



**Società Italiana Sali Alcalini S.p.A.**

Sede Legale ed Amministrativa  
Via Principe di Granatelli, 46 – 90139 Palermo (PA) Italy  
Tel +39 091 6029111 - Fax +39 091 6116811  
info@italkali.com - www.italkali.com - Pec italkali@legalmail.it

IMPIANTO / OPERA DI RIFERIMENTO

**Concessione Mineraria "Realmonte" - Realizzazione di un complesso industriale per la lavorazione della kainite**

**REGIONE SICILIANA**

**COMUNE DI REALMONTE**

**Sito Minerario di Realmonte (AG)**

**Realizzazione di un impianto industriale per la produzione di Solfato di Potassio e Cloruro di Sodio ricristallizzato da kainite**

***Procedura ex art. 21 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.  
Definizione dei contenuti dello studio di impatto ambientale (scoping)***



**NOME ELABORATO**

**SCALA**

ISTITUTO FARMACOLOGICO MARIO NEGRI -  
"VALUTAZIONE DEL RISCHIO  
TOSSICOLOGICO-SANITARIO DOVUTO ALLE  
EMISSIONE DELL'IMPIANTO DI LAVORAZIONE  
DELLA KAINITE SULLA POPOLAZIONE DEL  
COMUNE DI REALMONTE" - MARZO 2015

-

*Disegno/elaborato di proprietà della Italkali S.p.A. – È vietata la riproduzione anche parziale o la cessione a terzi senza autorizzazione ai sensi della vigente legislazione in materia – Copyright reserved*

**CODICE DI RIFERIMENTO / NOME FILE**

**S.W.O. N.**

ITKSMR\_PS\_PP005 / ITKSMR\_PS\_PP005.pdf

-

REV.	DESCRIZIONE	DATA	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE
0	Emesso	10/04/15	ISTITUTO FARMACOLOGICO MARIO NEGRI	ISTITUTO FARMACOLOGICO MARIO NEGRI	ITALKALI S.p.A.



---

# VALUTAZIONE DEL RISCHIO TOSSICOLOGICO- SANITARIO DOVUTO ALLE EMISSIONI DELL'IMPIANTO DI LAVORAZIONE DELLA KAINITE SULLA POPOLAZIONE DEL COMUNE DI REALMONTE

Impianto Italkali Realmonte (AG)

---

p. 1 di 16

*IRCCS – Decreto Ministeriale 18 gennaio 2013 (Gazzetta Uff. N. 34 del 9/2/2013)*

*I CONTRIBUTI PER LA RICERCA VERSATI ALL'ISTITUTO SONO FISCALMENTE DEDUCIBILI DAL REDDITO (Gazzetta Uff. N. 179 del 3/8/2011)*

*FONDAZIONE PER RICERCHE ERETTA IN ENTE MORALE, D.P.R. 361 DEL 5/4/1961 - REGISTRO PERSONE GIURIDICHE PREFETTURA MILANO N.227  
CONTO CORRENTE POST. N.58337205 - COD. FISC. E PARTITA IVA 03254210150 - ANAGRAFE NAZIONALE RICERCHE COD.G1690099*

*RECOGNIZED AS A TAX EXEMPT ORGANIZATION UNDER SECTION 501 (c)(3) OF THE USA INTERNAL REVENUE CODE-TAX I.D. No.: 98-6000957*

*Sistema di gestione qualità certificato da Certiquality UNI EN ISO 9001:2008,*

*progettazione ed erogazione di corsi di formazione specialistica nell'ambito della biologia e della medicina*



## Sommario

Valutazione dell'impatto ambientale dovuto all'installazione dell'impianto di lavorazione della kainite sulla popolazione del comune di Realmonte (Ag) .....	1
Valutazione dell'impatto ambientale dovuto alle emissioni di particolato .....	1
Valutazione del rischio dovuto all'accumulo di metalli nel terreno.....	10
Considerazioni conclusive .....	15
Riferimenti .....	16

### Allegato tecnico:

### **VALUTAZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE DOVUTO ALL'INSTALLAZIONE DELL'IMPIANTO DI LAVORAZIONE DELLA KAINITE SULLA POPOLAZIONE DEL COMUNE DI REALMONTE (AG) STUDIO DIFFUSIONALE SULLE EMISSIONI IN ARIA**



## 1. VALUTAZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE DOVUTO ALL'INSTALLAZIONE DELL'IMPIANTO DI LAVORAZIONE DELLA KAINITE SULLA POPOLAZIONE DEL COMUNE DI REALMONTE (AG)

La presente relazione illustra una valutazione di rischio tossicologico - sanitario in relazione all'impatto dovuto alle emissioni stimate dai punti autorizzati (camini dai forni di essiccamento) relative sia alla qualità dell'aria nel comune di Realmonte (AG) che delle ricadute sui terreni.

L'obiettivo è quindi fornire una valutazione quantitativa dell'impatto dell'inquinamento atmosferico dovuto alle emissioni di particolato e di metalli sulla salute dei cittadini residenti, in relazione alla futura presenza dell'impianto industriale di trattamento della kainite di proprietà di Italkali S.p.A. che sorgerà ad ovest dell'abitato di Realmonte e che occuperà una superficie di 246.000 mq circa di terreno.

La metodologia utilizzata è definita "diretta" in quanto partendo dalle concentrazioni ambientali degli inquinanti stima le concentrazioni o dosi di esposizione e, in base alle informazioni tossicologiche disponibili, stima la probabilità o la frequenza con la quale effetti avversi per la salute possano verificarsi in associazione causale con le sostanze in esame.

## 2 VALUTAZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE DOVUTO ALLE EMISSIONI DI PARTICOLATO

Per questa valutazione è stato utilizzato l'approccio proposto dalla Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO), mediante il software AirQ 2.2.3. sviluppato dal *WHO European Centre for Environment and Health, Bilthoven Division* specializzato nel valutare l'impatto potenziale sulla salute umana dell'esposizione a determinati inquinanti atmosferici in un certo periodo di tempo e in una certa area.

La quantificazione dell'impatto sulla salute, utilizzata nel programma AirQ, è basata sul concetto di Rischio Attribuibile (RA) definito come la proporzione degli eventi sfavorevoli che in una data popolazione è attribuibile all'esposizione (assumendo l'esistenza di una associazione causale tra esposizione ed effetto e che non vi siano importanti fattori confondenti in tale associazione).

La formula che permette il calcolo del RA è la seguente (Krzyzanowski, 1997):

$$RA = \frac{\sum \{ [RR(c) - 1] \times p(c) \}}{\sum [RR(c) \times p(c)]} \quad (1)$$

Dove:

- RR (c) = Rischio Relativo per un dato effetto dovuto alla concentrazione "c" di esposizione;
- P (c) = Proporzione di popolazione esposta alla concentrazione "c".

I valori del RR per gli effetti sanitari e i diversi inquinanti atmosferici vengono determinati dalle funzioni esposizione-risposta ottenute negli studi epidemiologici e vengono forniti dal programma stesso.

Conoscendo l'incidenza di base (come tasso grezzo per 100.000 abitanti) dell'evento sanitario nella popolazione in esame, il tasso attribuibile all'esposizione può essere calcolato come:

p. 3 di 16

IRCCS - Decreto Ministeriale 18 gennaio 2013 (Gazzetta Uff. N. 34 del 9/2/2013)

I CONTRIBUTI PER LA RICERCA VERSATI ALL'ISTITUTO SONO FISCALMENTE DEDUCIBILI DAL REDDITO (Gazzetta Uff. N. 179 del 3/8/2011)

FONDAZIONE PER RICERCHE ERETTE IN ENTE MORALE, D.P.R. 361 DEL 5/4/1961 - REGISTRO PERSONE GIURIDICHE PREFETTURA MILANO N.227  
CONTO CORRENTE POST. N.58337205 - COD. FISC. E PARTITA IVA 03254210150 - ANAGRAFE NAZIONALE RICERCHE COD.G1690099

RECOGNIZED AS A TAX EXEMPT ORGANIZATION UNDER SECTION 501 (c)(3) OF THE USA INTERNAL REVENUE CODE-TAX I.D. No.: 98-6000957

Sistema di gestione qualità certificato da Certiquality UNI EN ISO 9001:2008,  
progettazione ed erogazione di corsi di formazione specialistica nell'ambito della biologia e della medicina



$$IE = I \times RA$$

(2)

dove:

- IE = tasso grezzo dell'evento sanitario attribuibile all'esposizione;
- I = tasso grezzo dell'evento sanitario nella popolazione in esame.

Conoscendo quindi le dimensioni della popolazione, il tasso attribuibile all'esposizione può essere convertito in numeri di casi attribuibili:

$$NE = IE \times N$$

(3)

dove:

- NE = numero di casi stimato attribuibili all'esposizione;
- IE = tasso grezzo attribuibile all'esposizione;
- N = dimensione della popolazione.

Il programma è predisposto per valutare l'impatto dell'esposizione sui seguenti effetti sanitari:

1. Mortalità (n° di morti in un determinato periodo di tempo)
  - 1.1. Mortalità totale (tutte le cause, esclusi gli incidenti)
  - 1.2. Mortalità per malattie cardiovascolari per tutte le età
  - 1.3. Mortalità per malattie respiratorie per tutte le età
2. Morbilità (numero di casi in un determinato periodo di tempo)
  - 2.1. Cronici
    - 2.1.1. Ricoveri ospedalieri per malattie respiratorie
    - 2.1.2. Ricoveri ospedalieri per malattie respiratorie per gruppi specifici di età
    - 2.1.3. Ricoveri ospedalieri per asma per gruppi specifici di età
    - 2.1.4. Ricoveri ospedalieri per malattie cardiovascolari
    - 2.1.5. Malattie polmonari croniche ostruttive (COPD)
  - 2.2. Acuti
    - 2.2.1. Infarto miocardico acuto
    - 2.2.2. Bronchiti per classi di età
    - 2.2.3. Attacchi d'asma nei bambini
    - 2.2.4. Attacchi d'asma negli adulti

Nella pratica la valutazione dell'impatto sulla salute, una volta che sono stati inseriti i valori di esposizione per la popolazione sotto indagine, può essere effettuata in due modi:

- a) utilizzando i valori di *default* forniti dalla WHO sia per l'incidenza di base dell'effetto nella popolazione, sia per valori di RR (Tabella 1);

p. 4 di 16



b) sostituendo i valori di *default* della WHO con valori specifici relativi alla popolazione sotto studio.

Nella presente valutazione sono stati utilizzati i valori di *default* proposti e implementati dalla WHO per quanto riguarda i valori di RR mentre per quanto riguarda l'incidenza di base nella popolazione sono stati utilizzati valori specifici (Tabella 1).

Tabella 1. Valori di rischio relativo (RR), e corrispondenti intervalli di confidenza, implementati nel software AirQ e utilizzati per stimare gli effetti sanitari in questo studio.

	Incidenza di base	RR (95% CI) per 10 µg/m <sup>3</sup>	
		PM <sub>2.5</sub> (media giornaliera)	PM <sub>10</sub> (media giornaliera)
Mortalità per tutte le cause	987,1 <sup>a</sup>	1,14 (1,04-1,24) <sup>b</sup>	1,0074 (1,0062-1,0086)
Mortalità per malattie cardiovascolari	395,8 <sup>a</sup>		1,008 (1,005-1,018)
Mortalità per malattie respiratorie	85,6 <sup>a</sup>		1,012 (1,008-1,037)

<sup>a</sup> tasso grezzo stimato su 100.000 abitanti per il distretto 1 della provincia di Agrigento (ricavati dal Dipartimento per le attività sanitarie e osservatorio epidemiologico dell'assessorato regionale della salute)

<sup>b</sup> lungo termine

Il programma AirQ calcola anche l'impatto sulla salute dovuto all'esposizione a lungo termine, assumendo che il livello di inquinamento rimanga costante per gli anni della simulazione. Per tale computazione è necessario l'inserimento dei dati relativi alla struttura della popolazione e alla mortalità specifica per classi di età. L'impatto sulla salute viene misurato mediante la stima della riduzione dell'aspettativa di vita per certe classi di età, in particolare:

- anni di vita persi (YoLL) nel primo anno della simulazione;
- anni di vita persi (YoLL) nei successivi 10 anni.



