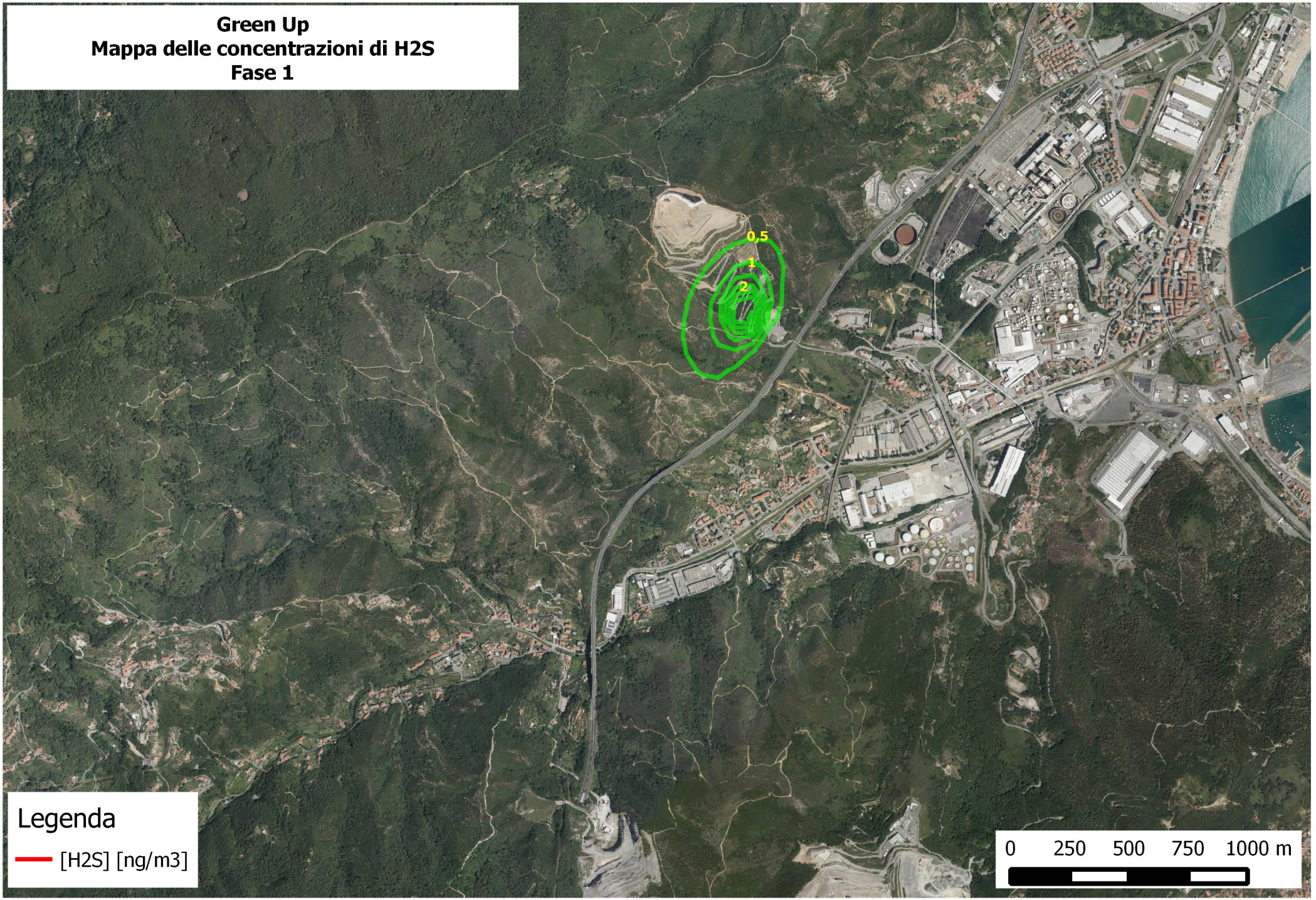
Mappe di dispersione degli inquinanti atmosferici - Fase 1

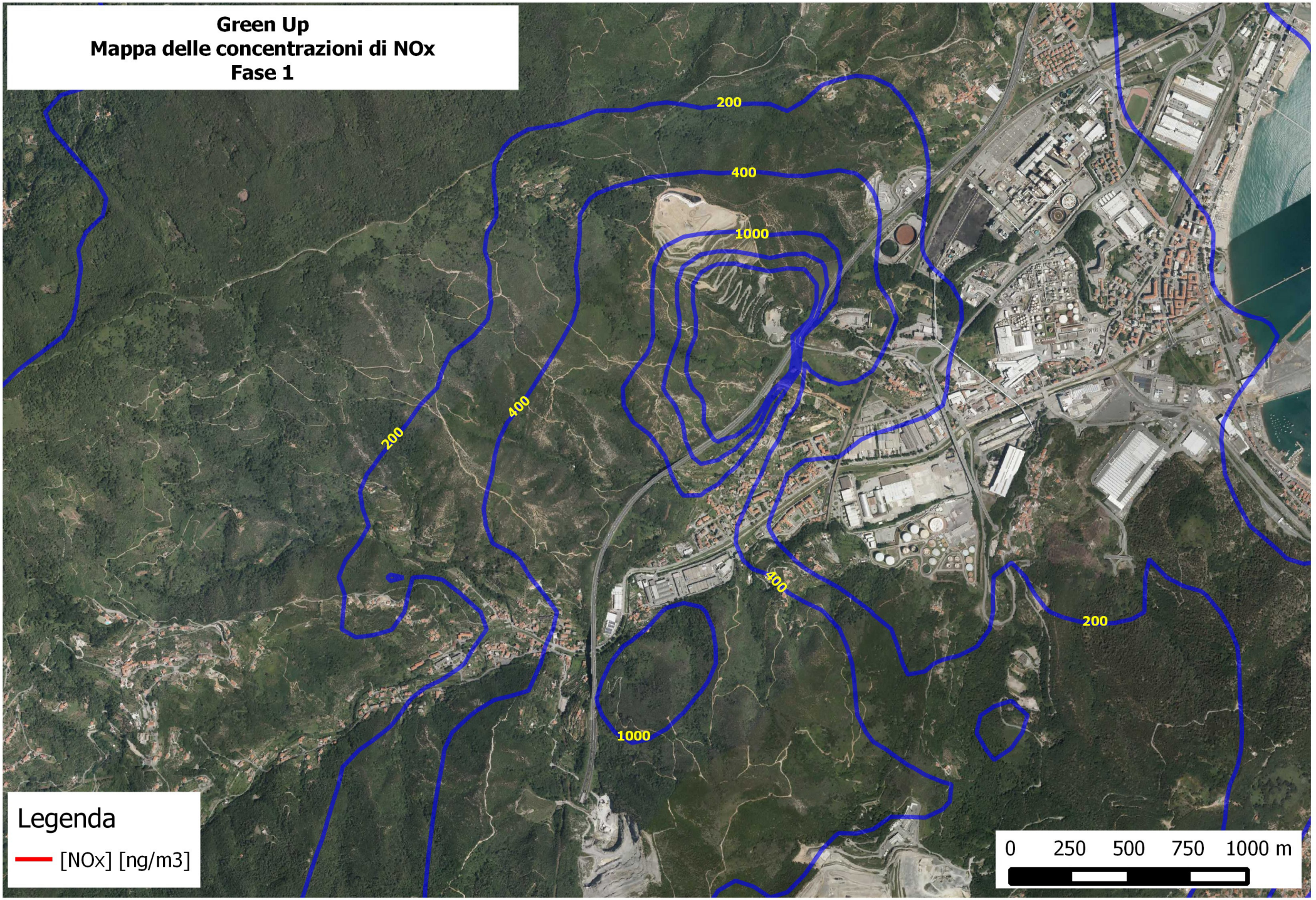
Concentrazione di Polveri

Concentrazione di H_2S

Concentrazione di NO_x


Green Up
Mappa delle concentrazioni di PM10
Fase 1
20
40
1000
200
Legenda
[PM10] [ng/m3]
0
250
500
750
1000 m


Green Up
Mappa delle concentrazioni di H2S
Fase 1
0,5
1
2
Legenda
[H2S] [ng/m3]
0
250
500
750
1000 m


Green Up
Mappa delle concentrazioni di NOx
Fase 1
200
400
1000
400
200
400
200
1000
Legenda
[NOx] [ng/m3]
0 250 500 750 1000 m

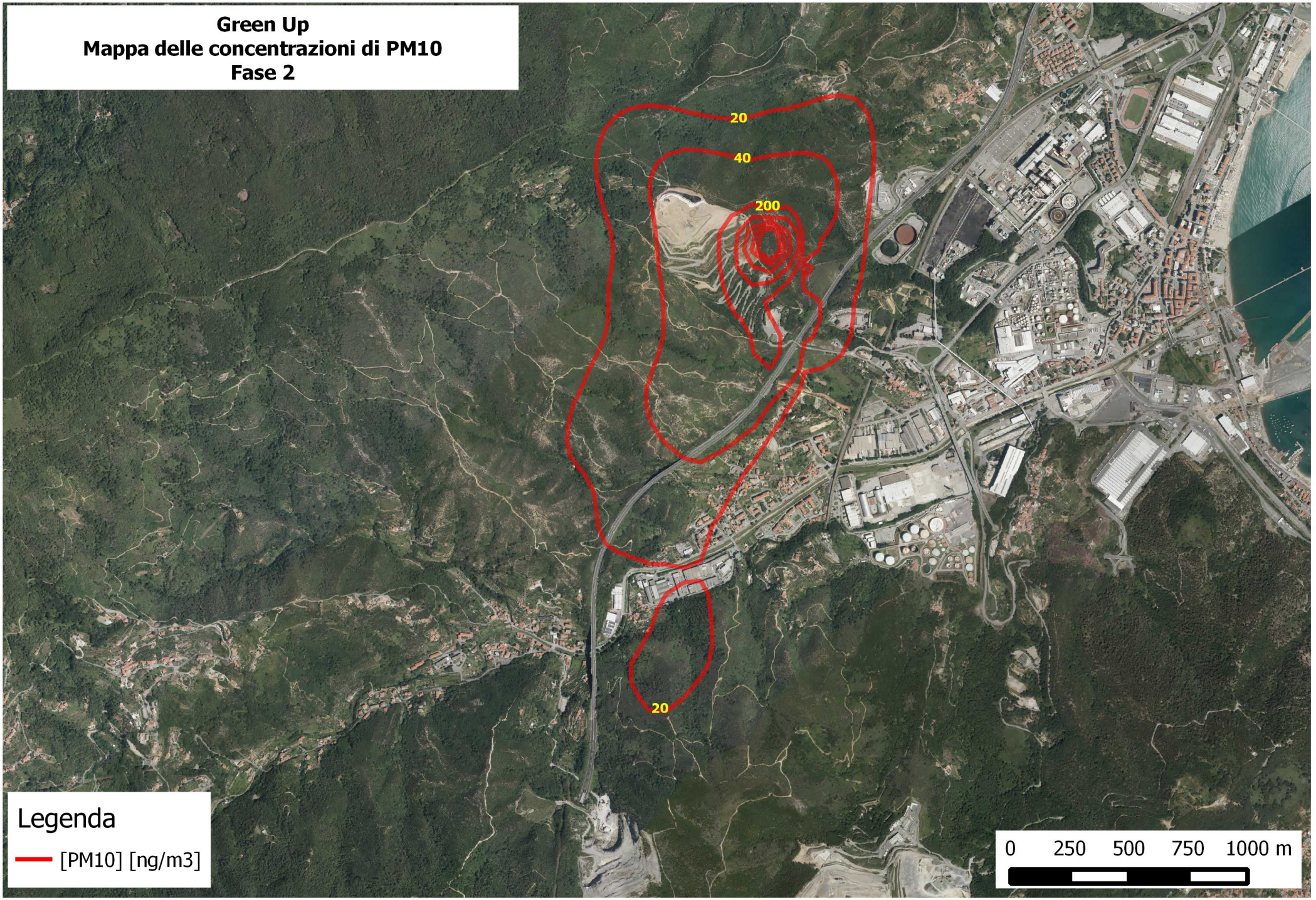
Allegato B:

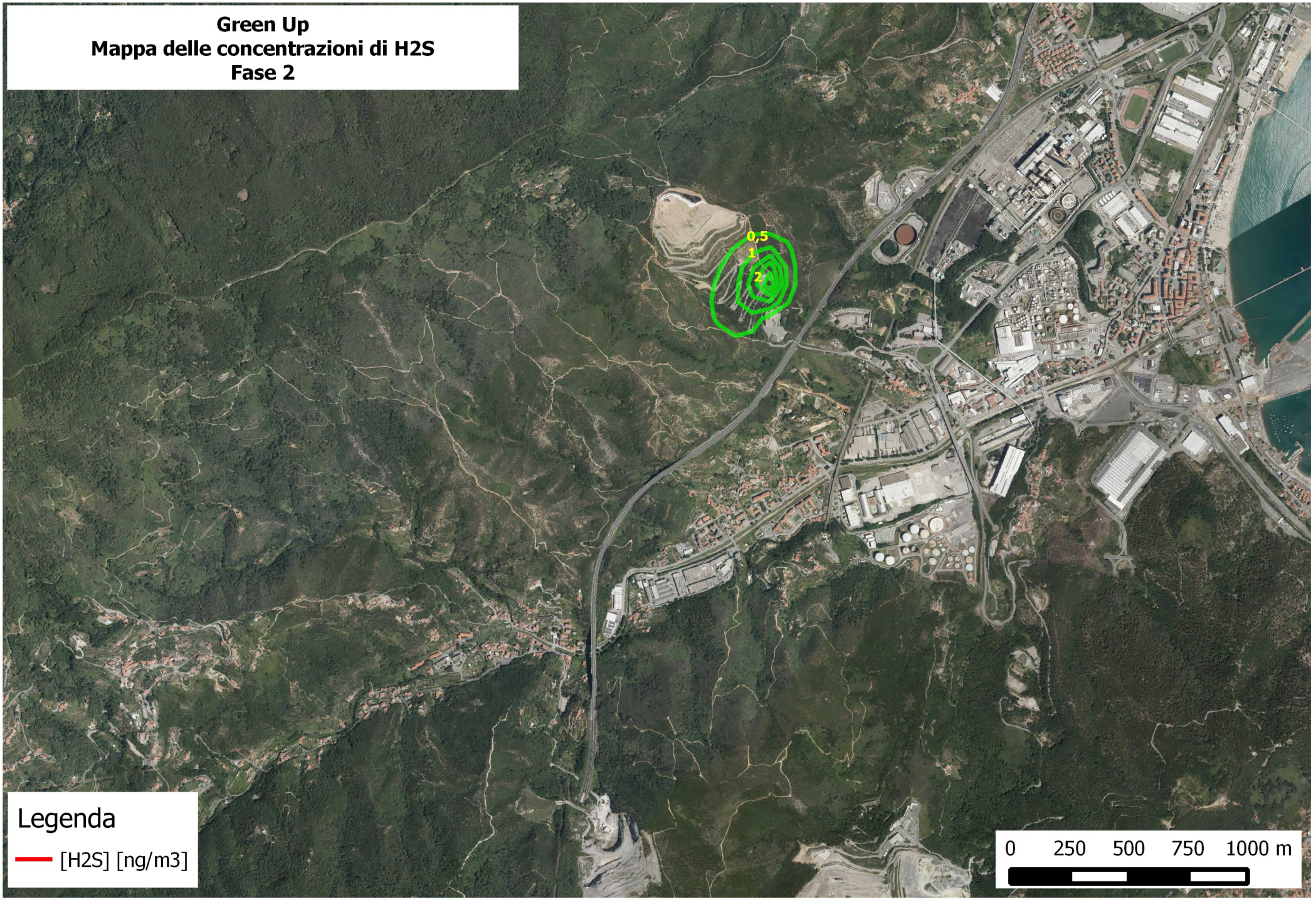
Mappe di dispersione degli inquinanti atmosferici - Fase 2

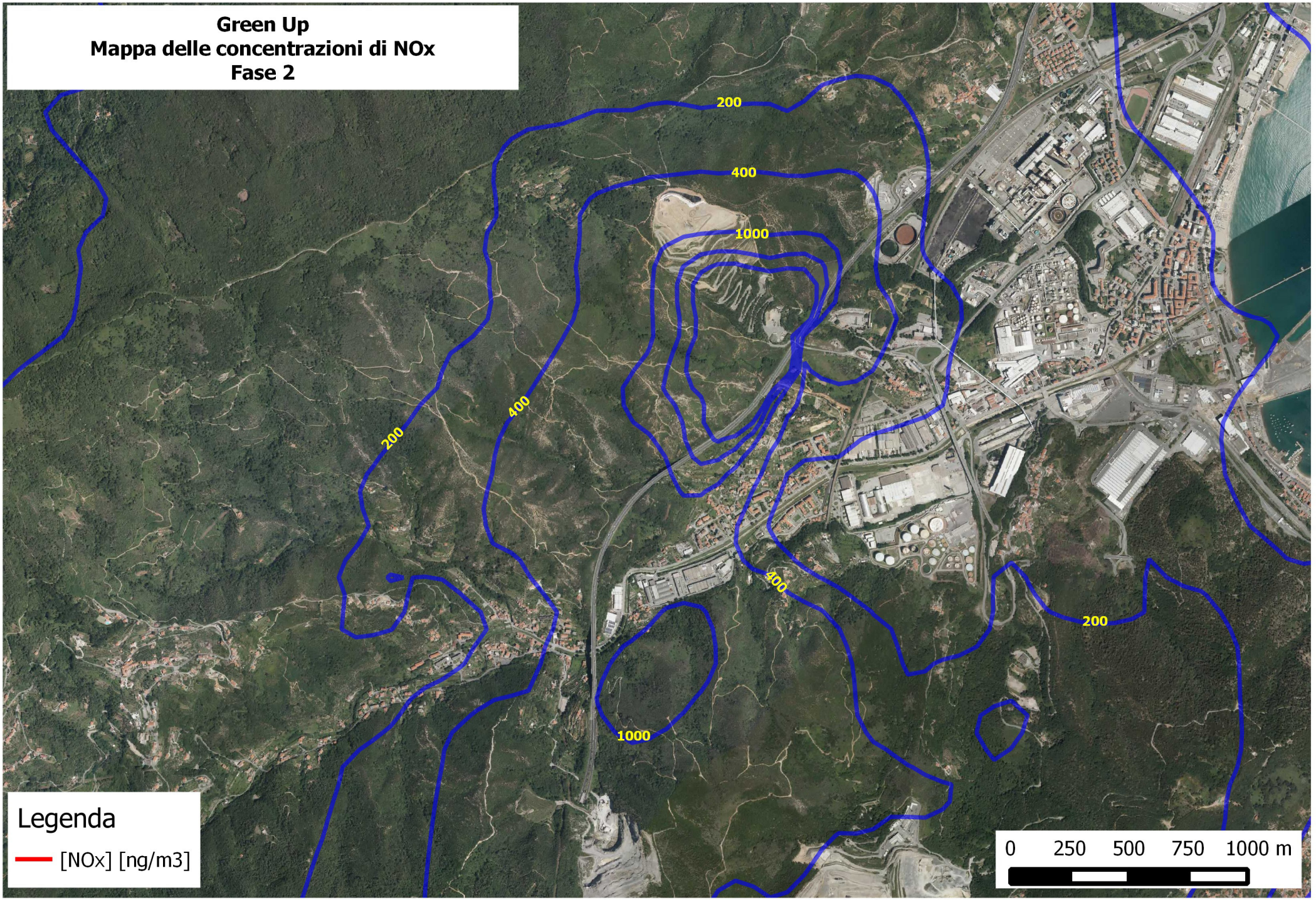
Concentrazione di Polveri

Concentrazione di H_2S

Concentrazione di NO_x


Green Up
Mappa delle concentrazioni di PM10
Fase 2
20
40
200
20
Legenda
[PM10] [ng/m3]
0
250
500
750
1000 m


Green Up
Mappa delle concentrazioni di H2S
Fase 2
0,5
1
2
Legenda
[H2S] [ng/m3]
0
250
500
750
1000 m


Green Up
Mappa delle concentrazioni di NOx
Fase 2
200
400
1000
400
200
400
200
1000
Legenda
[NOx] [ng/m3]
0 250 500 750 1000 m

Allegato C:

Valutazione del rischio sanitario dovuto all'esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico in area urbana" - Politecnico di Torino, Golder Associates, Ecole Centrale, Lyon.

Valutazione del rischio sanitario dovuto all'esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico in area urbana

Valeria Garbero vgarbero@golder.it - Politecnico di Torino e Golder Associates, Natasa Lazovic - Golder Associates, Torino, Stefano Berrone - Politecnico di Torino, Pietro Salizzoni e Lionel Soulhac – Ecole Centrale, Lyon

Riassunto

Lo scopo del presente studio è quello di presentare una metodologia integrata per il calcolo del rischio sanitario dovuto all'esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico urbano e mostrare un'applicazione alla città di Torino. Tale metodologia consiste nel calcolare la distribuzione della concentrazione di inquinanti emessi dal traffico veicolare mediante un modello di dispersione urbana e valutare il rischio sanitario a cui è esposta la popolazione residente. Lo studio ha permesso di valutare l'effetto del rinnovamento del parco macchine sulla qualità dell'aria e sulla salute dei cittadini, oltre ad aver mostrato la potenzialità della metodologia proposta quale strumento di indagine per valutare l'efficacia di politiche ambientali per ridurre l'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute umana.

Summary

Aim of the present study is to describe an integrated methodology that quantifies the impact of the urban air pollution on the human health and show an application to the city of Turin. This methodology consists in calculating the pollutant distribution due to vehicular traffic emission by means of an urban dispersion model and evaluating the population exposure and the health risk The study allowed to evaluate the effect of the renewal of the vehicle fleet on air quality and population health and showed the potentiality of the proposed methodology in investigating the efficiency of environmental politics to reduce the impact of air pollution on the human health.

1. Introduzione

La contaminazione ambientale da microinquinanti persistenti in area urbana, in particolare polveri sottili, ossidi di azoto, ozono e benzene, è oggetto di crescente preoccupazione e la necessità di sviluppare appropriate metodologie per quantificare l'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute della popolazione è divenuta essenziale.

La metodologia proposta, descritta nel paragrafo 2, consiste nel valutare l'esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico, stimando la variabilità spaziale e temporale della concentrazione degli inquinanti emessi in aria dal traffico veicolare e la durata e la frequenza dell'esposizione, e nel calcolare l'introito medio giornaliero di inquinante che, associato alle caratteristiche tossicologiche della sostanza in questione, fornisce il rischio sanitario. La metodologia è stata applicata alla città di Torino ipotizzando scenari differenti per quanto riguarda la composizione del parco macchine e ha permesso di valutare l'effetto del rinnovamento del parco macchine sulla salute della popolazione, come discusso nel paragrafo 3.

2. Metodologia

Al fine di quantifcare l'esposizione della popolazione all'inquinamento urbano e il rischio sanitario che ne deriva, i principali fattori da considerare sono:

- la concentrazione degli inquinanti;
- la durata e la frequenza dell'esposizione;
- le caratteristiche chimiche, fisiche e tossicologiche delle sostanze inquinanti.

Il calcolo della distribuzione della concentrazione di inquinanti è effettuato mediante un modello di dispersione su scala urbana, SIRANE, sviluppato presso l'Ecole Centrale de Lyon [1]. SIRANE si basa sulla decomposizione del dominio di calcolo in due regioni distinte, l'atmosfera esterna e la regione prossima al suolo occupata dagli edifici, detta "tessuto urbano"; la descrizione dei fenomeni di trasporto di massa nelle due regioni è fatta adottando modelli matematici diversi. Il campo di moto dell'atmosfera esterna è descritto mediante la teoria di similitudine dello strato limite e la dispersione di inquinanti sopra il livello dei tetti è simulata adottando un modello gaussiano di seconda generazione. Il tessuto urbano è descritto come un insieme di strade interconnesse; ogni strada è rappresentata come una cavità di sezione rettangolare, caratterizzata da una larghezza W, una lunghezza L e un'altezza H. Il campo di vento nelle singole strade è calcolato in funzione dell'intensità e della direzione del vento nell'atmosfera esterna, adottando un modello analitico sviluppato su basi teoriche e validato mediante simulazioni numeriche [2]. La concentrazione media C_{street} in ciascuna strada è determinata per mezzo di un modello a scatola o 'box', effettuando un bilancio dei flussi di inquinanti entranti ed uscenti dal volume dell'intera strada, assunto come volume di controllo. In condizioni stazionarie, il bilancio di massa può essere espresso come:

$$Q_s + Q_{in} - HWU_{street}C_{street} - Q_{turb} = 0$$

dove Q_s rappresenta la portata di inquinanti emessi all'interno del volume della strada; Q_{in} rappresenta il flusso di inquinanti dovuto agli scambi di massa che hanno luogo nell'intersezione a monte della strada. La modellizzazione di tali fenomeni è descritta da un tensore di scambio di massa turbolento, funzione della variabilità della direzione del vento al di sopra dei tetti [3]. $HWU_{street}C_{street}$ rappresenta il flusso di inquinanti uscente dal volume della strada, trasportato dalla componente media del campo di moto nella strada, mentre Q_{turb} rappresenta il flusso di inquinanti scambiato per diffusione turbolenta all'interfaccia strada-atmosfera ed è modellato mediante un approccio diffusivo.

I dati di input richiesti dal modello per calcolare l'evoluzione oraria della concentrazione nelle strade del quartiere riguardano la geometria urbana, le emissioni, le condizioni meteorologiche dell'atmosfera esterna e la concentrazione rappresentativa del fondo urbano.

In Figura 1 è mostrata l'area dello studio, che consiste nei quartieri centrali della città di Torino, e la geometria del dominio, che è rappresentata mediante segmenti (strade) connessi da nodi (intersezioni). Le emissioni considerate nello studio sono quelle relative al traffico veicolare; l'effeto delle altre emissioni sono prese in considerazione dalla concentrazione di fondo. Il calcolo delle emissioni di PM_{10}, NO_2 e benzene è stato effettuato mediante il programma COPERT 4 a partire dai dati di flusso di traffico forniti da 5T, e riferiti al 2004, e dalla composizione del parco macchine di Torino

fornito dall'ACI. Sono stati ipotizzati 3 scenari relativi alla composizione del parco macchine (scenario passato-2004, scenario presente - 2007, scenario futuro), al fine di valutare qual è l'impatto del rinnovamento del parco macchine sulla qualità dell'aria e sulla salute umana. I dati meteorologici orari utilizzati dal modello si riferiscono al 2004 e sono stati misurati presso la stazione meteorologica di via della Consolata, all'interno dell'area di studio. La concentrazione di fondo utilizzata si riferisce ad una stazione di fondo urbana esterna al dominio.



Fig. 1 – *Area di studio: quartieri centrali della città di Torino*

Per una stima ottimale dell'esposizione sarebbe necessario conoscere come la popolazione trascorre il proprio tempo, distinguendo tra vari microambienti (casa, lavoro, esterno, etc.) e valutando le ore trascorse in ciascuno di essi dagli individui (time-activity patterns); essendo tuttavia tali informazioni non disponibili per la città di Torino, e comunque in generale difficilmente reperibili, si è adottato un approccio"statico" [4], ove l'esposizione all'inquinamento urbano è calcolata combinando, con un dettaglio geometrico delle strade, la distribuzione della concentrazione degli inquinanti, calcolata da SIRANE, con la distribuzione della densità della popolazione, fornita dal Comune di Torino.
La valutazione del rischio consiste quindi nel calcolare l'introito dovuto all'inalazione degli inquinanti presenti in aria, noti i parametri di esposizione dei recettori e la concentrazione degli inquinanti. La concentrazione C a cui i recettori sono esposti è la media delle concentrazioni medie annuali calcolate da SIRANE nel dominio considerato pesata sulla popolazione esposta, mentre i fattori di esposizione considerati si riferiscono allo scenario residenziale (Tabella 1). L'introito medio giornaliero (cronhicle daily intake, CDI) è calcolato come:

$$CDI = \frac{C \times IR \times ED \times EF}{BW} \times \frac{1}{AT}$$

	Simbolo	UM	Adulto	Bambino
Peso corporeo	BW	kg	70	15
Tempo medio di esposizione per le sostanze non	ATc	anni	70	70

cancerogene				
Tempo medio di esposizione per le sostanze cancerogene	ATn	anni	ED	ED
Durata di esposizione	ED	anni	24	6
Frequenza di esposizione	EF	giorni/anno	350	350
Frequenza giornaliera di esposizione	EFg	ore/giorno	24	24
Tasso di inalazione	IR	m^3/ore	0.9	0.7

Tab. 1 – *Fattori di esposizione per adulto e bambino nello scenario residenziale [5]*

La determinazione del rischio di tossicità cronica avviene confrontando l'introito medio giornaliero con una dose di riferimento (Reference Dose, RfD), funzione delle caratteristiche tossicologiche della sostanza inquinante; se l'indice di rischio HI=CDI /RfD è inferiore ad 1, nessun effetto dannoso per la salute compare. Il rischio di cancerogenicità è invece stimato come incremento di probabilità per un individuo di sviluppare il cancro durante la vita per effetto dell'esposizione ad una sostanza cancerogena ed è definito R=CDIxSF, dove SF (slope factor) rappresenta la pendenza della retta che esprime la funzione lineare dose/risposta per la sostanza considerata. Si assume quale valore accettabile di rischio R 10^{-6}, criterio di tollerabilità del rischio stabilito nell'ambito della procedura di analisi di rischio ai siti contaminati. I parametri tossicologici sono descritti in Tabella 2 e sono stati ricavati dai valori limite per la qualità dell'aria imposti dalla normativa (DM 60/02), per PM_{10} e NO_2, e dalla banca dati ISS-ISPEL, per il benzene (C_6H_6).