I coefficienti di rischio per tale computazione (Tabella 1) per gli effetti a lungo termine, derivano dagli studi epidemiologici di coorte che hanno mostrato un incremento di rischio di mortalità per popolazioni che vivono per tempi lunghi in aree con livelli di inquinamento atmosferico più elevati rispetto alla media. Il programma fornisce anche una valutazione della solidità dell'evidenza scientifica relativamente ai valori di RR utilizzati per la stima degli effetti.

Il programma AirQ utilizza, per la stima sia a breve che a lungo termine dell'impatto sulla salute del PM<sub>10</sub> sulla popolazione, un valore medio annuo di PM<sub>10</sub>. E' stata utilizzata quindi l'emissione da autorizzare (un camino di essiccazione, con filtri a maniche, con emissioni di polveri pari a 10 mg/m<sup>3</sup> con una portata di 16.000 m<sup>3</sup>/h, due camini con emissioni di polveri pari a 25 mg/m<sup>3</sup> con una portata di 80.000 m<sup>3</sup>/h) assumendo che le polveri emesse siano assimilabili totalmente a PM<sub>10</sub>.

Tramite il modello CALPUFF (vedi allegato tecnico) sono state calcolate le ricadute del valore medio annuo del PM<sub>10</sub> nell'area di interesse. Il valore medio annuo di ricaduta massima dei tre camini nell'area è risultato essere pari a 2.35 µg/m<sup>3</sup>. Per la valutazione dell'impatto si è tenuto conto della concentrazione di fondo del PM<sub>10</sub> nell'area e, a tale scopo, sono stati utilizzati i dati disponibili dalle misurazioni della Provincia di Agrigento da "Tutela dell'inquinamento atmosferico - Ufficio 2° - Sezione Tecnica per il Monitoraggio della qualità dell'Aria", nella stazione 1 di Porto Empedocle (Ag), comprese da Aprile 2012 a Marzo 2013 (Tabella 2).

L'esposizione viene calcolata dal programma AirQ assumendo che le concentrazioni misurate siano rappresentative dell'esposizione media della popolazione residente nel comune (4.583 persone nel 2014 da [comune-italia.it](http://comune-italia.it)). I dati di concentrazione di PM<sub>10</sub> sono stati suddivisi in categorie di 10 µg/m<sup>3</sup> (Tabella 2) per il calcolo delle corrispondenti categorie di esposizione, alle quali è soggetta la popolazione.

In pratica il programma assume che, se ad esempio nel 5% dei giorni di campionamento vengono misurate concentrazioni di particolato inferiore a 10 µg/m<sup>3</sup>, la popolazione residente è esposta, durante l'anno, per il 5% del tempo alla corrispondente concentrazione, e così via.



Tabella 2. Classi di concentrazione e corrispondenti classi di esposizione al PM<sub>10</sub> stimate per i residenti di Realmonte.

Classi di concentrazione mg/m <sup>3</sup>	Giorni
< 10	1
10-19	61
20-29	94
30-39	90
40-49	41
50-59	18
60-69	13
70-79	3
80-89	3
90-99	1
100-109	0
110-119	1
120-129	1
130-139	0
140-149	0
150-159	0
160-169	0
170-179	0
180-189	0
190-199	0
200-249	0

I risultati dell'impatto dell'esposizione a PM<sub>10</sub>, relativamente agli effetti a breve termine, sono riportati nella Tabella 3. Per il PM<sub>10</sub> viene calcolato l'impatto anche sulla mortalità per malattie cardiovascolari e respiratorie. I valori di RR utilizzati per la quantificazione degli esiti sanitari derivano dallo studio APHEA sull'effetto a breve termine del particolato sulla mortalità in 12 città europee (Katsouyanni et al., 1997). La computazione è stata effettuata partendo da un valore soglia di 10 µg/m<sup>3</sup>. Siccome il valore medio di PM<sub>10</sub> rilevato era di 33,40 µg/m<sup>3</sup> e siccome il software stimava solo valori medi di numeri interi, l'apporto medio di PM<sub>10</sub> del futuro impianto (che si attesta sul valore di 2.35 µg/m<sup>3</sup>) è stato preso in considerazione ponendo come media annuale 36 µg/m<sup>3</sup>, mentre la media senza impianto è stata posta come 33 µg/m<sup>3</sup>.



La presente valutazione rappresenta uno studio **worst case** sia per la concentrazione massima media annua imposta ( $2.35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valore massimo delle ricadute annue, non presente sul centro abitato ma in località remota, vedi allegato tecnico con le simulazioni di ricadute) sia per l'arrotondamento forzato dal programma ( $33.40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  senza impianto e  $35.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  con l'impianto, arrotondati a 33 e  $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

**Tabella 3. Rischio Relativo (RR), Rischio Attribuibile (RA) e n° di casi in eccesso in un anno, su 4.583 persone, con o senza l'impianto stimati mediante il software AirQ per l'esposizione a PM<sub>10</sub> nel comune di Realmonte.**

	<b>RR (95% CI)</b>	<b>RA (%)</b>	<b>n° casi in eccesso con impianto</b>	<b>n° casi in eccesso senza impianto</b>
Mortalità totale	1,0074 (1,0062-1,0086) <sup>a</sup>	1,7 (1,4-1,9)	0,8 (0,7-1,0)	0,8 (0,7-1,0)
Mortalità per malattie cardiovascolari	1,008 (1,005-1,018) <sup>b</sup>	1,8 (1,1-4,0)	0,5 (0,3-1,0)	0,4 (0,2-0,8)
Mortalità per malattie respiratorie	1,012 (1,004-1,012) <sup>b</sup>	2,7 (1,8-7,9)	0,1 (0,1-0,3)	0,1 (0,1-0,3)

<sup>a</sup> livello di certezza della stima: alto

<sup>b</sup> livello di certezza della stima: medio

Per la valutazione a lungo termine si è scelto di valutare il valore di PM<sub>2,5</sub> presente nel PM<sub>10</sub> rilevato. Il PM<sub>2,5</sub> è stato utilizzato in quanto associato ad un fattore di rischio più elevato per la salute umana rispetto al PM<sub>10</sub> (WHO, 2013). Si è stabilito di utilizzare, mancando le rilevazioni di PM<sub>2,5</sub> nella provincia di Agrigento, il 70% della media annuale di PM<sub>10</sub> come concentrazione attribuibile a PM<sub>2,5</sub>. Questo percentuale è stata scelta come la più restrittiva per valutare un rischio per la popolazione del comune di Realmonte, in quanto le linee guida della WHO sostengono che la frazione di PM<sub>2,5</sub> contenuta nel PM<sub>10</sub> sia tra il 50-70% (WHO, 2013). È stato assunto che il valore di  $2.35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  fosse composto dal 70% di PM<sub>2,5</sub>. In base a questa assunzione, è stato quindi calcolato il valore medio annuale di PM<sub>2,5</sub>, corrispondente ora a  $23.38 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e a  $25.025 \mu\text{g}/\text{m}^3$  senza o con l'impianto, rispettivamente.

La valutazione degli effetti a lungo termine è stata effettuata sia in termini di anni di vita persi (YoLL) dalla collettività nel suo complesso sia in termini di riduzione della speranza di vita per le diverse classi di età. Il calcolo prevede, oltre all'inserimento della concentrazione media annua per il PM<sub>2,5</sub>, anche la struttura per età della popolazione con il corrispondente numero di morti per tutte le cause, per malattie cardio-polmonari e per cancro ai polmoni. In questo studio, per tale computazione, è stata utilizzata la struttura della popolazione siciliana assumendo che sia rappresentativa per il comune di Realmonte.



La Tabella 4 mostra la riduzione dell'aspettativa di vita per le diverse classi di età dovuta alle concentrazioni misurate di PM<sub>2.5</sub> rispetto al valore di riferimento di 10 µg/m<sup>3</sup>. Ad esempio, una persona di quarant'anni ha una speranza, o aspettativa di vita, pari a 41,6 anni, in base alla struttura per età e al tasso di mortalità generale della popolazione lombarda. Di questi, 2,01 anni, corrispondenti al 4,8% della sua aspettativa di vita, sono persi a causa dell'inquinamento da PM<sub>2.5</sub>. L'impatto più elevato si ottiene per le persone anziane.

Rapportando i valori ottenuti per la popolazione del Comune di Realmonte di 4.583 abitanti otteniamo una stima di 25.9 nel primo anno della simulazione e di 92 anni di vita persi nei 10 anni successivi senza l'impianto, mentre otteniamo un valore di 31 nel primo anno e di 109.7 anni di vita persi nei 10 anni successivi con il contributo dell'impianto, considerando l'intera popolazione (maschi e femmine). Il contributo dell'impianto pertanto rappresenterebbe una perdita di anni pari a 0,001 e 0,004 anni per abitante nel primo anno e dopo 10 anni di attività, rispettivamente. Da queste stime risulta quindi che il contributo dell'impianto sulla riduzione dell'aspettativa di vita determinata dall'inquinamento dovuto a PM<sub>2.5</sub> presenti nell'aria è irrilevante.

**Tabella 4. Stima della speranza di vita per le differenti classi di età e degli anni di vita persi (YoLL) (mortalità per tutte le cause) a causa dell'esposizione a PM<sub>2.5</sub> dovuta o meno all'installazione dell'impianto.**

Età	Speranza di vita senza impianto (anni)	YoLL (95% CI)	Speranza di vita con impianto (anni)	YoLL (95% CI)
0	81,23	0,51 (0,13 – 0,90)	81,23	0,62 (0,16 – 1,08)
5	76,60	0,52 (0,13 – 0,90)	76,60	0,62 (0,16 – 1,08)
10	71,64	0,52 (0,13 – 0,90)	71,64	0,62 (0,16 – 1,08)
15	66,68	0,52 (0,13 – 0,90)	66,68	0,62 (0,16 – 1,08)
20	61,76	0,52 (0,13 – 0,90)	61,76	0,62 (0,16 – 1,08)
25	56,86	0,52 (0,14 – 0,91)	56,86	0,62 (0,16 – 1,09)
30	51,95	0,52 (0,14 – 0,91)	51,95	0,62 (0,16 – 1,09)
35	47,05	0,52 (0,13 – 0,90)	47,05	0,62 (0,16 – 1,08)
40	42,20	0,51 (0,13 – 0,89)	42,20	0,61 (0,16 – 1,07)
45	37,43	0,50 (0,13 – 0,88)	37,43	0,60 (0,16 – 1,05)
50	32,73	0,49 (0,13 – 0,86)	32,73	0,59 (0,15 – 1,03)
55	28,14	0,48 (0,12 – 0,83)	28,14	0,57 (0,15 – 1,00)
60	23,73	0,46 (0,12 – 0,80)	23,73	0,55 (0,14 – 0,96)
65	19,56	0,43 (0,11 – 0,76)	19,56	0,52 (0,13 – 0,91)
70	15,63	0,40 (0,10 – 0,71)	15,63	0,48 (0,13 – 0,85)
75	11,99	0,37 (0,10 – 0,66)	11,99	0,45 (0,12 – 0,79)
80	8,84	0,34 (0,09 – 0,60)	8,84	0,41 (0,11 – 0,73)
85	6,37	0,32 (0,08 – 0,57)	6,37	0,39 (0,10 – 0,68)
90	6,34	0,31 (0,08 – 0,55)	6,34	0,37 (0,10 – 0,66)
95	6,27	0,30 (0,08 – 0,52)	6,27	0,36 (0,09 – 0,63)
100	6,12	0,27 (0,07 – 0,47)	6,12	0,32 (0,08 – 0,56)
105	5,79	0,22 (0,06 – 0,38)	5,79	0,26 (0,07 – 0,46)
110	5,06	0,15 (0,04 – 0,26)	5,06	0,18 (0,05 – 0,31)
115	3,47	0,06 (0,02 – 0,10)	3,47	0,07 (0,02 – 0,12)



### 3 VALUTAZIONE DEL RISCHIO DOVUTO ALL'ACCUMULO DEI METALLI NEL TERRENO

Si è deciso di valutare il possibile accumulo di metalli nel terreno dove sorgerà l'impianto ad opera degli scarichi dei dispositivi di abbattimento delle polveri di kainite, cloruro di sodio e cloruro di potassio. La valutazione tiene conto della possibilità che i metalli presenti in tracce nei materiali utilizzati nell'impianto siano presenti nelle polveri che si formeranno nel processo di lavorazione. I metalli che sono stati indagati sono i seguenti:

- Cobalto
- Vanadio
- Nichel
- Cromo
- Rame
- Manganese
- Stagno
- Arsenico
- Piombo
- Titanio
- Antimonio
- Cadmio
- Mercurio

Sono state inizialmente condotte delle analisi chimiche dei principali composti che partecipano alla lavorazione del materiale quali:

- cloruro di potassio (KCl),
- kainite,
- salgemma.