	Symbol	UM	PM_{10}	NO_2	C_6H_6
Dose di riferimento	RfD	mg/kg-day	1.1 10^{-2}	1.1 10^{-2}	8.6 10^{-3}
Slope Factor	SF	$[mg/kg\text{-}day]^{-1}$	-	-	2.7 10^{-2}

Tab. 2 – *Parametri tossicologici delle sostanze considerate nello studio*

3. Risultati

I risultati del modello SIRANE sono stati validati confrontando l'evoluzione oraria delle concentrazioni simulate e di quelle misurate presso le 3 stazioni di monitoraggio presenti nel dominio (Consolata, Rivoli e Madama Cristina), relativamente al 2004; l'accordo, valutato mediante i parametri statistici BOOT, è piuttosto buono.
Le mappe della concentrazione media annuale di ciascun inquinante sono state associate alla distribuzione spaziale della densità abitativa per ottenere mappe di esposizione, che permettono di visualizzare le aree più critiche della città in termini di popolazione esposta. In Figura 2 l'esposizione della popolazione è rappresentata come numero di abitanti esposti alla concentrazione degli inquinanti PM_{10}, NO_2 e benzene, mentre in Figura 3 è mostrata la mappa di esposizione della popolazione al PM_{10}, espressa in $(abitanti/km^2)*(\mu g/m^3)$.

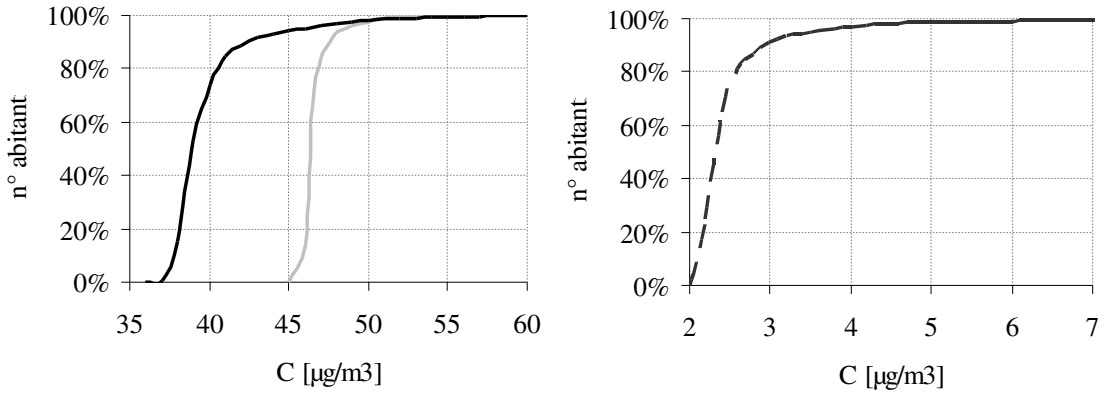


Fig. 2 – *Popolazione esposta al PM_{10} (linea grigia), NO2 (linea nera) e benzene (linea tratteggiata).*

Si osserva che l'intera popolazione è esposta a valori di concentrazione superiori al valore limite annuale per il PM_{10} di 40 µg/m^3 (DM 60/02), mentre il 20% della popolazione è esposta a valori superiori al valore limite annuale per l'NO_2 di 40 µg/m^3 (DM 60/02) e il 2% a valori superiori al valore limite annuale per il benzene di 5 µg/m^3 (DM 60/02).



Fig. 3 – *Esposizione della popolazione al PM_{10} [(abitanti/km^2)*(µg/m^3)]*

L'indice del rischio e il rischio di cancerogenicità sono calcolati per i recettori adulto e bambino nello scenario residenziale e sono presentati in Tabella 3 per i diversi scenari ipotizzati.

	2004		2007		Futuro	
	HI	R	HI	R	HI	R

PM_{10}	1.22	-	1.10	-	0.98	-
NO_2	1.06	-	0.96	-	0.70	-
C_6H_6	0.09	$2.1\ 10^{-5}$	0.06	$1.4\ 10^{-5}$	0.02	$5.4\ 10^{-6}$
Σ	**2.37**	$\mathbf{2.1\ 10^{-5}}$	**2.12**	$\mathbf{1.4\ 10^{-5}}$	**1.70**	$\mathbf{5.4\ 10^{-6}}$
PM_{10}	4.43	-	4.00	-	3.55	-
NO_2	3.83	-	3.49	-	2.53	-
C_6H_6	0.34	$7.8\ 10^{-5}$	0.21	$4.9\ 10^{-5}$	0.08	$2.0\ 10^{-5}$
Σ	**8.60**	$\mathbf{7.8\ 10^{-5}}$	**7.71**	$\mathbf{4.9\ 10^{-5}}$	**6.16**	$\mathbf{2.0\ 10^{-5}}$

Tab. 3 – *Parametri tossicologici delle sostanze considerate nello studio*

I valori in tabella mostrano un rischio cumulativo per le sostanze cancerogene e non cancerogene che è superiore ai valori ritenuti "accettabili", sebbene il rinnovamento del parco macchine abbia prodotto una riduzione del 10% dal 2004 al 2007 e un'ulteriore riduzione del 20% sia prevista per lo scenario futuro.

3. Conclusioni

The study presents an integrated methodology to evaluate the impact of air pollution on human health and shows the capabilities of the urban dispersion model SIRANE to investigate the effects, associated to management strategies, traffic plans and emission reduction policies, on air quality. SIRANE can be an important tool for Public Authority decision maker.
Scopo dello studio è stato quello di presentare una metodologia che integra un modello di dispersione di inquinante su scala urbana, per il calcolo della variabilità spaziale e temporale della concentrazione di inquinanti emessi dal traffico veicolare, e la valutazione del rischio sanitario dovuto all'esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico urbano.
La metodologia proposta è stata quindi applicata alla città di Torino e il calcolo del rischio sanitario è stato effettuato per gli inquinanti PM_{10}, NO_2 e benzene in tre scenari differenti, distinti dalla composizione del parco macchine (scenario passato, presente e futuro). Lo studio ha permesso di valutare l'effetto delle politiche di rinnovamento del parco macchine sulla qualità dell'aria e quindi sulla salute dei cittadini, ma soprattutto ha mostrato la potenzialità della metodologia proposta quale strumento di indagine per valutare l'efficacia di politiche ambientali volte a ridurre l'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute della popolazione.

Bibliografia

[1] **Soulhac, L.** (2002), *Manuale di utilizzo del modello SIRANE,* École centrale de Lyon, Université Claude Bernard-Lyon, Centre National de la Recherche Scientifique
[2] **Soulhac L., Perkins R.J., Salizzoni P.**, *Flow in a street canyon for any external wind direction*, Boundary-Layer Meteorology, 127, 1 (2008), 97-110

[3] **Soulhac L., Garbero V., Salizzoni P., Mejean P., Perkins R.J.**, *Pollutant dispersion in street intersections*, Atmospheric Environment, 43 (2009), 2981-2996
[4] **Zou B., Wilson J.G., Zhan F. B., Zeng Y.**, *Spatially differentiated and source-specific population exposure to ambient air pollution*, Atmospheric Environment, 43 (2009), 3981-3988
[5] **APAT**, Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi di rischio ai siti contaminati, 2008

Allegato D:

Parametri tossicologici del H2S - Integrated Risk Information System (IRIS) U.S. Environmental Protection Agency (EPA) Chemical Assessment Summary - National Center for Environmental Assessment.

Hydrogen sulfide; 7783-06-4

Human health assessment information on a chemical substance is included in the IRIS database only after a comprehensive review of toxicity data, as outlined in the IRIS assessment development process. Sections I (Health Hazard Assessments for Noncarcinogenic Effects) and II (Carcinogenicity Assessment for Lifetime Exposure) present the conclusions that were reached during the assessment development process. Supporting information and explanations of the methods used to derive the values given in IRIS are provided in the guidance documents located on the IRIS website.

STATUS OF DATA FOR Hydrogen sulfide

File First On-Line 01/31/87

Category (section)	Assessment Available?	Last Revised
Oral RfD (I.A.)	withdrawn; qualitative discussion	07/28/2003
Inhalation RfC (I.B.)	yes	07/28/2003
Carcinogenicity Assessment (II.)	yes	07/28/2003

I. Chronic Health Hazard Assessments for Noncarcinogenic Effects

I.A. Reference Dose for Chronic Oral Exposure (RfD)

Substance Name — Hydrogen sulfide (H_2S)
CASRN — 7783-06-4
Last Revised — 07/28/2003

The oral Reference Dose (RfD) is based on the assumption that thresholds exist for certain toxic effects such as cellular necrosis. It is expressed in units of mg/kg-day. In general, the RfD is an estimate (with uncertainty spanning perhaps an order of magnitude) of a daily exposure to the human population (including sensitive subgroups) that is likely to be without an appreciable risk of deleterious effects during a lifetime. Please refer to the Background Document for an elaboration of these concepts. RfDs can also be derived for the

noncarcinogenic health effects of substances that are also carcinogens. Therefore, it is essential to refer to other sources of information concerning the carcinogenicity of this substance. If the U.S. EPA has evaluated this substance for potential human carcinogenicity, a summary of that evaluation will be contained in Section II of this file.

The RfD previously listed on IRIS for hydrogen sulfide (H_2S) was 3 x 10^{-3} mg/kg-day, based on an oral pig study in which the critical endpoint was gastrointestinal disturbance (Wetterau et al, 1964). That value was based on a NOAEL of 3.1 mg/kg-day and a LOAEL of 15 mg/kg-day with a composite uncertainty factor of 1,000.

In the reevaluation of the RfD, it was determined that the Wetterau et al. (1964) study is marginal in its characterization of exposure and effect on the pigs. The "diarrhetic digestive disorder" was clearly indicated in the study as not being reproducible. Therefore, the previous RfD of 3 x 10^{-3} mg/kg-day is withdrawn from the IRIS database based on irreproducibility of effects that may not be related to hydrogen sulfide exposure. No new RfD has been derived in this assessment due to database deficiencies.

I.A.1. Oral RfD Summary

Not applicable.

I.A.2. Principal and Supporting Studies (Oral RfD)

Not applicable.

I.A.3. Uncertainty and Modifying Factors (Oral RfD)

Not applicable.

I.A.4. Additional Studies/Comments (Oral RfD)

Not applicable.

For more detail on Susceptible Populations, exit to the toxicological review, Section 4.7 (PDF).

I.A.5. Confidence in the Oral RfD

Not applicable.

For more detail on Characterization of Hazard and Dose Response, exit to the toxicological review, Section 6 (PDF).

I.A.6. EPA Documentation and Review of the Oral RfD

Not applicable.

Source Document — Toxicological Review of Hydrogen Sulfide (U.S. EPA, 2003). To review the External Peer Review, ***exit to the toxicological review, Appendix A, External Peer Review -- Summary of Comments and Disposition (PDF)***

Date of Agency Consensus — 06/20/2003

I.A.7. EPA Contacts (Oral RfD)

Please contact the IRIS Hotline for all questions concerning this assessment or IRIS, in general, at (202)566-1676 (phone), (202)566-1749 (fax), or hotline.iris@epa.gov (Internet address).

I.B. Reference Concentration for Chronic Inhalation Exposure (RfC)

Substance Name — Hydrogen sulfide
CASRN — 7783-06-4
Last Revised — 07/28/2003

The inhalation Reference Concentration (RfC) is analogous to the oral RfD and is likewise based on the assumption that thresholds exist for certain toxic effects such as cellular necrosis. The inhalation RfC considers toxic effects for both the respiratory system (portal-of-entry) and for effects peripheral to the respiratory system (extrarespiratory effects). It is generally expressed in units of mg/m^3. In general, the RfC is an estimate (with uncertainty spanning perhaps an order of magnitude) of a daily inhalation exposure of the human population (including sensitive subgroups) that is likely to be without an appreciable risk of deleterious effects during a lifetime. Inhalation RfCs were derived according to the Interim Methods for Development of Inhalation Reference Doses (EPA/600/8-88/066F August 1989) and subsequently, according to Methods for Derivation of Inhalation Reference Concentrations and Application of Inhalation Dosimetry (EPA/600/8-90/066F October 1994). RfCs can also be derived for the noncarcinogenic health effects of substances that are carcinogens. Therefore, it is essential to refer to other sources of information concerning the carcinogenicity

of this substance. If the U.S. EPA has evaluated this substance for potential human carcinogenicity, a summary of that evaluation will be contained in Section II of this file.

The RfC for H^2S was previously listed on IRIS as 1 x 10^{-3} mg/m^3 based on a subchronic inhalation mouse study by CIIT (1983a) using inflammation of the nasal mucosa as the critical endpoint. Derivation of the RfC was based on a $NOAEL_{HEC}$ of 1 mg/m^3 and a $LOAEL_{HEC}$ of 2.6 mg/m^3, with a composite uncertainty factor of 1,000.

I.B.1. Inhalation RfC Summary

Critical Effect	Experimental Doses*	UF	MF	RfC
Nasal lesions of the olfactory mucosa **Rat Subchronic Inhalation Study** **Brenneman et al., 2000**	NOAEL: 13.9 mg/m^3 (10 ppm) NOAEL (ADJ): 3.48 mg/m^3 NOAEL (HEC): 0.64 mg/m^3 LOAEL: 41.7 mg/m^3 (30 ppm) LOAEL (ADJ): 10.4 mg/m^3 LOAEL (HEC): 1.9 mg/m^3 BMCL: not determined	300	1	2E-3 mg/m^3

*Conversion Factors and Assumptions: MW = 34.08. Assuming 25 C and 760 mmHg, NOAEL (mg/m^3) = 10 ppm x 34.08/24.45 = 13.9 mg/m^3. NOAEL(ADJ) = 13.9 mg/m^3 x 6 hours/24 hours x 7d/7d = 3.48 mg/m^3. The NOAEL(HEC) was calculated for a gas:respiratory effect in the extrathoracic region. $V_{E(rat)}$ = 0.19 liters/minute, $V_{E(human)}$ = 13.8 liters/minute, SA_{rat} = 15 cm^2, SA_{human} 200 cm^2. $RGDR_{ET} = (V_E/SA_{ET})_{rat}/(V_E/SA_{ET})_{human}$ = (0.19/15)/(13.8/200) = 0.184 = NOAEL(ADJ) x RGDR = 0.64 mg/m^3.

I.B.2. Principal and Supporting Studies (Inhalation RfC)

Brenneman, KA; James, RA; Gross, EA; Dorman, DC. (2000) Olfactory loss in adult male CD rats following inhalation exposure to hydrogen sulfide. Toxicologic Pathology 28(2): 326-333.

Brenneman et al. (2000) exposed 10-week-old male CD rats (12/exposure group) to 0, 10, 30, or 80 ppm (0, 13.9, 42, or 111 mg/m^3) H_2S for 6 hr/day, 7 days/week, for 10 weeks. At the end of the 10-week period, animals were euthanized with CO_2 while their noses were dissected

free. Nasal cavities were examined at 6 different cross-sectional levels for lesions. The lesions were graded in severity by a subjective scale: 0 = normal, 1 = mild, 2 = moderate, 3 = marked, and 4 = severe. No effects were observed in the control or 10 ppm (14 mg/m^3) exposure animals that were considered treatment-related. Nasal lesions of the olfactory mucosa were observed in the 30 and 80 ppm (42 and 111 mg/m^3) exposure animals. Lesions consisted of multifocal, bilaterally-symmetrical olfactory neuron loss and basal cell hyperplasia affecting the lining of the dorsal medial meatus and dorsal and medial region of the ethmoid recess. The severity of the observed lesions varied between mild and severe. At level 3 of the nose, the most rostral margin of the olfactory epithelium is integrated with the rostral portion of the respiratory epithelium. Olfactory neuron loss was only observed in the high-dose (80 ppm or 111 mg/m^3) group at this level of the nose. At level 4 of the nasal cavity, mild to moderate olfactory neuron loss was observed in the 30 ppm (42 mg/m^3) exposure animals, which increased in severity to moderate or severe in the 80 ppm (111 mg/m^3) exposure animals. Basal cell hyperplasia was observed in both exposure groups at this level of the nasal cavity but was more pronounced in the 30 ppm (42 mg/m^3) exposure group. At level 5 of the nasal cavity, mild to moderate olfactory neuron loss and mild basal cell hyperplasia mainly affected the nasal septum, dorsal nasal cavity and marginal ethmoturbinate was observed in both exposure groups. The nasal septum was not affected in the 30 ppm (42 mg/m^3) exposure group. The same pattern and severity of lesions were observed at level 6 in only the 80 ppm (111 mg/m^3) exposure group. These lesions were not observed in either the group exposed to 13.9 mg/m^3 or in the controls.

The Chemical Industry Institute of Toxicology (CIIT, 1983a,b,c) exposed male and female $B_6C_3F_1$/CrlBr mice, Sprague-Dawley rats, and Fischer 344 rats to 0, 10.1, 30.5, or 80 ppm (0, 14, 42, and 111 mg/m^3) H_2S for 6 hr/day, 5 days/week for 90 days (10 mice/sex/group, 15 Sprague-Dawley and rats/sex/group and 10 Fischer rats/sex/group). In mice, body weight gain depression between week 0 and 13 of exposure was 30 and 40% in high-dose males and females, respectively. Feed consumption was significantly reduced in the high-exposure animals. Gross pathology of surviving animals also revealed no gross lesions that were considered compound-related. Histological examination of surviving animals revealed only one lesion that was considered compound-related. Male (8/9) and female (7/9) mice exposed to 80 ppm (111 mg/m^3) H_2S exhibited minimal to mild inflammation of the anterior portion of the nasal mucosa. No other histological findings were considered compound-related. In Sprague-Dawley rats, body weight gain depressions of 11.7 and 20% were evident in male and females exposed to 80 ppm (111 mg/m^3) H_2S, respectively. None of the histopathologic changes were considered treatment-related by the study authors. In Fischer 344 rats, weight gain depressions of 9.8 and 10.9% were evident in male and females exposed to 80 ppm (111 mg/m^3) H_2S, respectively. Sulfhemoglobin levels were significantly increased in males exposed to 80 ppm (111 mg/m^3) H_2S. None of the histopathologic changes were considered treatment-related by the study authors.

I.B.3. Uncertainty and Modifying Factors (Inhalation RfC)

UF = A composite uncertainty factor of 300 was applied; a factor of 3 ($10^{1/2}$) was applied for interspecies extrapolation rather than 10 because of the dosimetric adjustment from rat to human, 10 for sensitive populations, and 10 for subchronic exposure.

Although a single generation reproductive study (Dorman et al., 2000) noted testicular alterations that were observed only in the high dose group, the alterations were not significantly different from the controls and had no apparent effects on reproductive performance. No other indicators of reproductive toxicity were observed in this study. No significant histopathology of reproductive organs was noted in a longer duration (subchronic) study. These results can be considered to lessen the concern for lack of a multi-generational reproductive study.

In addition, a study designed to evaluate the perinatal effects of H_2S on the developing cerebellar, Hannah and Roth (1991) reported alterations in Purkinje cells and dendritic arborization. Although the significance and relevance of the reported alterations are described in EPA's neurotoxicity risk assessment guidelines (U.S. EPA, 1998) as *possible* indicators of a neurotoxic effect, alterations in Purkinje cells are not *clearly* adverse effects. The RfC is based on an effect that could be considered neurological (e.g., olfactory neuronal loss). This effect is clearly adverse and occurs in adult animals at a lower dose than the "possible indicator of a neurotoxic effect" of altered dendritic arborization in developing animals. This dose-response relationship - between adult and neonatal effects - tends to ameliorate concerns that children are a susceptible population, at least in the situation of long-term relatively low level exposures. Certain circumstantial data suggests that children may be more susceptible than adults to the acute effects of hydrogen sulfide under high level exposures.

Although the database for H_2S currently lacks a multi-generation reproduction study, a one generation study and some existing developmental neurotoxicity data (Dorman et al., 2000) provide insight on these potential adverse effects and justification for the lack of a database uncertainty factor of 1, as there are no major omissions to the database for H_2S.

MF = None

I.B.4. Additional Studies/Comments (Inhalation RfC)

Although the effects of H_2S on humans can be from acute and/or chronic exposures, the focus of this health assessment is on long-term chronic exposures.

The exposure-response relationship for acute effects, particularly CNS and respiratory, can be very steep. Numerous case-reports that identify H_2S as a component or the chemical of exposure demonstrate that levels of 500 to 1,000 ppm (695 to 1,390 mg/m^3) for even very brief periods are life-threatening and can cause immediate unconsciousness followed by serious and debilitating neurologic and respiratory sequelae and death (Allyn, 1931; Milby 1962). Levels dangerous to human health may not be detected by odor since high levels of H_2S can paralyze the olfactory nerves making detection impossible. Exposures resulting temporary unconsciousness (e.g., 15-30 minutes) can cause profound neurophysiological, neurobehavioral, neurocognitive, neurophysical, respiratory, and ophthalmologic deficits that are persistent, with some of these deficits apparently occurring even in situations in which the exposed individual remains conscious (Wasch et al., 1989; Tvedt et al., 1991a,b; Snyder et al., 1995).

Although not clearly established due to complexities of the exposure environment, a few reports exist claiming persistent symptoms (neurobehavioral function, mood state) from intermittent or continuous exposure to "low levels" of H_2S (Kilburn and Warshaw, 1995; Kilburn, 1997, 1999). Relevancy to humans of the olfactory lesions seen in rodents to human is suggested by Hirsch and Zavala (1999) who report decreased persistent olfactory function in workers exposed chronically to hydrogen sulfide.

A study by Brenneman et al. (2000) replaces another study by CIIT (1983a) as the principal study for RfC determination. At this time, Brenneman's et al. (2000) study is considered the most applicable for deriving an inhalation RfC for the following reasons. First, the critical effect (nasal lesions of the olfactory mucosa as summarized in Table 2, Section 4.2.2 of the accompanying Toxicological Review of Hydrogen Sulfide [U.S. EPA, 2003]) has been reported by other investigators (Dorman et al., 2000; CIIT, 1983a; Lopez et al., 1988b). Second, the effect is consistent with the irritant properties of H_2S. Third, the neurological and respiratory systems have been reported as target organs of H_2S toxicity by numerous researchers. Fourth, the LOAEL (42 mg/m^3) and NOAEL (14 mg/m^3) are at lower concentrations than those in the other subchronic studies.

Both nasal tract lesions and neurologic effects occur in animals exposed to the same concentration range of H_2S. Skrajny et al. (1992) reported altered ($p<0.01$) levels of several neurotransmitters on postpartum days 7-21 in the brains of rat pups exposed to 105 mg/m^3 (75 ppm) H_2S. Norepinephrine levels of the frontal cortex were decreased compared to controls on

days 14 and 21 at 28 mg/m^3 (20 ppm). Serotonin levels in the frontal cortex were significantly increased on day 21 postpartum in rat pups exposed to 28 mg/m^3 (20 ppm) H_2S. Hannah and Roth (1991) reported changes that could be an indicator of a neurotoxic effect in the brains of rat pups that had been exposed *in utero* during development until PND 21 at 20 or 50 ppm (28 or 42 mg/m^3). The observed effect - alteration in dendritic arborization of developing cerebellar Purkinje cells - was judged by the authors to be present at both concentrations such that the 20 ppm (28 mg/m^3) level may be considered a low-effect rather than a no-effect level. The LOAEL noted for olfactory epithelium lesions in rats was 42 mg/m^3 and the NOAEL 14 mg/m^3.

The significance of these neurologic findings for humans is unclear. Since these alterations may constitute a chemically-induced change in the growth or organization of structural (or neurochemical) elements, they are to be regarded as possible rather than clear indicators of a neurotoxic effect in accordance with EPA's neurotoxicity risk assessment guidelines (U.S. EPA, 1998). Whether the alterations are adverse to humans remains unclear for several reasons. Effects reported by Hannah and Roth (1991), for example, are highly-selective and could be caused by environmental factors not directly related to exposure. The relationship of these alterations to a functional impairment is unclear, while cerebellar neurological sequelae are not the most obvious symptoms associated with H_2S exposure. These studies and issues are treated in more detail in the accompanying Toxicological Review of Hydrogen Sulfide (U.S. EPA, 2003).

Nasal tract lesions have been designated as the critical effect for this assessment, based on: the relative clarity of the mechanistic basis (most likely irritation), information available on dose-response, and the adverse nature of the endpoint for nasal tract lesions as compared to the neurologic endpoints. The levels of H_2S associated with these effects appear to be similar for either endpoint (e.g., the possible indicator of neurotoxic effects reported by Hannah and Roth [1991] to occur at 28 mg/m^3 H_2S and the no-effect level of nasal tract lesions reported by Brenneman et al. (2000) at 14 mg H_2S /m^3) is some indication that consideration for the one will also address the other. On the other hand, the same judgments made here concerning clarity of mechanism or dose-response or adversity could serve as the basis for reevaluating the critical endpoint if these matters were further resolved for neurologic effects.

Dorman et al. (2000) examined fertility and developmental effects on Sprague-Dawley rats exposed to 0, 10, 30, or 80 ppm (0, 14, 42, or 111 mg/m^3) H_2S 6 hr/day, 7 days/week for 2 weeks prior to breeding. Exposures continued during a 2-week mating period and throughout gestational days 0-19 (GD 0-19). Non-pregnant adult females were exposed for an additional 23-24 days following the 2-week breeding period. Exposure to dams and their pups (8/litter after culling) resumed between PND 5 and 18. Adult males were exposed to H_2S for 70 consecutive days. There were no statistically significant reproductive performance effects

(mating index, fertility index, postimplantation loss per litter, and number of late resorptions or stillbirths) in F_0 animals. Also, the number of live pups, litter size, average length of gestation, and average number of implants per female were not affected. There were no statistically significant effects on sperm production or morphology in F_0 males. There were no histological findings in the females which were considered treatment-related. In pups, there were no statistically significant increases in structural malformations, and there was also no significant differences in pup weight gain or development (pinnae detachment, surface righting, incisor eruption and negative geotaxis, vaginal patency, preputial separation, and eyelid separation). Pups also did not exhibit any treatment-related effects on motor activity, acoustic startle response, passive avoidance observed, FOB, or surface righting ability. Pup terminal body and organ weights in all exposure groups were comparable to controls, and no gross observations were considered treatment-related by the study authors. Microscopic examination of nervous tissues failed to demonstrate any treatment-related effects in pups.

For more detail on Susceptible Populations, exit to the toxicological review, Section 4.7 (PDF).

I.B.5. Confidence in the Inhalation RfC

Study — Medium
Database — Medium - High
RfC — Medium - High

Overall confidence in this RfC assessment is medium to high. Although the principal study was well-designed and properly conducted, examining sensitive endpoints, it was subchronic in duration and only male rats were examined. For these reasons it was assigned medium confidence. On the other hand, the medium to high confidence assigned to the database for H_2S is based in large part because it addresses developmental and reproductive endpoints as well as numerous specialized studies examining, in detail, the target tissues of H_2S exposure (portal-of-entry and neurological) and mechanism.

Certain information within the database suggests that children and neonatal animals could be selectively susceptible to neurologic effects at high - much higher than the RfC - H_2S concentrations (e.g., > 0.6 mg/m^3). Effects of H_2S exposure on developing brain cells in newborn rats as well as possible effects on spermatogenesis in male rats have also been described in the database. While the data suggests that the developing human fetus could be at risk, the exposure levels producing these effects are in the same range or slightly higher than those producing the critical sentinel effect (nasal tract lesions) in adult animals. This finding ameliorates the concern that young animals (and possibly children) may be especially susceptible to the effects from relatively low-level chronic exposures to H_2S. Ascribing

relevance of this apparent susceptibility to environmental levels of H_2S such as the RfC would be conjectural.