I campioni sono stati analizzati in doppio mediante assorbimento atomico con un fornetto di grafite. Per il mercurio invece è stato utilizzato un analizzatore di mercurio FIMS 100 Perkin Elmer. I valori medi ricavati dalle analisi sono stati riportati in Tabella 6.

**STITUTO DI RICERCHE FARMACOLOGICHE MARIO NEGRI**  
 Dipartimento Ambiente & salute

**Enrico Davoli, Laboratorio Spettrometria di Massa**

Via Giuseppe La Masa, 19 - 20156 Milano MI - Italy - [www.marionegri.it](http://www.marionegri.it)

tel +39 02 39014.1 - fax +39 02 354.6277 - [mnegri@marionegri.it](mailto:mnegri@marionegri.it)

**Tabella 6. Concentrazioni medie ritrovate di vari metalli trovate in KCl, salgemma e kainite.**

	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g														
	Co	V	Ni	Cv	Cu	Mn	Sn	As	Pb	Ti	Sb	Cd	Zn	Hg				
KCl	0.034	0.066	0.519	0.083	0.213	2.040	0.026	0.004	0.003	0.005	0.027	0.012	0.001	0.001				
Salgemma	0.081	0.005	0.344	0.237	0.255	2.338	0.004	0.097	0.003	0.005	0.358	0.000	0.001	0.001				
Kainite	0.017	0.097	1.025	0.040	0.306	1.637	0.037	0.017	0.104	0.037	0.003	0.043	3.066	0.001				

p. 11 di 16

*IRCCS - Decreto Ministeriale 18 gennaio 2013 (Gazzetta Uff. N. 34 del 9/2/2013)*  
**I CONTRIBUTI PER LA RICERCA VERSATI ALL'ISTITUTO SONO FISCALMENTE DEDUCIBILI DAL REDDITO** (Gazzetta Uff. N. 179 del 3/8/2011)  
 FONDAZIONE PER RICERCHE ERETTE IN ENTE MORALE, D.P.R. 361 DEL 5/4/1961 - REGISTRO PERSONE GIURIDICHE PREFETTURA MILANO N.227  
 CONTO CORRENTE POST. N.58337205 - COD. FISC. E. PARTITA IVA 03254210150 - ANAGRAFE NAZIONALE RICERCHE COD.G1690099  
 RECOGNIZED AS A TAX EXEMPT ORGANIZATION UNDER SECTION 501 (c)(3) OF THE USA INTERNAL REVENUE CODE-TAX I.D. No.: 98-6000957

Sistema di gestione qualità certificato da Certiquality UNI EN ISO 9001:2008,  
 progettazione ed erogazione di corsi di formazione specialistica nell'ambito della biologia e della medicina



Come riportato precedentemente è stata valutata la media annua di massima ricaduta delle polveri, corrispondente ad una deposizione calcolata pari a  $2,7 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{sec}$ , attraverso il modello CALPUFF.

- Per valutare l'accumulo dei metalli nel terreno limitrofo all'impianto sono state fatte 3 assunzioni principali:
- è stato considerato solo il punto di massima ricaduta media annua,
- è stato assunto che questo punto avesse una ricaduta omogenea su tutto il territorio considerato,
- è stato deciso che nella polvere prodotta dalla lavorazione della kainite fosse presente una concentrazione di ciascun metallo pari a quella trovata nei componenti di origine.

Fatte queste assunzioni, si è stimato l'accumulo di questi metalli in un metro cubo di terreno per un periodo di tempo sufficientemente lungo. Un periodo di 50 anni è stato deciso come stima finale dell'accumulo totale di ciascun metallo con emissioni continue per 365 giorni l'anno. I valori ricavati per ogni metallo preso in considerazione sono riportati in Tabella 7.

Tabella 7. Tabella riassuntiva dell'accumulo ai metalli pesanti presi in esame.

Inquinante	Concentrazione (ppm)	Microgrammi/s deposizione ( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{s}$ )	Microgrammi in un anno	Microgrammi in 50 anni	Volume di terreno ( $\text{cm}^3$ )	Densità di terreno ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	Peso di terreno (g)	Concentrazione $\mu\text{g}/\text{kg}$ in un $\text{m}^3$ dopo 50 anni
Pb	0.11	2.97E-11	9.37E-04	4.68E-05	250000	2.6	650000	7.20E-05
Co	0.132	3.56E-11	1.12E-03	5.62E-05	250000	2.6	650000	8.65E-05
V	0.168	4.54E-11	1.43E-03	7.15E-05	250000	2.6	650000	1.10E-04
Ni	1.888	5.10E-10	1.61E-02	8.04E-04	250000	2.6	650000	1.24E-03
Cr	0.36	9.72E-11	3.07E-03	1.53E-04	250000	2.6	650000	2.36E-04
Cu	0.774	2.09E-10	6.59E-03	3.30E-04	250000	2.6	650000	5.07E-04
Mn	6.015	1.62E-09	5.12E-02	2.56E-03	250000	2.6	650000	3.94E-03
Sn	0.067	1.81E-11	5.70E-04	2.85E-05	250000	2.6	650000	4.39E-05
As	0.118	3.19E-11	1.00E-03	5.02E-05	250000	2.6	650000	7.73E-05
Tl	0.157	4.24E-11	1.34E-03	6.68E-05	250000	2.6	650000	1.03E-04
Sb	0.388	1.05E-10	3.30E-03	1.65E-04	250000	2.6	650000	2.54E-04
Cd	0.055	1.49E-11	4.68E-04	2.34E-05	250000	2.6	650000	3.60E-05
Zn	5.748	1.55E-09	4.89E-02	2.45E-03	250000	2.6	650000	3.76E-03
Hg	0.003	8.10E-13	2.55E-05	1.28E-06	250000	2.6	650000	1.96E-06

I valori ottenuti sono stati confrontati con quelli di riferimento presenti nell'allegato 5 del D.Lgs 152/2006 per quanto riguarda i siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale. I valori sono mostrati in Tabella 8.



Composti inorganici	Valori limite D.lgs 152/06 per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (mg/kg)	Valori di accumulo in un m3 dopo 50 anni (mg/kg)
Piombo	100	7.20E-08
Cobalto	20	8.65E-08
Vanadio	90	1.10E-07
Nichel	120	1.24E-06
Cromo totale	150	2.36E-07
Rame	120	5.07E-07
Manganese	-	3.94E-05
Stagno	1	4.39E-08
Arsenico	20	7.73E-08
Titanio	-	1.03E-07
Antimonio	10	2.54E-07
Cadmio	2	3.60E-08
Zinco	150	3.76E-06
Mercurio	1	1.96E-09

**Tabella 8. Confronto tra i valori limite presenti nell'allegato 5 del D.Lgs 152/06 "Concentrazione soglia di contaminazione nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee in relazione alla specifica destinazione d'uso dei siti"**

Poichè i valori di riferimento riportati nel decreto legislativo 152/06 sono di almeno sei ordini di grandezza più elevati dei valori riscontrati nei campioni, si è deciso di non procedere con un'indagine tossicologica dei metalli presi in considerazione, ritenendo irrilevanti queste concentrazioni.



#### 4. RISULTATI

Nel presente studio, utilizzando l'approccio proposto dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, è stato calcolato l'impatto sanitario della qualità dell'aria e dell'accumulo nel suolo per la popolazione del comune di Realmonte. Tale impatto è stato misurato per gli effetti dovuti all'esposizione sia a breve che a lungo termine in presenza o in assenza del possibile impianto di lavorazione della kainite di Italkani s.p.a.

Per gli effetti a breve termine è stato stimato il numero di casi in eccesso di mortalità per tutte le cause, per malattie cardiovascolari e per malattie respiratorie, che si verificano in un anno nella popolazione dei due comuni esposta ai livelli di inquinamento misurati nell'anno stesso.

Per gli effetti a lungo termine è stata misurata la perdita di anni di aspettativa di vita dovuta alla mortalità per tutte le cause in un anno e in dieci anni nel caso che il livello di inquinamento rimanesse ai livelli misurati attualmente. L'impatto maggiore è risultato per l'esposizione al PM<sub>2.5</sub>, per il quale è stato stimato una perdita di 0,001 e 0,004 anni di vita in un anno e dieci anni, rispettivamente, in più rispetto all'assenza dell'impianto per abitante a Realmonte.

Per quanto riguarda invece l'incidenza sulle concentrazioni di PM<sub>10</sub> e di PM<sub>2.5</sub>, che in questa valutazione è risultato l'inquinante associato ad un impatto sanitario maggiore, il contributo dell'impianto sembra essere nullo nel breve tempo, mentre la perdita di anni per l'esposizione a lungo termine risulta essere irrilevante.

Relativamente all'impatto del futuro impianto di lavorazione della kainite, nello studio di valutazione dell'accumulo dei metalli nel terreno, l'impatto delle emissioni delle polveri, dopo 50 anni di funzionamento continuo stimato, è risultato irrilevante, arrivando al massimo a sei ordini di grandezza al di sotto del limite previsto dal D.Lgs 152/2006.



## 5 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

E' necessario premettere che la presente valutazione di qualità dell'aria rappresenta uno studio di simulazione. Infatti, anche se parte dai dati reali di concentrazione degli inquinanti nel territorio in esame, applica i valori di rischio relativo ottenuti in studi epidemiologici effettuati su popolazioni diverse (la Provincia di Agrigento) da quella sotto indagine (il Comune di Realmonte).

Le condizioni utilizzate per questa simulazione peraltro sono molto più restrittive rispetto alle condizioni di reale impatto sulla popolazione. Le assunzioni fatte, per qualunque parametro emissivo preso in considerazione erano conservative, come pure i parametri di funzionamento dell'impianto.

In conclusione, per quanto riguarda l'impatto sulla qualità dell'aria, in base ai dati utilizzati, l'insediamento del nuovo impianto di Italkali risulta essere irrilevante sulla salute della popolazione residente a Realmonte.

Anche per quanto riguarda i terreni circostanti, per le deposizioni calcolate dopo 50 anni di funzionamento continuo dell'impianto, sebbene non si dispongano delle concentrazioni dei metalli in esame già presenti nel terreno, i valori calcolati risultano troppo bassi per una possibile analisi del rischio, essendo inferiori di 6 ordini di grandezza per i valori per i valori previsti dalla normativa vigente per i terreni residenziali.