The database for H_2S clearly demonstrates that nasal tract and neurologic effects may be elicited by this compound. Neurologic alterations in animals noted at the lowest level of H_2S exposure are regarded as possible indicators of a neurotoxic effect rather than a clearly adverse effect. These alterations, including altered morphology of cerebellar Purkinje cells (Hannah and Roth, 1991) at 28 mg/m^3 and altered neurotransmitter levels in the brains of postpartum rats pups exposed *in utero* and postpartum to 28 mg/m^3 H_2S (Skrajny et al., 1992), are in the same range as noted for the clearly adverse nasal tract lesions reported by Brenneman et al. (2000) at a NOAEL of 14 mg/m^3 H_2S. The closeness in exposure levels eliciting these effects indicate that the exposure range is in the critical transitional area in the exposure-dose-severity continuum for a variety of endpoints, with data available in some instances to discriminate the mechanistic transition from being a nonadverse to an adverse response. Therefore, the nearness in effect levels for nasal tract and neurological endpoints not only increases the confidence that a health protective RfC has been chosen, but also provides some assurance that the uncertainty factors applied for one effect will also address the other.

Confidence in the database is medium to high while the confidence in the RfC is medium to high. A chronic inhalation study in rats and mice, with additional dose groups, and further research into the effect of H_2S on the developing brain would increase the confidence in the database.

For more detail on Characterization of Hazard and Dose Response, exit to the toxicological review, Section 6 (PDF)

I.B.6. EPA Documentation and Review of the Inhalation RfC

Source Document — Toxicological Review of Hydrogen Sulfide (U.S. EPA, 2003)

This assessment was peer reviewed by scientists external to the U.S. EPA. Their comments have been evaluated carefully and incorporated in finalization of this IRIS Summary. A record of these comments is included as an appendix to the Toxicological Review of Hydrogen Sulfide (U.S. EPA, 2003). ***To review this appendix, exit to the toxicological review, Appendix A, External Peer Review -- Summary of Comments and Disposition (PDF)***

Date of Agency Consensus — 06/20/2003

I.B.7. EPA Contacts (Inhalation RfC)

Please contact the IRIS Hotline for all questions concerning this assessment or IRIS, in general, at (202)566-1676 (phone), (202)566-1749 (fax), or hotline.iris@epa.gov (Internet address).

II. Carcinogenicity Assessment for Lifetime Exposure

Substance Name — Hydrogen sulfide (H_2S)
CASRN — 7783-06-4
Last Revised — 07/28/2003

Under the Draft Revised Guidelines for Carcinogen Risk Assessment (U.S. EPA, 1999), data are *inadequate* for an assessment of the carcinogenic potential of hydrogen sulfide. No relevant data could be located from which to develop an assessment.

II.A. Evidence for Human Carcinogenicity

Not applicable.

II.A.1. Weight-of-Evidence Characterization

Not applicable.

For more detail on Characterization of Hazard and Dose Response, exit to the toxicological review, Section 6 (PDF).

For more detail on Susceptible Populations, exit to the toxicological review, Section 4.7 (PDF).

II.A.2. Human Carcinogenicity Data

Not applicable.

II.A.3. Animal Carcinogenicity Data

Not applicable.

II.A.4. Supporting Data for Carcinogenicity

Not applicable.

II.B. Quantitative Estimate of Carcinogenic Risk from Oral Exposure

II.B.1. Summary of Risk Estimates

Not applicable.

II.B.2. Dose-Response Data (Carcinogenicity, Oral Exposure)

Not applicable.

II.B.3. Additional Comments (Carcinogenicity, Oral Exposure)

Not applicable.

II.B.4. Discussion of Confidence (Carcinogenicity, Oral Exposure)

Not applicable.

II.C. Quantitative Estimate of Carcinogenic Risk from Inhalation Exposure

II.C.1. Summary of Risk Estimates

Not applicable.

II.C.2. Dose-Response Data for Carcinogenicity, Inhalation Exposure

Not applicable.

II.C.3. Additional Comments (Carcinogenicity, Inhalation Exposure)

Not applicable.

II.C.4. Discussion of Confidence (Carcinogenicity, Inhalation Exposure

Not applicable.

II.D. EPA Documentation, Review, and Contacts (Carcinogenicity Assessment)

II.D.1. EPA Documentation

Not applicable.

Source Documents -- Toxicological Review of Hydrogen Sulfide (U.S. EPA, 2003). To review the External Peer Review, ***exit to the toxicological review, Appendix A, External Peer Review -- Summary of Comments and Disposition (PDF)***

II.D.2. EPA Review (Carcinogenicity Assessment)

Not applicable.

Agency Consensus Date — 06/20/2003

II.D.3. EPA Contacts (Carcinogenicity Assessment

Please contact the IRIS Hotline for all questions concerning this assessment or IRIS, in general, at (202)566-1676 (phone), (202)566-1749 (fax), or hotline.iris@epa.gov (Internet address).

III. [reserved]
IV. [reserved]
V. [reserved]

VI. Bibliography

Substance Name — Hydrogen sulfide (H_2S)
CASRN — 7783-06-4

VI.A. Oral RfD References

None

VI.B. Inhalation RfC References

Allyn, LB. (1931) Notes on hydrogen sulfide poisoning. Ind. and Eng. Chem. 23:234.

Brenneman, KA, James, RA, Gross, EA, Dorman, DC. (2000) Olfactory loss in adult male CD rats following inhalation exposure to hydrogen sulfide. Toxicologic Pathology 28(2): 326-333.

CIIT (Chemical Industry Institute of Toxicology). (1983a) 90-Day vapor inhalation toxicity study of hydrogen sulfide in B6C3F1 mice. EPA/OTS 0883-0255.

CIIT (1983b) 90-Day vapor inhalation toxicity study of hydrogen sulfide in Fischer-344 rats. EPA/OTS 0883-0255.

CIIT (1983c). 90-Day vapor inhalation toxicity study of hydrogen sulfide in Sprague-Dawley rats. EPA/OTS 0883-0255.

Dorman, DC; Brenneman, K A; Struve, MF; Miller, KL; James, RA; Marshall, MW; Foster, P M. (2000) Fertility and developmental neurotoxicity effects of inhaled hydrogen sulfide in Sprague-Dawley rats. Neurotoxicol Teratol 22:71-84.

Hannah, RS; Roth, SH. (1991) Chronic exposure to low concentrations of hydrogen sulfide produces abnormal growth in developing Purkinje cells. Neurosci. Lett. 122: 225-228.

Hirsch, AR; and Zavala, G. (1999) Long-term effect on the olfactory system of exposure to hydrogen sulfide. Occup Environ Med 56: 284-287.

Kilburn, KH; Warshaw, RH. (1995) Hydrogen sulfide and reduced-sulfur gases adversely affect neurophysiological functions. Toxicol. Environ. Health 11(2):185-197.

Kilburn, KH. (1997) Exposure to reduced sulfur gases impairs neurobehavioral function. Southern Med. J. 90(10): 997-1006.

Kilburn, KH. (1999) Evaluating health effects from exposure to hydrogen sulfide: central nervous system dysfunction. Environ. Epidemiol. Toxicol. 1: 207-216.

Milby, TH. (1962) Hydrogen sulfide intoxication; review of the literature and report of an unusual accident resulting in two cases of nonfatal poisoning. J. Occup. Med. 4: 431-437.

Skrajny, B; Hannah, RS; Roth, SH. (1992) Low concentrations of hydrogen sulphide alter monoamine levels in the developing rat central nervous system. Can. J. Physiol. Pharmacol. 70(11):1515-1518.

Snyder, JW; Safir, EF; Summerville, GP; et al. (1995) Occupational fatality and persistent neurological sequelae after mass exposure to hydrogen sulfide. Am. J. Emerg. Med. 13: 199-203.

Tvedt, B; Edland, A; Skyberg, K; et al. (1991a) Delayed neuropsychiatric sequelae after acute hydrogen sulfide poisoning: affection of motor function, memory, vision and hearing. Acta. Neurol. Scand. 84:348-351.

Tvedt, B; Skyberg, K; Aaserud, O; et al. (1991b) Brain damage caused by hydrogen sulfide: a follow-up study of six patients. Am. J. Ind. Med. 20:91-101.

U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). (2003) Toxicological review of hydrogen sulfide in support of summary information on Integrated Risk Information System (IRIS). National Center for Environmental Assessment, Washington, D.C. EPA/635/R-03/005. Available online at http://www.epa.gov/iris.

U.S. EPA. (1998) Guidelines for neurotoxicity risk assessment. Federal Register 63(93):26926-26954. Available online at http://www.epa.gov/raf/publications/guidelines-neurotoxicity-risk-assessment.htm.

Wasch, HH; Estrin WJ; Yip, P; et al. (1989) Prolongation of the P-300 latency associated with hydrogen sulfide exposure. Arch. Neurol. 46:902-904.

VI.C. Carcinogenicity Assessment References

U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). (1999) Guidelines for carcinogen risk assessment. Review Draft, NCEA-F-0644, July 1999. Risk Assessment Forum.

VII. Revision History

Substance Name — Hydrogen sulfide (H_2S)
CASRN — 7783-06-4

Date	Section	Description
10/01/1990	I.B.	Inhalation RfC summary on-line
07/01/1995	I.B.	Inhalation RfC replaced; new RfC
07/28/2003	I., II.	Revised RfC, cancer assessment discussion added. (Previous RfD withdrawn)

VIII. Synonyms

Substance Name — Hydrogen sulfide (H_2S)
CASRN — 7783-06-4
Last Revised — 07/28/2003

- Acide sulfhydrique [French]
- Acide sulphhydrique
- Dihydrogen monosulfide
- Dihydrogen sulfide
- EINECS 231-977-3
- FEMA No. 3779
- HSDB 576
- Hydrogen sulfide
- Hydrogen sulfide (ACGIH:OSHA)
- Hydrogen sulfide (H_2S)
- Hydrogen sulfure [French]
- Hydrogen sulfuric acid
- Hydrogen sulphide
- Hydrogene sulfure [French]
- Hydrogene sulphure
- Hydrosulfuric acid

- Idrogeno solforato [Italian]
- RCRA waste number U135
- Schwefelwasserstoff [German]
- Sewer gas
- Siarkowodor [Polish]
- Stink DAMP
- Sulfur hydride
- Sulfureted hydrogen
- Zwavelwaterstof [Dutch]

Allegato E:

CPG Lab – “Rapporto di prova n° 17LA02555 del 03/03/2017”

Rapporto di prova n°: **17LA02555 rev.00** del **03/03/2017**

Spett.
WASTE ITALIA SpA
Via N. Tommaseo, 44
17047 Vado Ligure (SV)

17LA02555

Misure alle emissioni in atmosfera relative all'impianto Biogas

Misure eseguite presso: **Discarica di Bossarino - Vado Ligure (SV)**
Data accettazione: **15/02/2017**
Data inizio campionamenti: **15/02/2017** Data fine campionamenti: **15/02/2017**

Campionamento a cura di: **Ottonello Carlo - C.P.G.Lab Srl**
Modalità di campionamento: *** secondo Manuale UNICHIM n° 158 edizione 1988**

Condizioni ambientali: **sereno**
Identificativo numero campione: **17S005726**

Dati relativi al condotto

Tipo di condotto: **Circolare**
Direzione di uscita: **verticale**
Decreto di autorizzazione: **------**

segue Rapporto di prova n°: **17LA02555 rev.00**

VALORE MEDIO PONDERATO DELLE MISURE ESEGUITE

COMPOSIZIONE DEL GAS	U.M.	Valore
Temperatura	°C	15
Umidità	%	0.45
Ossigeno	%	3.86
Anidride carbonica	%	18.65
Massa volumica	Kg/m³	1.167
Pressione statica	mm (H2O)	0.001
Pressione atmosferica	mbar	1010
Portata effluente secca	Nm³/h	380

RISULTATI ANALITICI

Parametro		Concentrazione			Flusso di massa		
Metodo (campionamento - analisi)	U.M.	Valore	Incertezza	U.M.	Valore	Incertezza
* acido cloridrico DM 25/08/2000 GU SO n° 223 23/09/2000 All.2	mg/Nm³	**0.22**	±0.06	g/h	**0.082**	±0.023
* acido fluoridrico DM 25/08/2000 GU SO n° 223 23/09/2000 All.2	mg/Nm³	**< 0.18**		g/h	**< 0.068**	
* acido solfidrico M.U. 634:1984	mg/Nm³	**90.95**	±18.19	g/h	**34.65**	±6.93
* ammoniaca M.U. 632:1984	mg/Nm³	**1.80**	±0.36	g/h	**0.684**	±0.137
* anidride carbonica UNI 9968:1992	%	**18.65**	±0.93			
* azoto UNI 9968:1992	%	**37.96**	±1.90			
benzene UNI CEN/TS 13649:2015	mg/Nm³	**1.22**	±0.24	g/h	**0.47**	±0.09
* idrocarburi policiclici aromatici MPI 59 rev 0 2006	mg/Nm³	**< 0.0001**		g/h	**< 0.001**	
* idrogeno UNI 9968:1992	%	**< 0.1**				
* mercaptani MPI 48 rev 0 2005	mg/Nm³	**< 0.08**		g/h	**< 0.032**	
* metano UNI 9968:1992	%	**39.53**	±1.98			
ossidi di zolfo (SOx)	mg/Nm³	**25.92**	±5.18	g/h	**9.876**	±1.975

segue Rapporto di prova n°: **17LA02555 rev.00**

VALORE MEDIO PONDERATO DELLE MISURE ESEGUITE

COMPOSIZIONE DEL GAS	U.M.	Valore
Temperatura	°C	15
Umidità	%	0.45
Ossigeno	%	3.86
Anidride carbonica	%	18.65
Massa volumica	Kg/m³	1.167
Pressione statica	mm (H2O)	0.001
Pressione atmosferica	mbar	1010
Portata effluente secca	Nm³/h	380

RISULTATI ANALITICI

Parametro		Concentrazione			Flusso di massa		
Metodo (campionamento - analisi)	U.M.	Valore	Incertezza	U.M.	Valore	Incertezza
* MPI 92 rev 0 2006							
* ossigeno UNI 9968:1992	%	**3.86**	±0.15			
polveri UNI EN 13284-1: 2003	mg/Nm³	**0.96**	±0.19	g/h	**0.367**	±0.074
* potere calorifico inferiore UNI EN ISO 6976:2008	KJ/Nm³	**14069**	±704			
* s.o.v. come C.O.T. UNI CEN/TS 13649:2015	mg/Nm³	**117.42**	±23.49	g/h	**44.738**	±8.948
* umidità UNI 10169: 2001	%	**0.6**	±0.0			

segue Rapporto di prova n°: **17LA02555 rev.00**

Ciclo 1 di 3

CAMPIONAMENTO

Data e ora inizio prelievo:	15/02/2017	09.40
Data e ora fine prelievo:	15/02/2017	10.40
Durata (minuti):	60	

PARAMETRI FISICI	U.M.	Valore
Temperatura	°C	15
Umidità	%	0.63
Ossigeno	%	3.99
Anidride carbonica	%	22.33
Massa volumica	Kg/m³	1.125
Pressione statica	mm (H2O)	0.001
Pressione atmosferica	mbar	1010
Portata effluente secca	Nm³/h	381

RISULTATI ANALITICI

Parametro	Concentrazione			Flusso di massa			Data Inizio
Metodo (campionamento - analisi)	U.M.	Valore	Incertezza	U.M.	Valore	Incertezza	Data Fine
* acido cloridrico	mg/Nm³	**0.35**	±0.10	g/h	**0.132**	±0.037	16/02/2017
DM 25/08/2000 GU SO n° 223 23/09/2000 All.2							20/02/2017
* acido fluoridrico	mg/Nm³	**< 0.18**		g/h	**< 0.068**		16/02/2017
DM 25/08/2000 GU SO n° 223 23/09/2000 All.2							20/02/2017
* acido solfidrico	mg/Nm³	**92.86**	±18.57	g/h	**35.38**	±7.08	24/02/2017
M.U. 634:1984							24/02/2017
* ammoniaca	mg/Nm³	**2.25**	±0.45	g/h	**0.857**	±0.171	17/02/2017
M.U. 632:1984							17/02/2017
* anidride carbonica	%	**22.33**	±1.12				16/02/2017
UNI 9968:1992							17/02/2017
* azoto	%	**31.03**	±1.55				16/02/2017
UNI 9968:1992							17/02/2017
benzene	mg/Nm³	**0.85**	±0.17	g/h	**0.32**	±0.06	17/02/2017
UNI CEN/TS 13649:2015							24/02/2017
* idrocarburi policiclici aromatici	mg/Nm³	**< 0.0001**		g/h	**< 0.001**		17/02/2017
MPI 59 rev 0 2006							17/02/2017
* idrogeno	%	**< 0.1**					16/02/2017
UNI 9968:1992							17/02/2017
* mercaptani	mg/Nm³	**< 0.08**		g/h	**< 0.032**		23/02/2017
MPI 48 rev 0 2005							24/02/2017
* metano	%	**42.65**	±2.13				16/02/2017
UNI 9968:1992							17/02/2017
* ossidi di zolfo (SOx)	mg/Nm³	**20.47**	±4.09	g/h	**7.799**	±1.560	15/02/2017
MPI 92 rev 0 2006							01/03/2017
* ossigeno	%	**3.99**	±0.16				16/02/2017
UNI 9968:1992							17/02/2017
polveri	mg/Nm³	**1.62**	±0.32	g/h	**0.617**	±0.123	15/02/2017
UNI EN 13284-1: 2003							22/02/2017

segue Rapporto di prova n°: **17LA02555 rev.00**

Ciclo 1 di 3

CAMPIONAMENTO

Data e ora inizio prelievo:	15/02/2017	09.40
Data e ora fine prelievo:	15/02/2017	10.40
Durata (minuti):	60	

PARAMETRI FISICI	U.M.	Valore
Temperatura	°C	15
Umidità	%	0.63
Ossigeno	%	3.99
Anidride carbonica	%	22.33
Massa volumica	Kg/m³	1.125
Pressione statica	mm (H2O)	0.001
Pressione atmosferica	mbar	1010
Portata effluente secca	Nm³/h	381

RISULTATI ANALITICI

Parametro	Concentrazione			Flusso di massa			Data Inizio
Metodo (campionamento - analisi)	U.M.	Valore	Incertezza	U.M.	Valore	Incertezza	Data Fine
* potere calorifico inferiore	KJ/Nm³	**15179**	±759				17/02/2017
UNI EN ISO 6976:2008							17/02/2017
* s.o.v. come C.O.T.	mg/Nm³	**88.89**	±17.78	g/h	**33.868**	±6.774	17/02/2017
UNI CEN/TS 13649:2015							24/02/2017
* umidità	%	**0.6**	±0.0				15/02/2017
UNI 10169: 2001							15/02/2017

segue Rapporto di prova n°: **17LA02555 rev.00**

Ciclo 2 di 3

CAMPIONAMENTO

Data e ora inizio prelievo:	15/02/2017	10.52
Data e ora fine prelievo:	15/02/2017	11.52
Durata (minuti):	60	

PARAMETRI FISICI	U.M.	Valore
Temperatura	°C	15
Umidità	%	0.36
Ossigeno	%	3.88
Anidride carbonica	%	19.22
Massa volumica	Kg/m³	1.119
Pressione statica	mm (H2O)	0.001
Pressione atmosferica	mbar	1010
Portata effluente secca	Nm³/h	381

RISULTATI ANALITICI

Parametro	Concentrazione			Flusso di massa			Data Inizio
Metodo (campionamento - analisi)	U.M.	Valore	Incertezza	U.M.	Valore	Incertezza	Data Fine
* acido cloridrico	mg/Nm³	**< 0.18**		g/h	**< 0.068**		16/02/2017
DM 25/08/2000 GU SO n° 223 23/09/2000 All.2							17/02/2017
* acido fluoridrico	mg/Nm³	**< 0.18**		g/h	**< 0.068**		16/02/2017
DM 25/08/2000 GU SO n° 223 23/09/2000 All.2							17/02/2017
* acido solfidrico	mg/Nm³	**98.93**	±19.79	g/h	**37.69**	±7.54	24/02/2017
M.U. 634:1984							24/02/2017
* ammoniaca	mg/Nm³	**0.77**	±0.15	g/h	**0.293**	±0.059	17/02/2017
M.U. 632:1984							17/02/2017
* anidride carbonica	%	**19.22**	±0.96				16/02/2017
UNI 9968:1992							17/02/2017
* azoto	%	**37.03**	±1.85				16/02/2017
UNI 9968:1992							17/02/2017
benzene	mg/Nm³	**1.42**	±0.28	g/h	**0.54**	±0.11	17/02/2017
UNI CEN/TS 13649:2015							24/02/2017
* idrocarburi policiclici aromatici	mg/Nm³	**< 0.0001**		g/h	**< 0.001**		17/02/2017
MPI 59 rev 0 2006							17/02/2017
* idrogeno	%	**< 0.1**					16/02/2017
UNI 9968:1992							17/02/2017
* mercaptani	mg/Nm³	**< 0.08**		g/h	**< 0.032**		23/02/2017
MPI 48 rev 0 2005							24/02/2017
* metano	%	**39.87**	±1.99				16/02/2017
UNI 9968:1992							17/02/2017
* ossidi di zolfo (SOx)	mg/Nm³	**26.59**	±5.32	g/h	**10.130**	±2.026	15/02/2017
MPI 92 rev 0 2006							01/03/2017
* ossigeno	%	**3.88**	±0.16				16/02/2017
UNI 9968:1992							17/02/2017
polveri	mg/Nm³	**0.63**	±0.13	g/h	**0.242**	±0.048	15/02/2017
UNI EN 13284-1: 2003							22/02/2017

segue Rapporto di prova n°: **17LA02555 rev.00**

Ciclo 2 di 3

CAMPIONAMENTO

Data e ora inizio prelievo:	15/02/2017	10.52
Data e ora fine prelievo:	15/02/2017	11.52
Durata (minuti):	60	

PARAMETRI FISICI	U.M.	Valore
Temperatura	°C	15
Umidità	%	0.36
Ossigeno	%	3.88
Anidride carbonica	%	19.22
Massa volumica	Kg/m³	1.119
Pressione statica	mm (H2O)	0.001
Pressione atmosferica	mbar	1010
Portata effluente secca	Nm³/h	381

RISULTATI ANALITICI

Parametro	Concentrazione			Flusso di massa			Data Inizio
Metodo (campionamento - analisi)	U.M.	Valore	Incertezza	U.M.	Valore	Incertezza	Data Fine
* potere calorifico inferiore	KJ/Nm³	**14190**	±710				17/02/2017
UNI EN ISO 6976:2008							17/02/2017
* s.o.v. come C.O.T.	mg/Nm³	**128.53**	±25.71	g/h	**48.968**	±9.794	17/02/2017
UNI CEN/TS 13649:2015							24/02/2017
* umidità	%	**0.6**	±0.0				15/02/2017
UNI 10169: 2001							15/02/2017

segue Rapporto di prova n°: **17LA02555 rev.00**

CAMPIONAMENTO		
Data e ora inizio prelievo:	15/02/2017	12.00
Data e ora fine prelievo:	15/02/2017	13.00
Durata (minuti):	60	

PARAMETRI FISICI	U.M.	Valore
Temperatura	°C	15
Umidità	%	0.36
Ossigeno	%	3.70
Anidride carbonica	%	14.41
Massa volumica	Kg/m³	1.105
Pressione statica	mm (H2O)	0.001
Pressione atmosferica	mbar	1010
Portata effluente secca	Nm³/h	381

RISULTATI ANALITICI

Parametro	Concentrazione			Flusso di massa			Data Inizio
Metodo (campionamento - analisi)	U.M.	Valore	Incertezza	U.M.	Valore	Incertezza	Data Fine
* acido cloridrico	mg/Nm³	**0.26**	±0.07	g/h	**0.099**	±0.028	16/02/2017
DM 25/08/2000 GU SO n° 223 23/09/2000 All.2							17/02/2017
* acido fluoridrico	mg/Nm³	**< 0.18**		g/h	**< 0.068**		16/02/2017
DM 25/08/2000 GU SO n° 223 23/09/2000 All.2							17/02/2017
* acido solfidrico	mg/Nm³	**81.07**	±16.21	g/h	**30.89**	±6.18	24/02/2017
M.U. 634:1984							24/02/2017
* ammoniaca	mg/Nm³	**2.37**	±0.47	g/h	**0.902**	±0.180	17/02/2017
M.U. 632:1984							17/02/2017
* anidride carbonica	%	**14.41**	±0.72				16/02/2017
UNI 9968:1992							17/02/2017
* azoto	%	**45.82**	±2.29				16/02/2017
UNI 9968:1992							17/02/2017
benzene	mg/Nm³	**1.40**	±0.28	g/h	**0.53**	±0.11	17/02/2017
UNI CEN/TS 13649:2015							24/02/2017
* idrocarburi policiclici aromatici	mg/Nm³	**< 0.0001**		g/h	**< 0.001**		17/02/2017
MPI 59 rev 0 2006							17/02/2017
* idrogeno	%	**< 0.1**					16/02/2017
UNI 9968:1992							17/02/2017
* mercaptani	mg/Nm³	**< 0.08**		g/h	**< 0.032**		23/02/2017
MPI 48 rev 0 2005							24/02/2017
* metano	%	**36.07**	±1.80				16/02/2017
UNI 9968:1992							17/02/2017
* ossidi di zolfo (SOx)	mg/Nm³	**30.71**	±6.14	g/h	**11.699**	±2.340	15/02/2017
MPI 92 rev 0 2006							01/03/2017
* ossigeno	%	**3.70**	±0.15				16/02/2017
UNI 9968:1992							17/02/2017
polveri	mg/Nm³	**0.64**	±0.13	g/h	**0.243**	±0.049	15/02/2017
UNI EN 13284-1: 2003							22/02/2017

segue Rapporto di prova n°: **17LA02555 rev.00**

CAMPIONAMENTO		
Data e ora inizio prelievo:	15/02/2017	12.00
Data e ora fine prelievo:	15/02/2017	13.00
Durata (minuti):	60	

PARAMETRI FISICI	**U.M.**	**Valore**
Temperatura	°C	15
Umidità	%	0.36
Ossigeno	%	3.70
Anidride carbonica	%	14.41
Massa volumica	Kg/m³	1.105
Pressione statica	mm (H2O)	0.001
Pressione atmosferica	mbar	1010
Portata effluente secca	Nm³/h	381

RISULTATI ANALITICI

Parametro	Concentrazione			Flusso di massa			Data Inizio
Metodo (campionamento - analisi)	U.M.	Valore	Incertezza	U.M.	Valore	Incertezza	Data Fine
* potere calorifico inferiore	KJ/Nm³	**12837**	±642				17/02/2017
UNI EN ISO 6976:2008							17/02/2017
* s.o.v. come C.O.T.	mg/Nm³	**134.85**	±26.97	g/h	**51.378**	±10.276	17/02/2017
UNI CEN/TS 13649:2015							24/02/2017
* umidità	%	**0.6**	±0.0				15/02/2017
UNI 10169: 2001							01/03/2017

(*): i parametri contrassegnati con l'asterisco non rientrano tra quelli accreditati dal laboratorio

L'incertezza è espressa nelle unità di misura delparametro a cui si riferiscono. Il fattore di copertura è pari a k=2 con un intervallo di probabilità del 95%.

I risultati analitici si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.
La riproduzione parziale del presente rapporto di prova non è consentita senza autorizzazione scritta del laboratorio.

Direttore Responsabile - Laboratorio Porto Torres
Dott. Stefano Pinna
Ordine Provinciale dei Chimici di Sassari n° 199

Direttore Responsabile - Laboratorio Cairo M.tte
Dott. ssa Tiziana Giusto
Ordine dei Chimici della Liguria n° 1011

segue Rapporto di prova n°: **17LA02555 rev.00**

Il presente rapporto di prova è firmato digitalmente da:

Dott.ssa Tiziana Giusto
Ordine dei Chimici della Liguria n°1011

Fine del rapporto di prova n°**17LA02555**

Allegato F:

CPG Lab - “Monitoraggio Emissioni diffuse Biogas” - Relazione tecnica del 05/01/2017

16CP20974

COMUNE di VADO LIGURE

Provincia SV

Azienda

Waste Italia S.p.A.