Andrea Re Depaolini  
Elena Fattore



Enrico Davoli



## 6 RIFERIMENTI

Decreto Legislativo del 3 aprile 2006, n°152, “Norme in materia ambientale” – pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n°88 del 14 aprile 2006 – Supplemento Ordinario n°96.

Katsouyanni K, Touloumi G, Spix C, Schwartz J, Balducci F, Medina S, et al. 1997. Short-term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from time series data from the APHEA project. *Air Pollution and Health: a European Approach*. *Bmj* 314(7095):1658-1663.

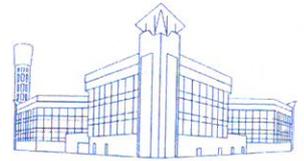
Krzyzanowski M. 1997. Methods for assessing the extent of exposure and effects of air pollution. *Occup Environ Med* 54(3):145-151.

WHO. 2013. “Health effects of particulate matter”.  
[www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf)

[www.comune-italia.it/comune-realmonte.html](http://www.comune-italia.it/comune-realmonte.html)

[www.epicentro.iss.it/regioni/sicilia/pdf/Profilo\\_Agrigento.pdf](http://www.epicentro.iss.it/regioni/sicilia/pdf/Profilo_Agrigento.pdf)

[www.provincia.agrigento.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/4634](http://www.provincia.agrigento.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/4634)



## **ALLEGATO TECNICO**

-

### **VALUTAZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE DOVUTO ALL'INSTALLAZIONE DELL'IMPIANTO DI LAVORAZIONE DELLA KAINITE SULLA POPOLAZIONE DEL COMUNE DI REALMONTE (AG)**

### **STUDIO DIFFUSIONALE SULLE EMISSIONI IN ARIA**



## SOMMARIO

1	Premessa.....	3
2	Gruppo di lavoro dell'allegato tecnico .....	3
3	Dati di base.....	3
3.1	Posizione.....	3
4	Scelta del modello di dispersione .....	6
4.1	Criteri dgr IX/3018.....	6
4.2	Descrizione del modello CALPUFF.....	6
4.3	Interfaccia grafica.....	7
5	DATI DI BASE PER LA COSTRUZIONE DEL MODELLO .....	7
5.1	Modello digitale del terreno (DTM).....	7
5.2	Dati meteorologici.....	9
5.2.1	Scelta della modalità di esecuzione.....	9
5.2.2	Ubicazione della centralina meteo .....	9
5.2.3	Normalizzazione dei dati.....	11
5.2.4	Uso del suolo .....	11
5.3	Sorgenti di emissione.....	12
5.3.1	Caratteristiche delle sorgenti .....	12
5.4	Griglia di recettori.....	14
6	VALORI LIMITE PER IMMISSIONI E MODALITA' DI CALCOLO .....	14
6.1	Output del modello .....	14
7	Risultati .....	15
7.1	Raffigurazione dati meteo - rose dei venti.....	15
7.2	Mappe di Ricaduta.....	20
8	Conclusioni.....	21



## 1 PREMESSA

Il presente studio è stato svolto con lo scopo di valutare in modo previsionale il possibile impatto sulle emissioni in atmosfera dell'impianto, nell'ambito dell'autorizzazione AIA. Pur non trattandosi di emissioni specificatamente odorigene, ma di particolato, si è seguita la metodologia normata dalla D.g.r. Lombardia 15 febbraio 2012 - n. IX/3018 "Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno" in quanto attualmente la più dettagliata riguardo le procedure per la modellistica diffusionale per le emissioni industriali.

## 2 GRUPPO DI LAVORO DELL'ALLEGATO TECNICO

Studio redatto da Enrico Davoli, IRCCS Istituto di Ricerche Farmacologiche "Mario Negri", in collaborazione con il dott. Michele Giavini di ARS Ambiente, per la modellistica ambientale.

## 3 DATI DI BASE

### 3.1 POSIZIONE

L'impianto in progetto è situato nel comune di Realmonte.

Le coordinate del centroide dell'impianto sono le seguenti:

UTM - WGS84 fuso 33N:

364717 E

4128958 N

Coordinate geografiche:

37° 17' 50" N

13° 28' 26" E

Nelle seguenti immagini è rappresentata la posizione dell'impianto su ortofoto.

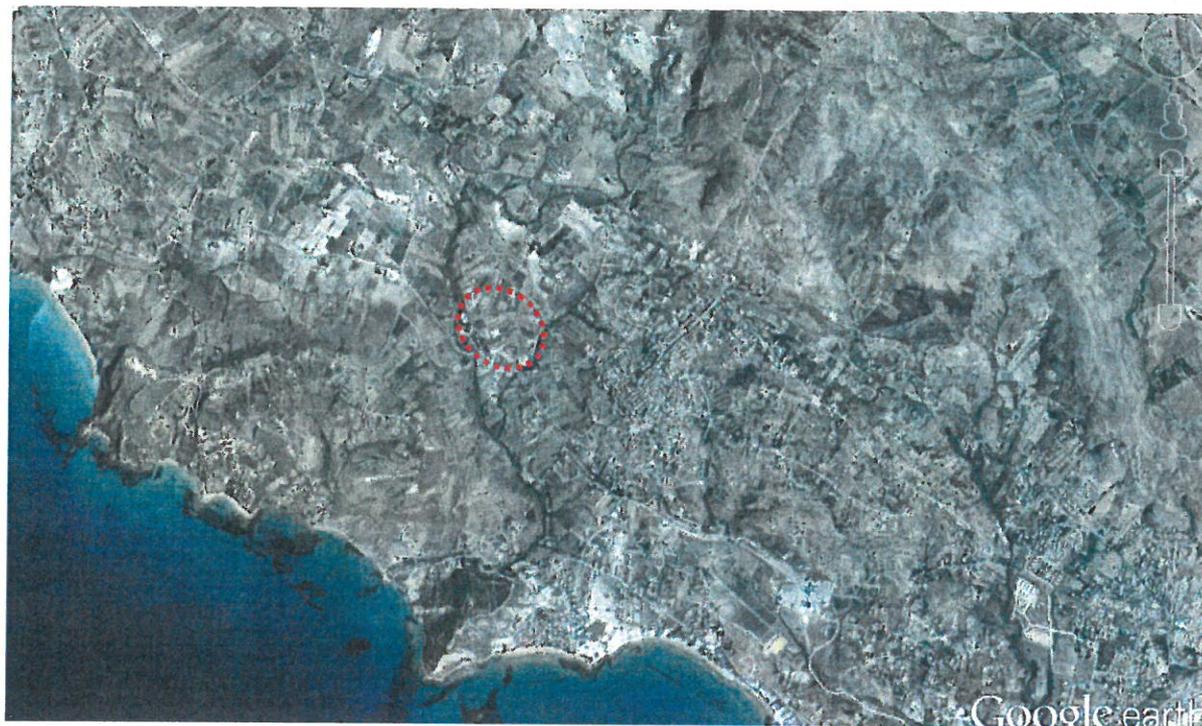


Figura 1 - Ortofoto a larga scala (fonte: Google Maps. Data immagine 30/3/2014)



Figura 2- Ortofoto a scala ridotta (fonte: Google Maps. Data immagine 30/3/2014)



## 4 SCELTA DEL MODELLO DI DISPERSIONE

### 4.1 CRITERI DGR IX/3018

La dgr IX/3018 indica tra i modelli da preferire uno appartenente alle seguenti tipologie:

- modelli non stazionari a puff o a segmenti (vedasi UNI 10796:2000, scheda 4, tipologia 2);
- modelli 3D lagrangiani (a puff o a particelle) (vedasi UNI 10796:2000, scheda 4, tipologia 3 o scheda 5, tipologia 1);
- modelli 3D euleriani (vedasi UNI 10796:2000, scheda 4, tipologia 3 o scheda 5, tipologia 1).

In questo studio, per il calcolo della dispersione delle emissioni è stato impiegato il modello CALPUFF, realizzato dalla Earth Tech Inc. per conto del California Air Resources Board (CARB) e del U.S. Environmental Protection Agency (US EPA).

### 4.2 DESCRIZIONE DEL MODELLO CALPUFF

Il modello CALPUFF è tra i “preferred/recommended models” indicati dall’agenzia per la protezione dell’ambiente americana (EPA, Environmental Protection Agency) ed è anche tra i modelli più utilizzati e universalmente riconosciuti nel mondo come supporto di studi di impatto ambientale.

Inoltre il modello appartiene alla tipologia di modelli descritti al paragrafo 3.1.2 della linea guida RTI CTN\_ ACE 4/2001 “Linee guida per la selezione e l’applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell’aria”, Agenzia Nazionale per la Protezione dell’Ambiente, Centro Tematico Nazionale — Aria Clima Emissioni, 2001. Descrizione del modello

CALPUFF, modello Gaussiano a puff sviluppato da Earth Tech Inc., è associato a un modello diagnostico per la ricostruzione di campi di vento su aree ad orografia complessa (CALMET) e ad un postprocessore (CALPOST) per la analisi dei dati calcolati. Il software può simulare l’evoluzione spazio temporale di emissioni di varia natura (areali, puntiformi e volumetriche) anche variabili nel tempo simulando fenomeni di rimozione (sia secca che umida) e semplici interazioni chimiche. CALPUFF può utilizzare come input i campi meteorologici variabili prodotti dal modello CALMET o utilizzare dati provenienti da una stazione al suolo (modalità “ISC mode”, come i più semplici modelli gaussiani).

Gli algoritmi inseriti nel modello gli consentono di trattare sia effetti vicini alla sorgente, quali downwash degli edifici, transitional plume rise, penetrazione parziale del plume rise in inversioni in



quota, sia effetti di lungo raggio quali deposizione secca e umida, trasformazioni chimiche, presenza di vertical wind shear, overwater and coastal transport.

CALPUFF utilizza diverse possibili formulazioni per il calcolo dei coefficienti di dispersione e per il calcolo del plume rise. Il modello calcola le concentrazioni orarie delle specie di inquinanti simulate e i flussi di deposizione secca e umida.

CALPUFF è applicabile in ogni situazione dove i semplici modelli gaussiani non rappresentano più una soluzione accettabile.

I modelli a Puff rappresentano la naturale evoluzione dei modelli gaussiani in quanto introducono nella semplice formulazione di base la variabilità delle condizioni meteorologiche, delle emissioni e le disomogeneità del territorio. Dal punto di vista matematico l'emissione di inquinante da parte di una sorgente viene schematizzato in questi modelli attraverso l'emissione di una successione di elementi, chiamati puff, che si spostano sul territorio seguendo un campo di vento tridimensionale variabile sia nello spazio che nel tempo. La concentrazione totale in un punto è ottenuta sommando il contributo di tutti i puff.

Rispetto ai semplici modelli gaussiani i modelli a puff sono particolarmente indicati nelle situazioni di orografia complessa dove il campo meteorologico non può essere supposto costante. E' inoltre interessante osservare che tali modelli possono essere applicati anche in condizioni di calma di vento in quanto il termine di velocità del vento a denominatore presente nell'equazione gaussiana non è presente nell'equazione che descrive il moto dei puff.

### 4.3 INTERFACCIA GRAFICA

Per la simulazione della dispersione delle emissioni è stato utilizzato il software CALPUFF VIEW della Lakes Environmental, Inc. (Canada), sistema integrato in ambiente MS Windows con interfaccia grafica per la gestione del modello CALPUFF (modello gaussiano a puff), del preprocessore meteorologico CALMET e del postprocessore CALPOST.

## 5 DATI DI BASE PER LA COSTRUZIONE DEL MODELLO

### 5.1 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO (DTM)

La versione originale del modello Calpuff, e in particolare del preprocessore geofisico, accetta come input solo i dati disponibili per gli Stati Uniti dell' USGS (7.5 minute DEM data e 1-Degree DEM data). Il software Calpuff View permette invece di importare anche dati in formati diversi, ed in particolare i dati del progetto SRTM dell'USGS (*United States Geological Survey*).



La Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) è un progetto congiunto tra NASA e NGA (*National Geospatial-Intelligence Agency* del Dipartimento della Difesa statunitense) che nel febbraio del 2000 ha portato alla mappatura della superficie del globo terrestre in tre dimensioni ad un livello di dettaglio mai raggiunto prima. Grazie ad esso sono state ricostruite le altimetrie di circa l'80% della superficie terrestre tra i 60° di latitudine nord e i 56° di latitudine sud. Il DEM SRTM, attualmente distribuito dal servizio geologico americano (USGS), è fornito con risoluzione di 1 arcosecondo (circa 30 metri, variabili con la latitudine) per gli Stati Uniti e relativi territori, mentre ne viene distribuita una versione "degradata" a risoluzione di 3 arcosecondi (90 metri, variabili) per l'intero globo. L'errore verticale riportato è inferiore ai 16 metri.

La versione a 3 arcosecondi è quella utilizzata in questo studio.

Il modello CALPUFF tiene conto dell'orografia complessa superando l'approccio tradizionale dei vecchi modelli gaussiani di considerare completamente piatto l'intorno del punto di emissione.

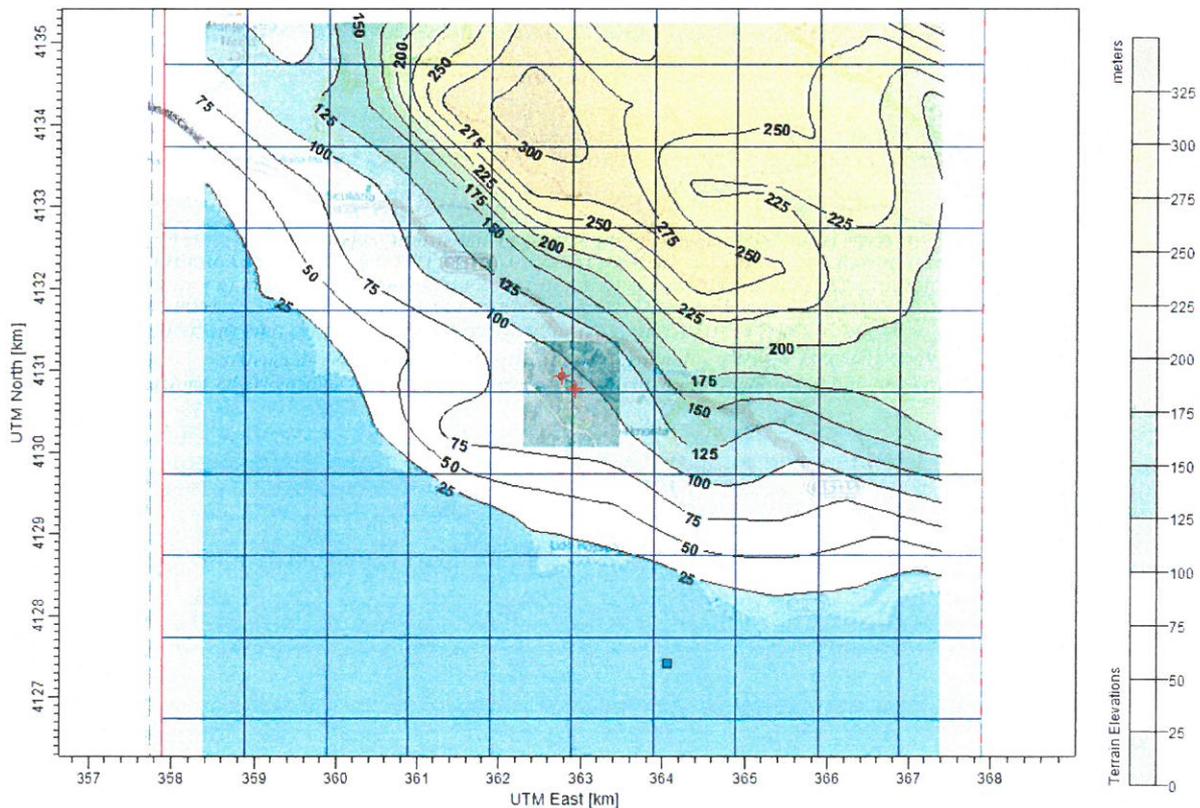


Figura 3 - Altimetria del terreno nel dominio considerato



## 5.2 DATI METEOROLOGICI

### 5.2.1 SCELTA DELLA MODALITÀ DI ESECUZIONE

CALPUFF può essere eseguito sia in modalità "refined" che "screening". Nel primo caso occorre avere a disposizione i dati di profilo verticale di vento e temperatura, oltre ad altri parametri necessari per il corretto funzionamento del pre-processore meteorologico CALMET. Nella seconda modalità, denominata anche "ISC-MODE", in alternativa ai campi meteorologici tridimensionali (3d) calcolati da CALMET, CALPUFF può utilizzare in input i dati meteo su di un punto del dominio. In questo caso, a meno di ulteriori opzioni messe in campo come quella per il terreno complesso, il campo meteorologico non ha una variabilità spaziale (meteo monodimensionale, 1d). Una simile opzione viene solitamente utilizzata considerando in input i dati registrati da una stazione meteorologica.

Pur essendo la modalità "ISC-MODE" largamente accettata come idonea nel caso di modellistica finalizzata allo studio delle ricadute a breve distanza (1-2 km) come è tipico delle emissioni odorogene, occorre rilevare che essa non permette di tenere conto adeguatamente dell'orografia del terreno e non sfrutta appieno le potenzialità previsionali di CALPUFF. Pertanto si è deciso di seguire un altro approccio, più approfondito:

- Sono stati acquistati dalla società canadese Lakes Environmental i dati del modello meteorologico mondiale MM5 a risoluzione 4 x 4km relativi al sito in esame, per l'anno 2014 .
- Tali dati sono stati utilizzati, per generare il campo di vento iniziale del processore meteorologico CALMET, utilizzandolo in modalità NOOBS=1 (integrando quindi i dati del modello MM5 con quelli della stazione al suolo)
- Data la posizione della centralina meteo al suolo (Mandrascava, gestita da ARPAS), a distanza > 10 km dal sito, i suoi dati sono stati ritenuti comunque molto rappresentativi della realtà, in virtù della sua vicinanza al mare; è stata pertanto forzata la localizzazione della stessa come se fosse posizionata presso l'impianto
- I dati del modello MM5 servono quindi per far sì che in CALMET siano presenti tutti i parametri di campo di vento in 3d e gli altri idonei alla sua corretta esecuzione, mentre come dati di direzione e velocità del vento assumono un peso prevalente quelli della centralina al suolo.

### 5.2.2 UBICAZIONE DELLA CENTRALINA METEO

Non avendo a disposizione una serie annuale di dati micro meteorologici centrati sull'impianto, sono stati utilizzati quelli ottenuti dall'ARPAS situata a Mandrascava. E' stata scelta la stazione di Mandrascava in luogo dell'altra disponibile (Scibica) in virtù della maggiore vicinanza al mare (vedi figura 4).



Figura 4 - posizione delle due centraline di ARPAS rispetto all'impianto

E' stata ottenuta l'intera serie di dati storici con frequenza oraria per l'anno 2013, in modo da sovrapporli ai dati del modello MM5.

- Coordinate centralina: UTM 299810 E – 4630340 N
- Distanza dall'impianto AMA: 12,8 km a SW (maggiore di 10 km, non rispetta il criterio suggerito dalle linee guida della dgr IX/3018).
- Altezza anemometro: 10 m

I dati forniti sono stati i seguenti:

- Direzione del vento
- Velocità del vento
- Temperatura



### 5.2.3 NORMALIZZAZIONE DEI DATI

I dati orari grezzi non presentavano nessuna vacanza oraria, per nessuno dei parametri. Non è stata quindi necessaria nessuna procedura di interpolazione per riempire i dati mancanti.

### 5.2.4 USO DEL SUOLO

Per l'utilizzo di CALPUFF in modalità "refined" è indispensabile fornire anche i dati necessari al geoprocessore, ovvero l'altimetria del terreno e il tipo di uso del suolo. Questo è importante perché in questo caso si ha una frammentazione nell'utilizzo del suolo, con presenza di aree agricole, aree urbane ed anche bacini di acqua. Nella figura qui di seguito è raffigurata la griglia di uso del suolo costruita appositamente sulla base dell'ortofoto, mediante il "land use creator" presente in CALPUFF View.

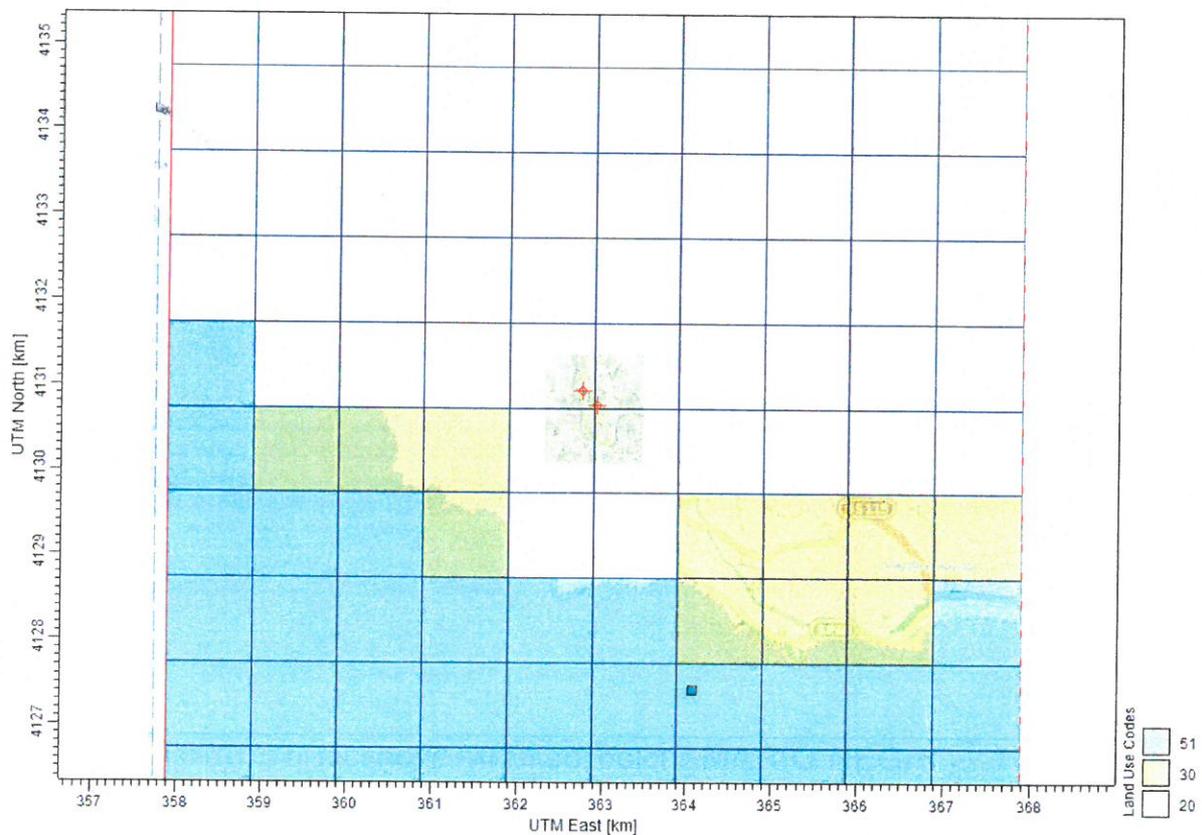


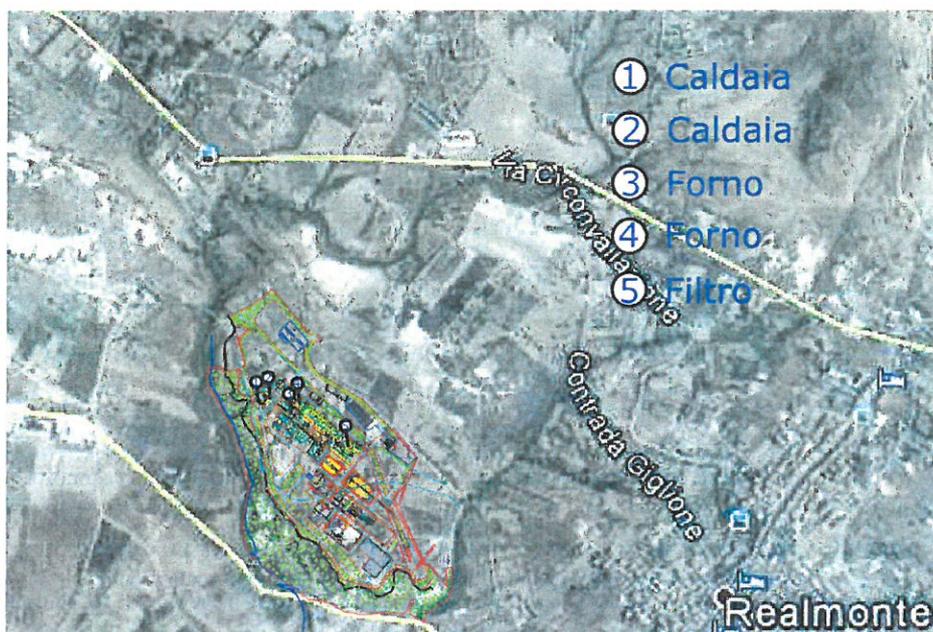
Figura 5 - uso del suolo nel dominio in esame