Località Bossarino
17047 – Vado Ligure (SV)

Elaborato

Relazione tecnica

MONITORAGGIO EMISSIONI DIFFUSE BIOGAS

Misure presso:

Discarica Località Bossarino

Vado Ligure (SV)

Misure effettuate il 28/12/2016 e 29/12/2016

Indice

1. Premesse

2. Biogas

3. Luogo di indagine

4. Descrizione procedura di misura

5. Strumentazione impiegata

6. Risultati ottenuti dalla campagna di monitoraggio

7. Conclusioni

8. Allegati

1. Premesse

La presente relazione è stata commissionata dall'Azienda Waste Italia S.p.A. al fine di monitorare e quantificare le emissioni diffuse della discarica localizzata in Località Bossarino nel Comune di Vado Ligure (SV).

Per la pianificazione e l'effettuazione della campagna di misura sono state seguite le linee guida "Guidance on monitoring landfill gas surface emissions" che indicano la metodologia di scelta dei punti di misura, la strumentazione da utilizzare, l'analisi ed il calcolo dei dati ottenuti dalle misure.

I punti di misura, scelti in base alla creazione di una maglia, sono rappresentativi della zona di più recente coltivazione della discarica; è necessario indicare che non sono state effettuate misurazioni nei punti in cui vi è lo scarico e la sistemazione dei rifiuti principalmente per motivi di sicurezza.

Riassumendo ciò che sarà indicato nella planimetria delle postazioni di misura, sono state effettuate misure sia sul confine della discarica sia all'interno delle aree di lavorazione.

I risultati ottenuti indicheranno il flusso di emissione di metano in aria attraverso la valutazione delle letture strumentali della variazione di concentrazione nel tempo (fino alla stabilizzazione del dato) nelle varie postazioni di misura.

2. Biogas

Il biogas è il prodotto gassoso della fermentazione anaerobica metanogenica della sostanza organica. Si tratta di una miscela composta da metano, anidride carbonica, ossigeno, azoto e impurità (fluoruri, solfuri, silicati, ammoniaca). Ossigeno e azoto non sono tuttavia generati dalla degradazione bensì dall'infiltrazione di aria all'interno dei rifiuti.

Il metano si crea durante la decomposizione anaerobica delle sostanze organiche e delle proteine presenti nei rifiuti smaltiti in discarica che vengono inizialmente trasformati in zuccheri, poi principalmente in acido acetico ed, infine, in CH_4 e CO_2.

La decomposizione anaerobica ha luogo in assenza di ossigeno ed è un processo complesso nel quale le condizioni ambientali giocano un ruolo fondamentale. Tra i fattori ambientali più importanti sono da considerare:

il contenuto d'acqua del rifiuto;

la presenza e distribuzione dei microrganismi;

la concentrazione di nutrienti;

la composizione merceologica e la pezzatura media dei rifiuti;

il pH e la temperatura all'interno del cumulo di rifiuti;

l'eventuale infiltrazione di acqua.

Il processo di generazione del biogas può essere schematizzato in quattro fasi caratteristiche di tutto il ciclo di vita della discarica. Durante tali fasi varia sia la velocità di formazione del biogas che la sua composizione.

La prima fase è "aerobica" ed il principale gas prodotto è l'anidride carbonica (CO_2). La seconda fase è caratterizzata da una forte diminuzione della concentrazione di ossigeno che porta l'ambiente ad operare in condizioni anaerobiche. Si assiste ad una notevole produzione di CO_2 ed, in misura minore, di idrogeno (H_2). Nella terza fase (sempre anaerobica) inizia la

generazione di CH_4 associata ad una riduzione della CO_2 precedentemente prodotta.

Il contenuto di azoto (N_2) nel biogas è inizialmente elevato nella prima fase aerobica e decresce molto velocemente durante la seconda e la terza fase (anaerobiche).

Nella quarta ed ultima fase la produzione di biogas raggiunge condizioni di quasi stazionarietà e la composizione del biogas rimane pressoché costante.

La durata delle varie fasi e dell'intera sequenza dipende dalle condizioni presenti in discarica (composizione del rifiuto, caratteristiche del materiale di copertura, schema progettuale) e può variare anche in funzione delle condizioni climatiche, come la quantità delle precipitazioni atmosferiche e la temperatura ambientale.

La produzione di biogas ha un periodo di latenza di circa un anno a causa della presenza di condizioni aerobiche nel periodo iniziale e dell'attività biologica rivolta alla formazione di acidi volatili nella prima fase del processo anaerobico.

Nelle discariche tuttavia la produzione di metano potrebbe avere un periodo di latenza iniziale che può durare anche più di un anno.

Essa è determinata da due fattori:

all'esistenza di condizioni iniziali aerobiche;

la prevalenza delle attività biologiche anaerobiche rivolte alla produzione di acidi volatili (batteri acido produttori)

Il periodo di latenza è normalmente caratterizzato da apprezzabili produzioni di idrogeno, oltre che di CO_2.

I rifiuti smaltiti in una discarica controllata possono produrre biogas per 20 - 30 anni.

Composizione tipica del biogas da discarica.

Oltre alla già nota importanza del metano come gas ad effetto serra, la presenza del CH_4 nelle discariche di rifiuti deve essere monitorata

attentamente a causa delle sue caratteristiche esplosive in ambienti confinati non appena la sua concentrazione risulta essere compresa tra il 5% ed il 15%. Inoltre, esso risulta dannoso sia per l'uomo (può provocare asfissia in ambienti chiusi) che per la vegetazione (può avere effetti letali per la vegetazione a causa dell'asfissia delle radici quando esse vengono investite dal gas nel sottosuolo).

3. Luogo di indagine

La discarica dell'Azienda Waste Italia S.p.A. è localizzata in Località Bossarino nel Comune di Vado Ligure (SV); l'impianto di smaltimento, autorizzato con Atto Dirigenziale delle Provincia di Savona n. 2009/859, è destinato al conferimento di rifiuti speciali non pericolosi ed appartiene alla sottocategoria di discarica per rifiuti misti non pericolosi con recupero di biogas e con elevato contenuto sia di rifiuti organici o biodegradabili che di rifiuti inorganici.

La discarica si sviluppa su terrazzamenti creati dal riempimento di una valle naturale, il monitoraggio è stato eseguito partendo da circa 165 metri di quota a salire fino al confine superiore.

I punti di monitoraggio sono stati identificati e posizionati seguendo le precedenti campagne di misura.

4. Descrizione procedura di misura

Seguendo le linee guida si è proceduto inizialmente valutando il numero minimo di punti di misura utili a creare una maglia da "posizionare" sull'area comunicata dalla Committenza.

Il punto 5.1.1 del "Guidance on monitoring landfill gas surface emissions" prevede che per aree maggiori di 5000 metri quadrati si debba effettuare il seguente calcolo:

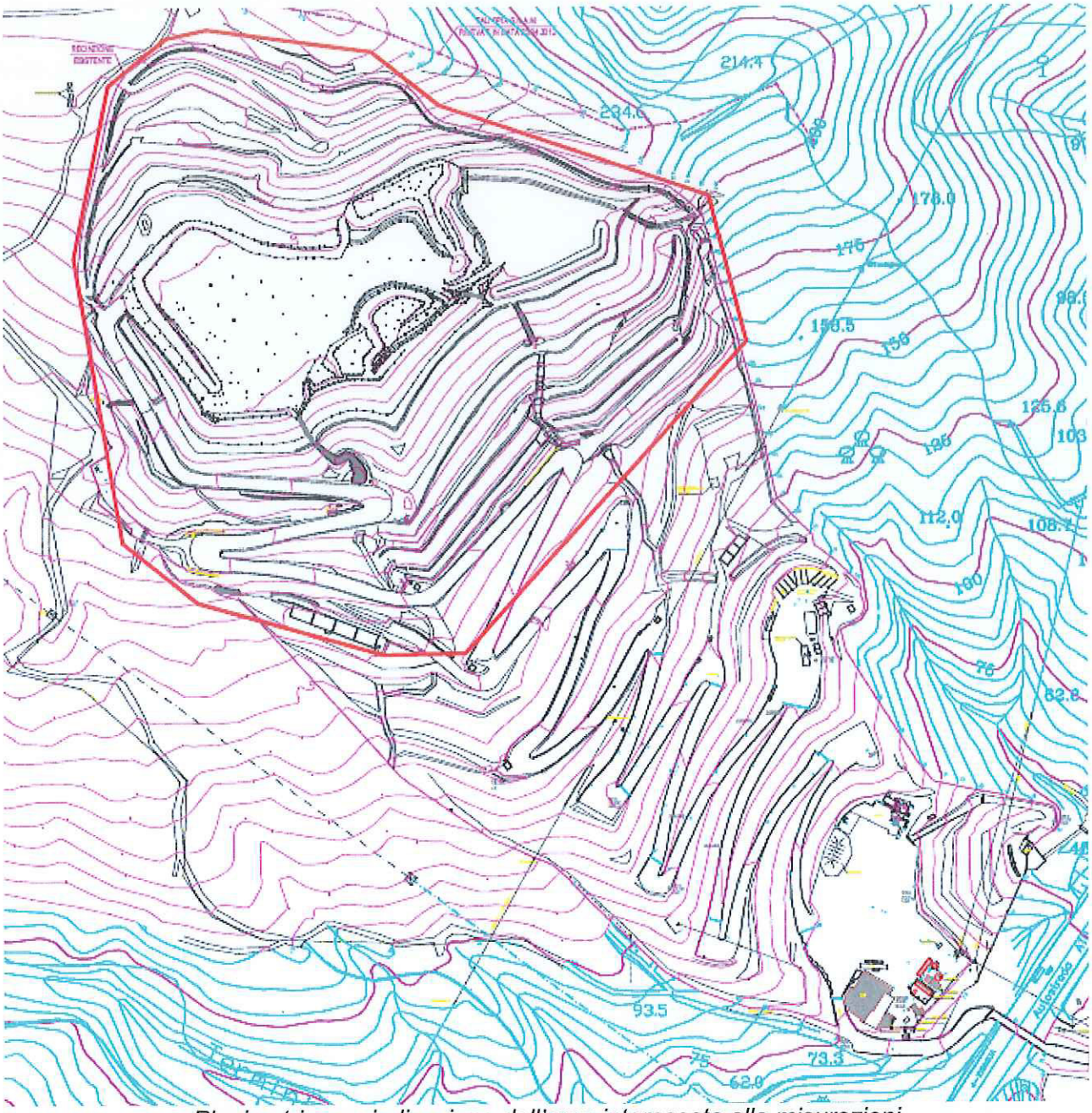
$n = 6 + 0{,}15\sqrt{Z}$

n = numero minimo punti di misura

Z = area di monitoraggio

Imponendo l'area pari a 70000 m2 il valore che si ottiene è:

n = 46 punti



Planimetria con indicazione dell'area interessata alle misurazioni

Come si vedrà successivamente nell'analisi dei risultati sono state effettuate misurazioni su 79 punti garantendo una migliore distribuzione sull'area interessata.

Durante le misurazioni si è cercato di mantenere costanti e fisse le distanze tra i punti di misura ma, operando in aree caratterizzate da terrazzamenti e quindi complicate sotto il profilo delle misurazioni, è stato necessario adattare la maglia "originale" alle condizioni reali del terreno.

Le misure sono state effettuate in 2 giorni differenti (27/12/2016 e 29/12/2016); successivamente vengono riportate le condizioni meteorologiche precedenti alle giornate di misura dalle quali si osserva una stabilità dei valori di pressione atmosferica tali da garantire una sostanziale correttezza delle misurazioni.

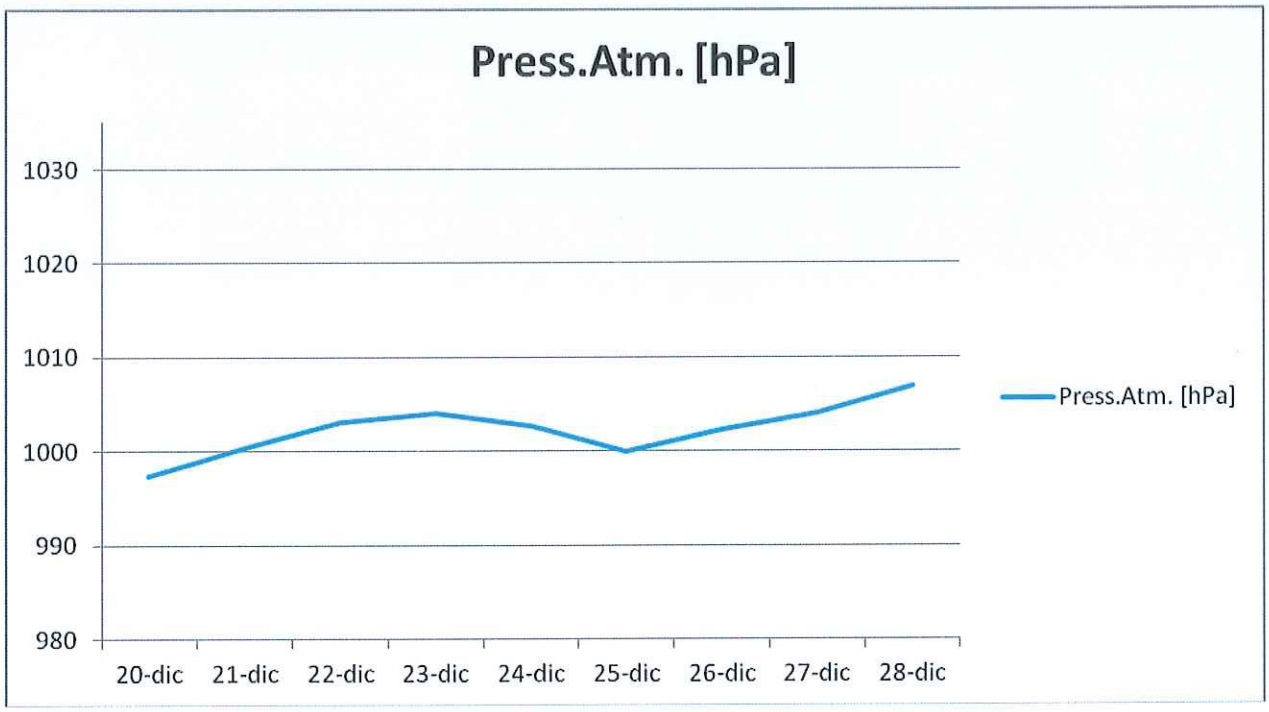


Grafico pressione atmosferica giorni precedenti alla campagna di misura rilevati presso la stazione meteo della vicina Discarica Ecosavona

5. Strumentazione impiegata

La strumentazione impiegata è riassumibile in 3 strumenti principali:

- Flux box
- Analizzatore gas
- GPS

Flux box

Questo strumento è costituito da una camera di accumulo (di volume e superficie noti) ed un sistema di captazione basato su punti posizionati omogeneamente sulla superficie di testa dello strumento.
Questi punti di captazione sono convogliati tramite un partitore ad un tubo siliconato in uscita che verrà collegato all'analizzatore esterno.

Analizzatore gas (FID portatile – analizzatore a ionizzazione di fiamma)

Per valutare le concentrazioni di metano presenti all'interno della flux box, è stato utilizzato un analizzatore FID Crowcon Gas-Tec distribuito in Italia dalla ditta LabService Analitica.
Questo strumento è conforme alle linee guida precedentemente illustrate ed è composto sostanzialmente da un bruciatore nel quale il gas viene miscelato con idrogeno ed aria e poi inviato alla fiamma di combustione.
Il principio che garantisce l'espressione del risultato in ppm di metano è basato sul fatto che il gas bruciando all'interno del bruciatore produce ioni ed elettroni; lo strumento valuta, quindi, la differenza di potenziale che si genera tra l'ugello del bruciatore e l'elettrodo collettore. I dati vengono visualizzati in tempo reale tramite display digitale nella parte superiore dello strumento.

Lo strumento utilizzato è composto da una pompa di aspirazione, dal bruciatore, dall'analizzatore e da una bombola di idrogeno ricaricabile

Le specifiche tecniche sono:

Sensore: rivelazione a ionizzazione di fiamma (FID)

Campo di misura: 0-100ppm, 0-1000ppm, 0-10000ppm

Precisione: +/- 10%

Tempo di risposta: < 2 sec

Flusso di aspirazione: 850ml/min

Peso: circa 4,2Kg

GPS

Per la georeferenziazione dei punti di misura è stato utilizzato il ricevitore GPS presente all'interno dello strumento di misura FID.

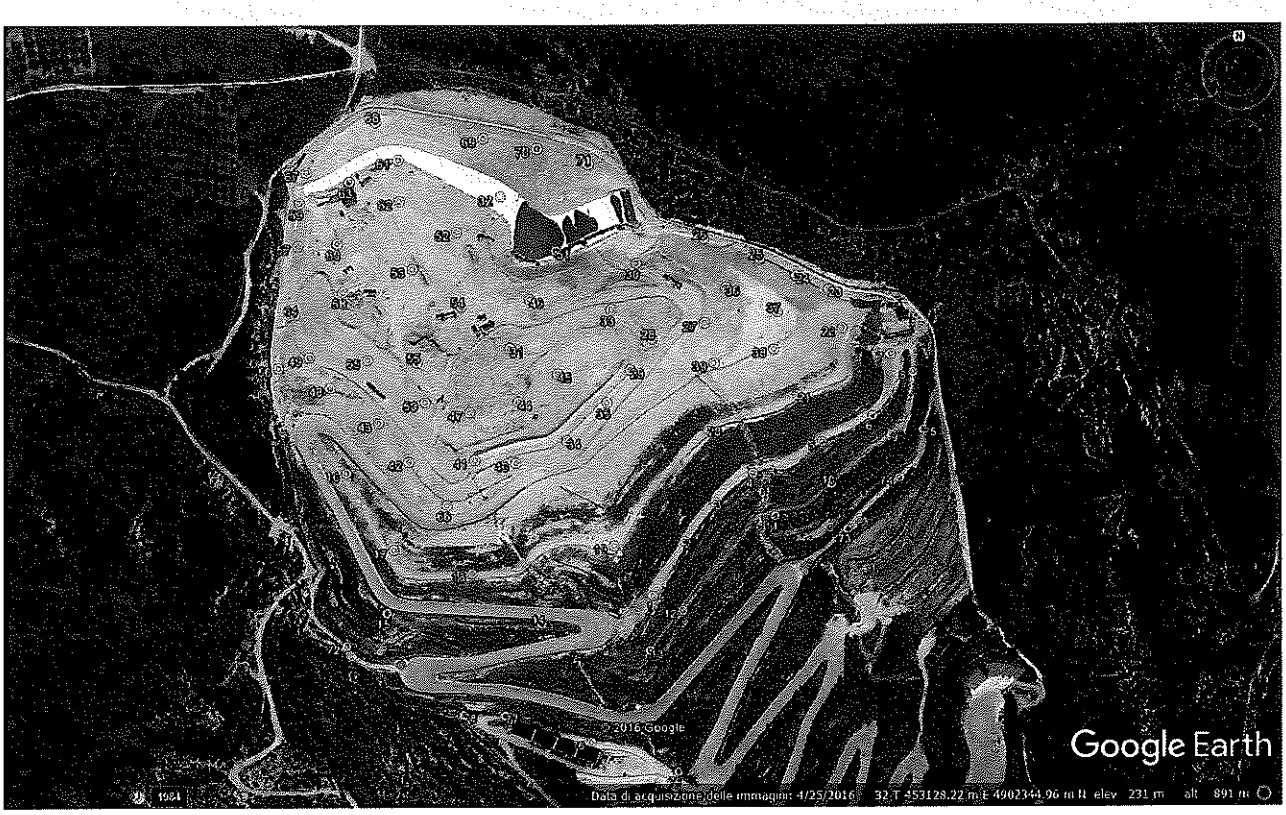


Immagine rappresentativa della strumentazione utilizzata (Flux Box+analizzatore)

La procedura di misura è stata quella di posizionare la flux box sul terreno, farla aderire al meglio sempre sul terreno, aprire successivamente la valvola di uscita gas, accendere lo strumento e registrare i dati ogni secondo (compreso il tempo zero) fino alla stabilizzazione o eventuale calo.

6. *Risultati ottenuti dalla campagna di monitoraggio*

In data 28/12/2016 e in data 29/12/2016 sono state eseguite le misure in campo presso l'area occupata dalla discarica oggetto di valutazione.



Planimetria rappresentante i punti di misura (immagine di sfondo 25/04/2016)

Le misure sono state effettuate tramite l'utilizzo di una flux box e di un analizzatore FID portatile nei punti descritti precedentemente; la procedura di misura prevede il posizionamento dello strumento e il collegamento tramite tubo flessibile con l'analizzatore, successivamente si sono rilevate le concentrazioni fino alla stabilizzazione o alla diminuzione della concentrazione stessa.

Seguendo le linee guida proposte dalla "Guidance on monitoring landfill gas surface emissions" è stato calcolato il flusso di emissione riferito ad ogni punto di misura tramite la seguente formula:

$$\mathbf{Q} = \frac{\mathbf{Vfc}}{\mathbf{Sfc}} * \left(\frac{\mathbf{dc}}{\mathbf{dt}}\right)$$

Q = flusso di emissione (mg $m^{-2}s^{-1}$)

Vfc = volume confinato della flux-chamber (m^3)

Sfc = superficie di contatto della flux-chamber (m^3)

(dc/dt) = coefficiente di variazione della concentrazione di metano (mg m^{-3} s^{-1})

Il coefficiente di variazione della concentrazione di metano (dc/dt) è ottenuto tramite la seguente formula:

$$\frac{dc}{dt} = \frac{n * \sum t * c - (\sum t) * (\sum c)}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

n = numero di misurazioni

t = tempo di lettura

c = concentrazioni rilevate

Nella successiva tabella vengono riportati i valori massimi di concentrazione in mg/m3 di CH4 rilevati nei vari punti e i relativi valori di flusso di emissione Q.

Punto	*CH4 mg/mc*	*Q mg $m^{-2}s^{-1}$*	*Punto*	*CH4 mg/mc*	*Q mg $m^{-2}s^{-1}$*	*Punto*	*CH4 mg/mc*	*Q mg $m^{-2}s^{-1}$*
1	38,57	0,15	31	5,00	0,00	61	205,00	0,00
2	14,29	0,05	32	5,00	0,00	62	63,57	0,00
3	16,43	0,00	33	7,86	0,00	63	27,86	0,00
4	17,86	0,00	34	13,57	0,00	64	17,14	0,06
5	13,57	0,02	35	19,29	0,00	65	25,71	0,15
6	7,14	0,00	36	29,29	0,00	66	38,57	0,05
7	8,57	0,00	37	20,71	0,00	67	45,00	0,09
8	16,43	0,00	38	82,86	0,15	68	36,43	0,14
9	7,86	0,00	39	25,71	0,02	69	69,29	0,30
10	8,57	0,00	40	10,71	0,03	70	623,58	4,67
11	9,29	0,00	41	5,71	0,00	71	744,30	4,69
12	76,43	0,15	42	22,14	0,05	72	21,43	0,04
13	6,43	0,00	43	27,14	0,19	73	7,14	0,00
14	7,86	0,00	44	7,86	0,00	74	7,14	0,01
15	12,14	0,02	45	7,14	0,00	75	9,29	0,00
16	30,71	0,72	46	21,43	0,05	76	37,14	0,00
17	14,29	0,00	47	15,00	0,03	77	48,57	0,00
18	12,86	0,00	48	23,57	0,00	78	37,14	0,00
19	27,86	0,00	49	12,86	0,04	79	126,43	0,28
20	15,00	0,00	50	13,57	0,00			
21	12,14	0,00	51	4,29	0,00			
22	12,86	0,00	52	4,29	0,00			
23	389,29	0,38	53	4,29	0,00			
24	100,72	0,36	54	4,29	0,00			
25	62,14	0,27	55	4,29	0,00			
26	124,29	0,87	56	7,14	0,00			
27	6,43	0,00	57	35,00	0,00			
28	5,71	0,00	58	168,57	1,10			
29	24,29	0,14	59	57,86	0,25			
30	5,71	0,00	60	107,15	0,22			

Successivamente viene riportato il grafico relativo ai flussi di emissione Q dei vari punti monitorati.

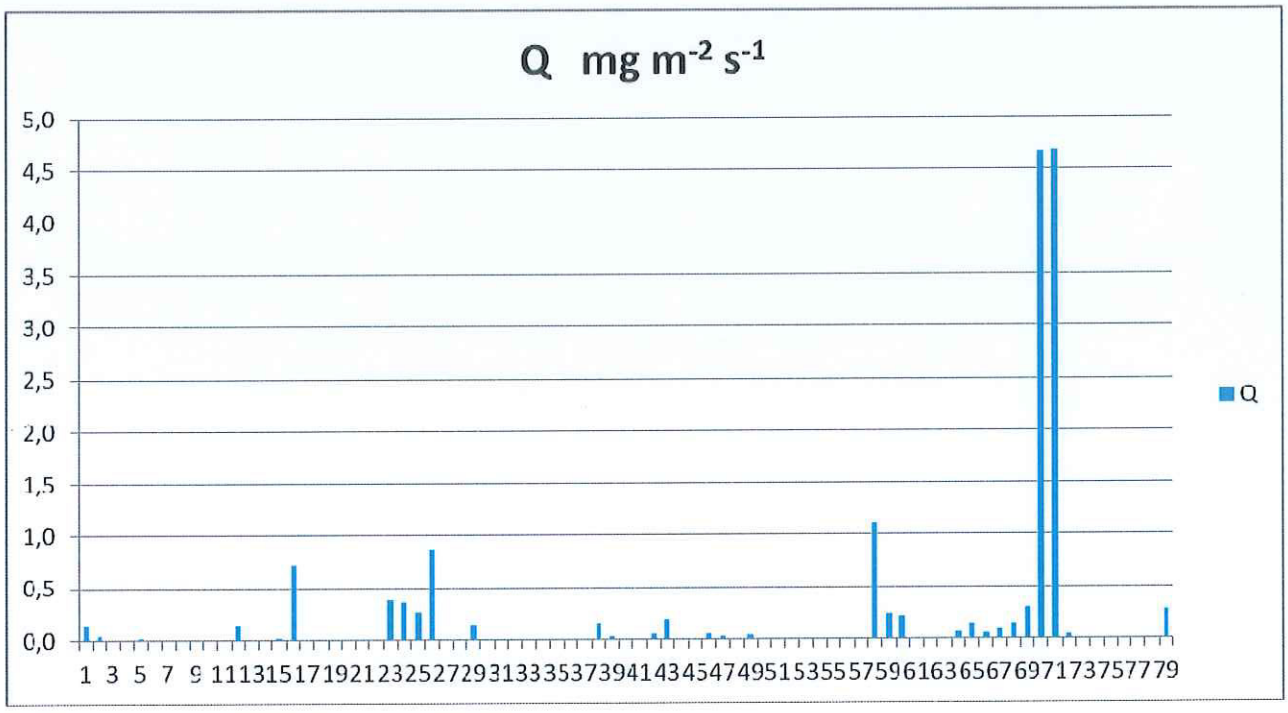


Grafico relativo ai flussi di emissione Q dei vari punti di misura

Da questi valori di flusso di emissione Q si ottiene una media generale di: **0,1991 mg m^{-2} s^{-1}**.

7. Conclusioni

Il risultato medio ottenuto permette di verificare che la superficie indagata ha un flusso di emissione maggiore di quello indicato nella norma "Guidance on monitoring landfill gas surface emissions" per quanto concerne le aree coperte provvisoriamente.

Questo valore è influenzato principalmente da alcuni punti in cui si sono rilevati flussi elevati; escludendo tali punti, N.70,71, si ottiene una media pari a **0,0826 mg m^{-2} s^{-1}**.

I punti 70 e 71 si trovano in una stessa area, la zona risulta essere la sponda dell'impermeabilizzazione; queste aree sono maggiormente soggette a fuoriuscita di gas.

Come si può vedere nei risultati il fenomeno risulta essere piuttosto puntuale.

Tipo di copertura	**Media**	**Valori indicati dalla norma mg m^{-2} s^{-1}**	**Valori ottenuti mg m^{-2} s^{-1}**
Zone provvisoriamente coperte	*Tutti i punti*	***0,100***	*0,1991*
	Esclusi punti 70,71		***0,0826***

Cairo Montenotte, 5 Gennaio 2017

P.I. Gabriela Ceccarelli

TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA AMBIENTALE
P.I. GABRIELA CECCARELLI
REGIONE LIGURIA N° 192

8. *Allegati*


© 2016 Google
1984
Data di acquisizione delle immagini: 4/25/2016
32 T 453128.22 m E 4902344.96 m N elev 231 m
alt