### 5.3 SORGENTI DI EMISSIONE

#### 5.3.1 CARATTERISTICHE DELLE SORGENTI

Sono state considerate come sorgenti emissive oggetto di autorizzazione AIA, due camini relativo ai forni di di essiccamento (punti 1 e 2) e uno relativo all'impianto di depolverazione (punto 5). Qui di seguito le aree dell'impianto oggetto di emissioni. Le superfici, rappresentate in figura, sono sovrapposte all'ortofoto del 2014.



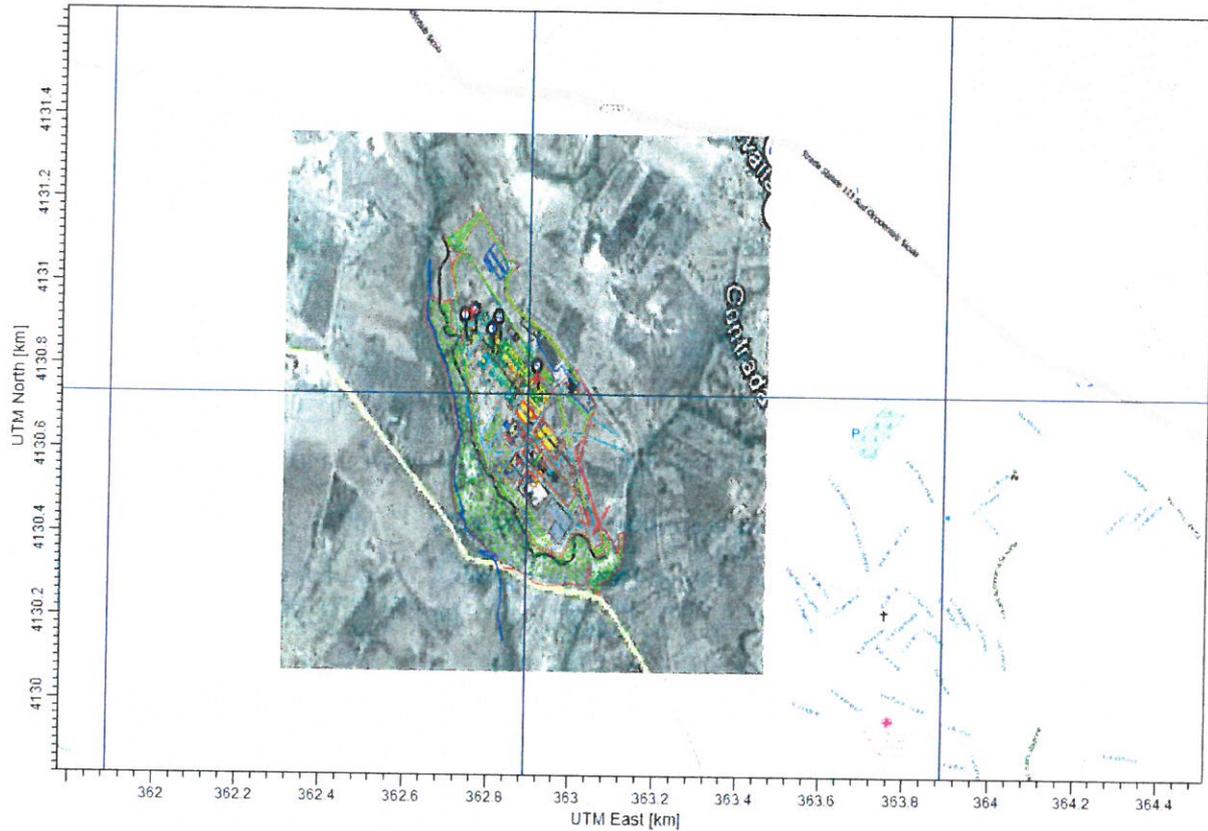


Figura 6-sorgenti emmissive considerate nel modello



Le concentrazioni considerate nelle emissioni sono state:

**CAMINO 1,2 e 3 (nuovo da autorizzare –diametro 1 m- camini espulsione a +20 m da p.c.)**

Sostanze inquinanti	Parametro	Portata totale [Nm <sup>3</sup> /h]	Valore utilizzato nel modello
-	Portata totale [Nm <sup>3</sup> /h]		
-	Temperatura [°C]		70°C
camino 1 polveri totali	Concentrazione [mg/Nm <sup>3</sup> ]	16.000 [Nm <sup>3</sup> /h]	10 [mg/Nm <sup>3</sup> ]
2 x camino 2 polveri totali	Concentrazione [mg/Nm <sup>3</sup> ]	2 x 80.000 [Nm <sup>3</sup> /h]	25 [mg/Nm <sup>3</sup> ]
2 x camino 3 polveri totali	Concentrazione [mg/Nm <sup>3</sup> ]	2 x 80.000 [Nm <sup>3</sup> /h]	25 [mg/Nm <sup>3</sup> ]

#### 5.4 GRIGLIA DI RECETTORI

Per il calcolo della ricaduta sul territorio intorno all'impianto è stata costruita una serie di recettori ad altezza del suolo:

- Recettori uniformi: disposti in un dominio di 10x10 km, all'interno della "computational grid" a densità costante ogni 500 m.

## 6 VALORI LIMITE PER IMMISSIONI E MODALITA' DI CALCOLO

### 6.1 OUTPUT DEL MODELLO

Per ciascuno dei recettori (nodi della griglia cartesiana) disposti sul territorio circostante al sito in esame e per ogni ora del dominio di tempo della simulazione, CALPUFF calcola la concentrazione media oraria di.

Inoltre CALPUFF per ogni recettore restituisce in forma tabellare e grafica (*contour plot*) i seguenti valori di output, di fondamentale importanza nella valutazione dell'impatto olfattivo:

- Massima concentrazione oraria nel periodo considerato



- Media delle concentrazioni orarie;
- Tabella con le  $n$  massime concentrazioni orarie ( $n$  a scelta)

Per quanto riguarda l'impianto in oggetto, per le valutazioni sugli impatti sulla salute, l'analisi più importante da effettuare è quella relativa alla concentrazione di polveri media annua, per gli effetti sulla salute, e quella delle deposizioni annuali, per la stima dell'accumulo di inquinanti persistenti (metalli) nel suolo a lungo periodo.

## 7 RISULTATI

### 7.1 RAFFIGURAZIONE DATI METEO – ROSE DEI VENTI

Qui di seguito alcune rose dei venti, suddivise in totali, per stagione e per ore del giorno. La rosa dei venti include i valori sia della centralina meteo di Mandrascava che quelli del modello MM5, assegnando però un peso prevalente a quelli della centralina al suolo (rosa dei venti a livello 10 m dal suolo). *Il vento spira dalla direzione indicata.* Il limite per le calme di vento è stato fissato a 0,1 m/s.

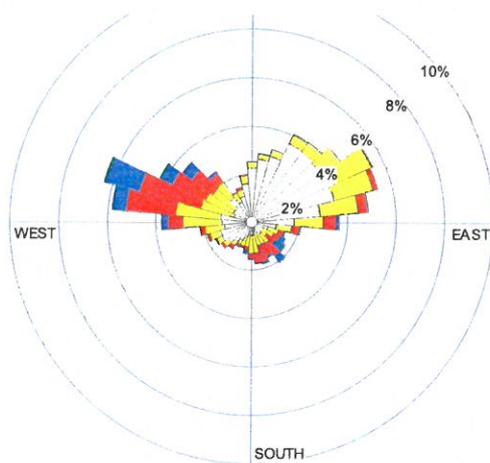


Figura 7 – Totale direzione venti

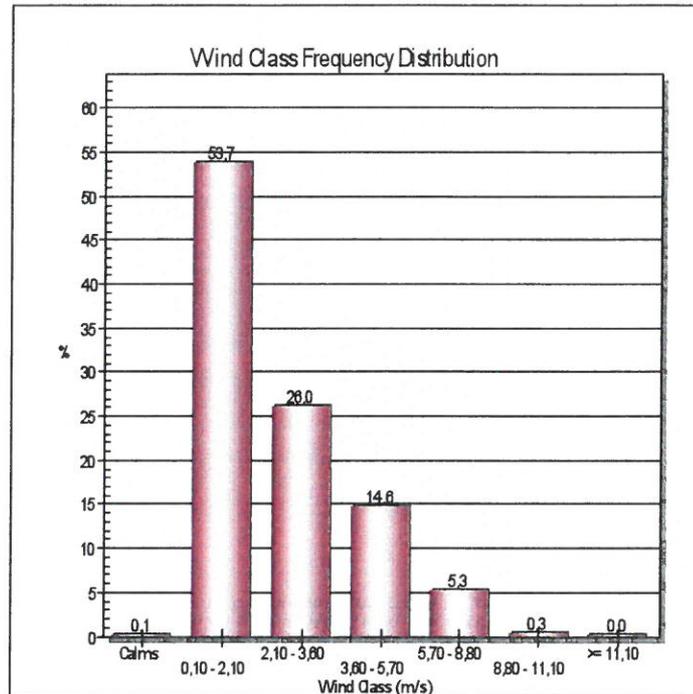


Figura 8 - Totale frequenza distribuzione del vento

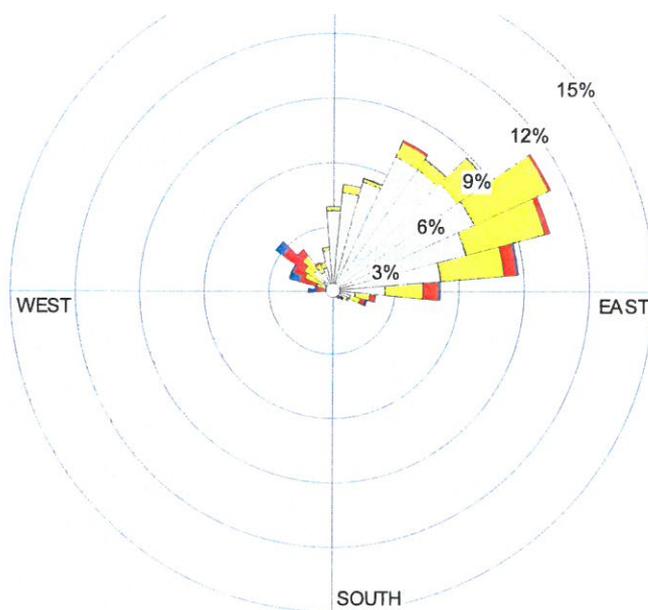


Figura 9 - Venti prevalenti durante la NOTTE (ore 0 - 6)

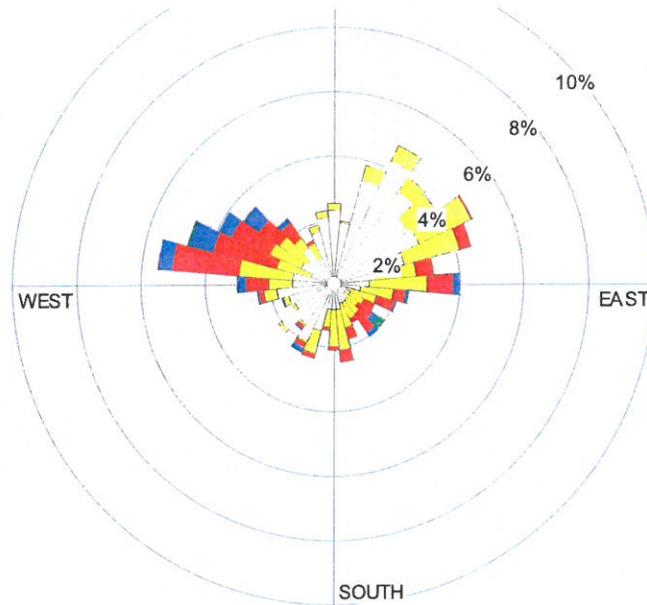


Figura 10 - Venti prevalenti durante il MATTINO (ore 6 - 10)

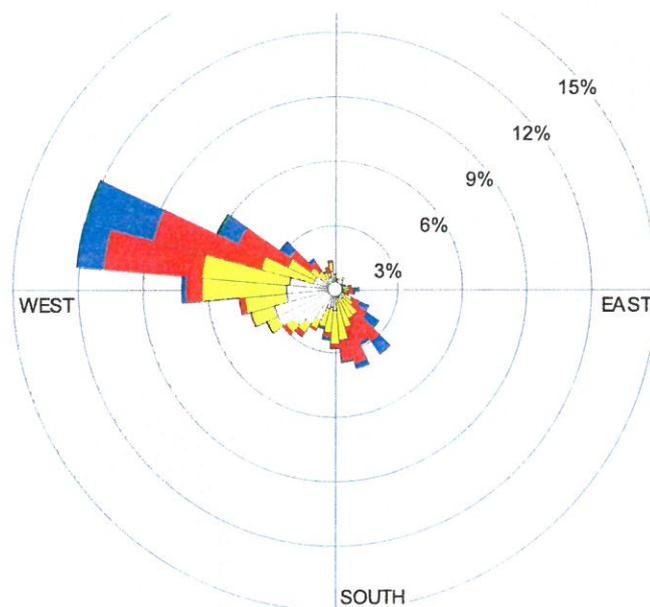


Figura 11 - Venti prevalenti durante il GIORNO (ore 10 - 18)

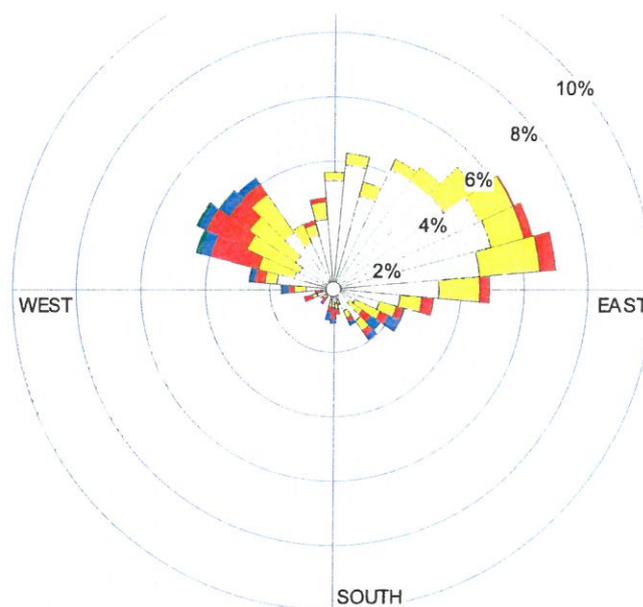


Figura 12 - Venti prevalenti la SERA (ore 18 - 23)

## 7.2 MAPPE DI RICADUTA

Vengono riportate in allegato le mappe dettagliate con le ricadute calcolate.



## 8 CONCLUSIONI

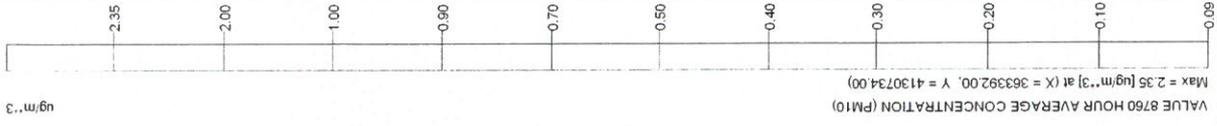
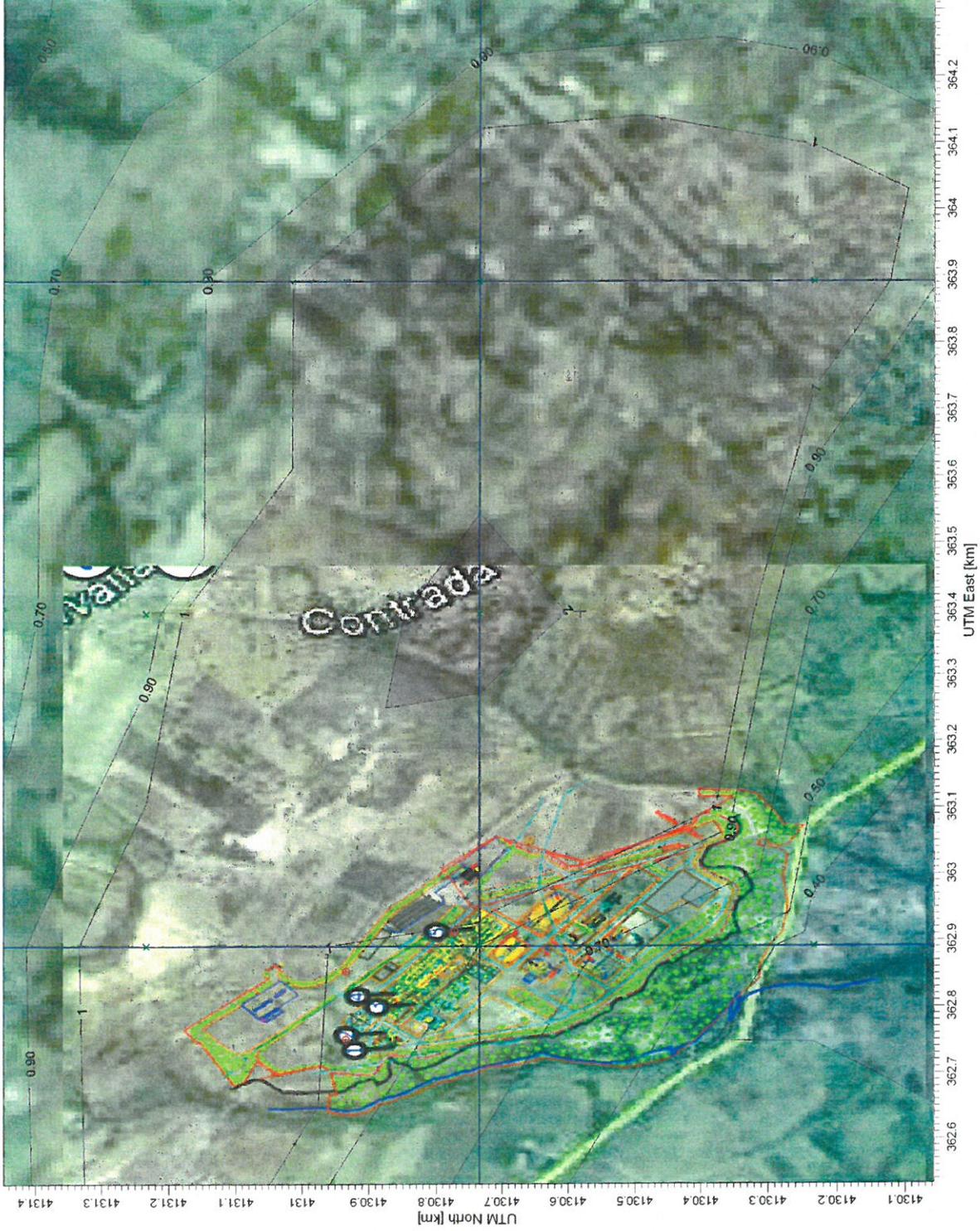
Il presente studio ha permesso di valutare, in modo conforme alle linee guida emanate con DGR IX/3018 del 15/2/12, il possibile impatto dell'impianto ITALKALI sul territorio. I valori ottenuti dal presente studio sono utilizzati per la relazione sullo studio sugli impatti sulla salute per i residenti del territorio di Realmonte.

E' necessario ricordare che questo studio riporta i dati ottenuti da simulazioni numeriche delle ricadute e che solo il rilievo periodico dei valori effettivi di emissione potrà supportare quanto previsto dal presente modello e fornire dati per una sua rielaborazione periodica al fine di ottenere valori il più vicini possibili alla realtà.



Enrico Davoli

PROJECT TITLE:  
C:\stud\Italkali\Italkali.cpv



COMMENTS:

Italkali  
Miniera di  
Realmondo -  
Progetto solfato di  
potassio

COMPANY NAME:

IRCCS Istituto Mario Negri

MODELER:

E. Davoli - M. Giavini

DATE:

10/04/2015

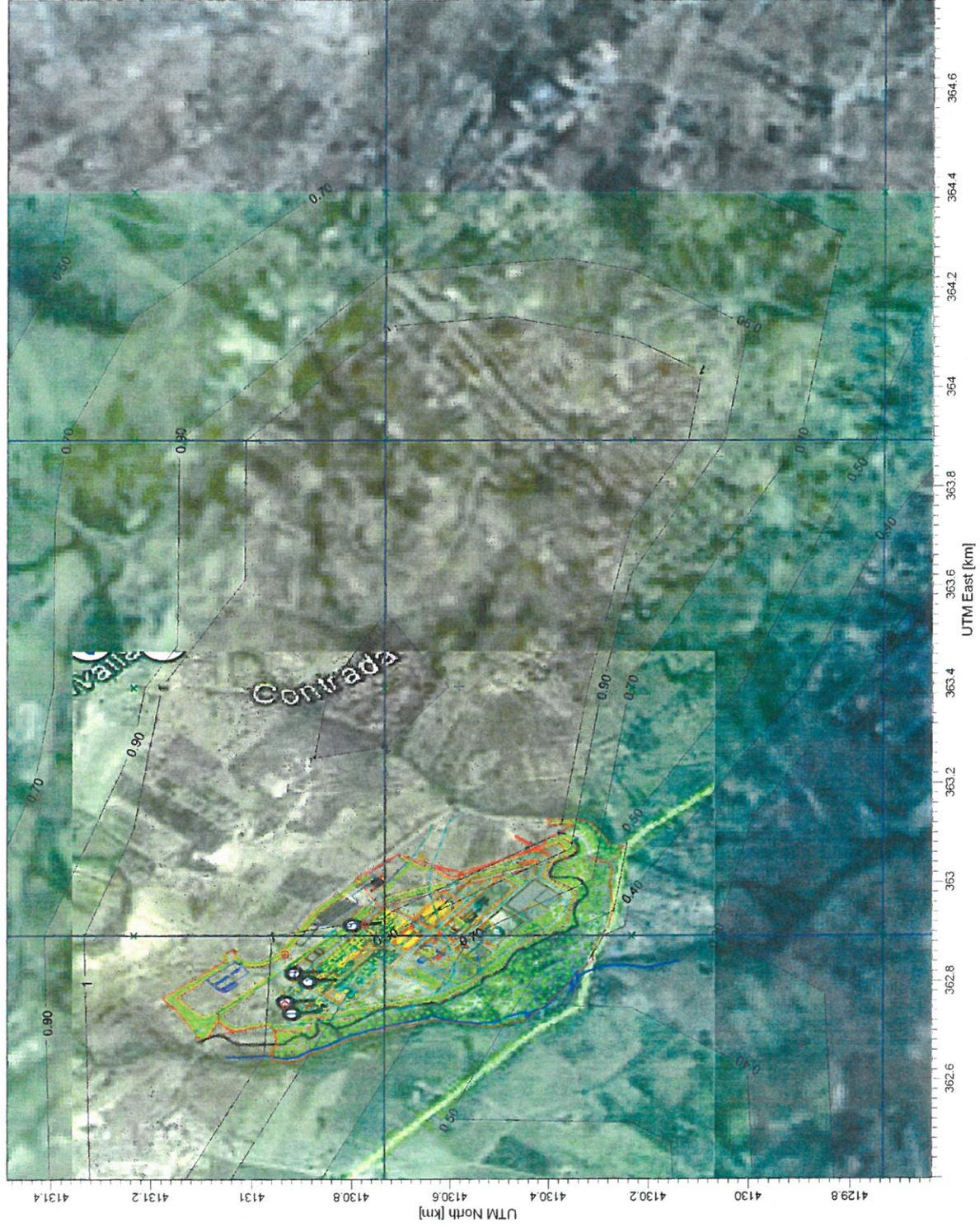
SCALE:

1:6.193



PROJECT NO.:

PROJECT TITLE  
C:\stud\Italkali\Italkali.cpv



COMMENTS:

Italkali  
Miniera di  
Realmondo -  
Progetto solfato di  
potassio

COMPANY NAME:  
IRCCS Istituto Mario Negri

MODELER:  
E. Davoli - M. Giavini

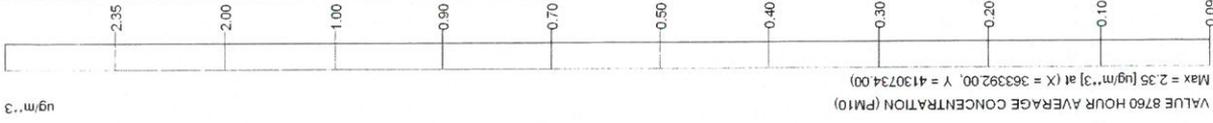
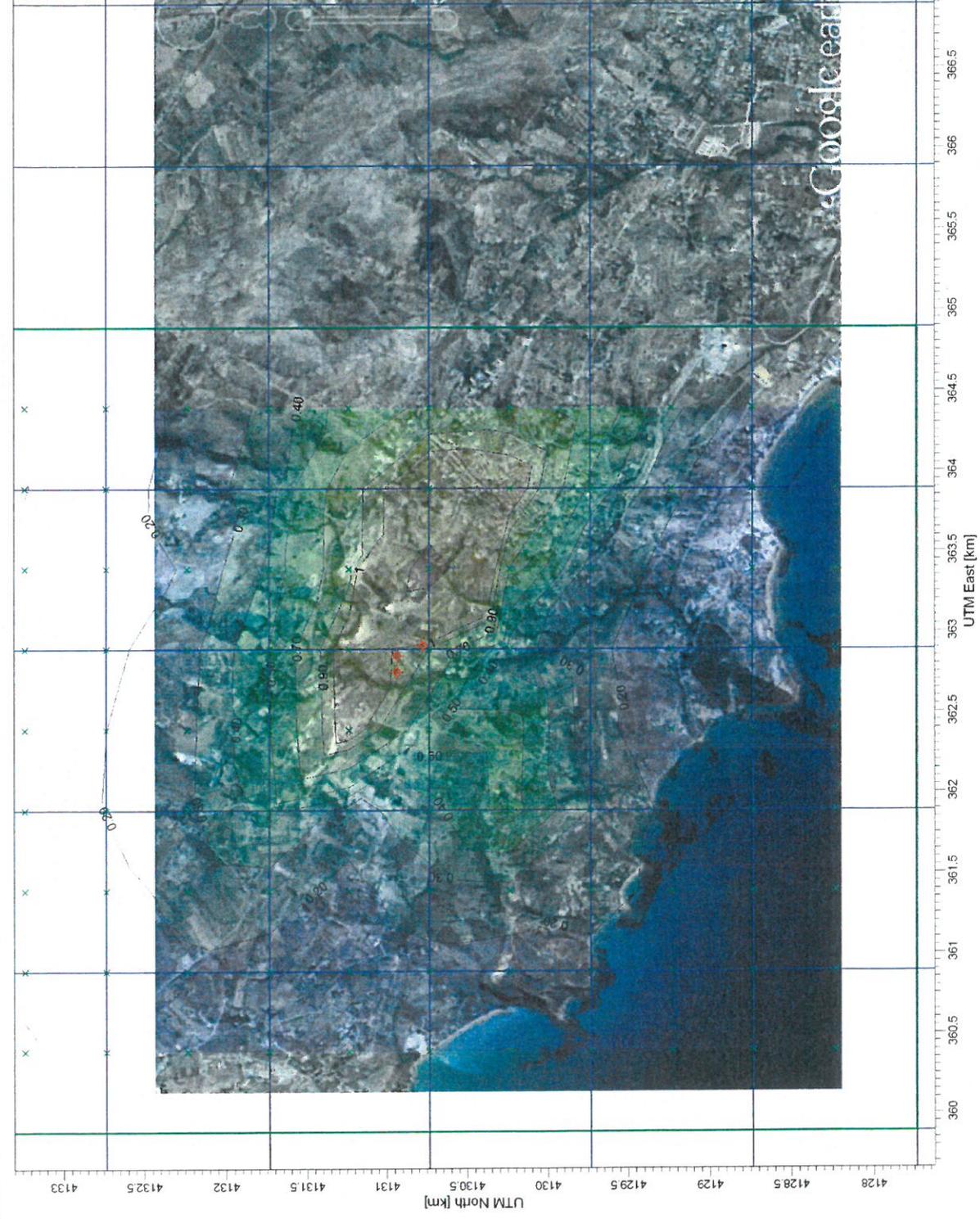
DATE:  
10/04/2015

SCALE:  
1:8,257  
0 0.2 km



PROJECT NO.:

PROJECT TITLE:  
C:\stud\Italkali\Italkali.cpv



VALUE 8760 HOUR AVERAGE CONCENTRATION (PM10)  
Max = 2.35 [ug/m<sup>3</sup>] at (X = 363392.00, Y = 4130734.00)

COMMENTS:

Italkali  
Miniera di  
Realmondo -  
Progetto solfato di  
potassio  
Miniera di  
Realmondo

COMPANY NAME:

IRCCS Istituto Mario Negri

MODELER:

E. Davoli - M. Giavini

DATE:

10/04/2015

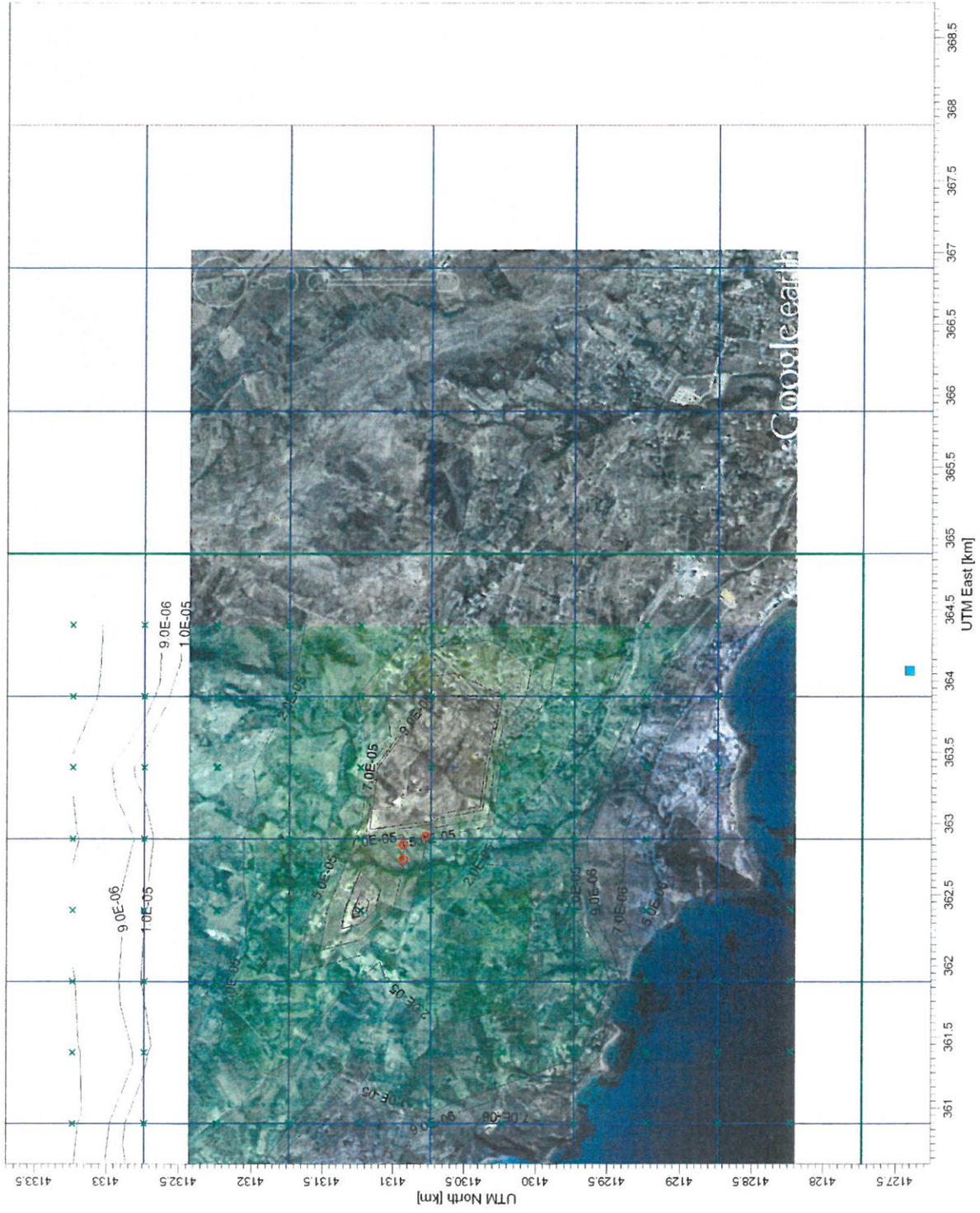
SCALE:

1:25,248



PROJECT NO.:

PROJECT TITLE:  
C:\stud\Italkali\Italkali.cpv



Max = 2.7E-04 (ug/m\*\*2/s) at (X = 4130734.00, Y = 4130734.00)  
 VALUE 8760 HOUR AVERAGE DRY DEPOSITION (PM10)  
 ug/m\*\*2/s

COMMENTS:

Italkali  
 Miniera di  
 Realmonte -  
 Progetto solfato di  
 potassio  
 Miniera di  
 Realmonte

COMPANY NAME:  
IRCCS Istituto Mario Negri

MODELER:  
E. Davoli - M. Giavini

DATE:  
10/04/2015

SCALE:  
1:28.688  
0 0.5 km



PROJECT NO.: