



Stabilimento di Ottana (NU)

**IDENTIFICAZIONE E QUANTIFICAZIONE
DEGLI EFFETTI DELLE EMISSIONI IN ARIA
PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA
SOGGETTA AD AUTORIZZAZIONE**

Allegato alla domanda di A.I.A.
ai sensi D.Lgs. 18 febbraio 2005



File: D.6 EMISSIONI ATM-E00.doc
N° Commessa: 24238

SOMMARIO

PREMESSA.....	3
1. SINTESI DELLA CONFIGURAZIONE EMISSIVA E IDENTIFICAZIONE DEGLI INQUINANTI TIPICI DEL PROCESSO	4
2. REQUISITI STANDARD DI QUALITÀ AMBIENTALE (SQA) APPLICABILI	6
3. DATI RELATIVI AL LIVELLO DI INQUINAMENTO FINALE (L_F) DELL'AREA	8
4. CONTRIBUTO DEL PROCESSO ALL'INQUINAMENTO DELL'AREA (C_A)	10
4.1 DATI DI BASE	10
4.2 STIMA DI C _A	11
4.1.1 Modello utilizzato	11
4.1.2 Dati meteorologici utilizzati.....	15
4.1.3 Risultati della modellizzazione	17
5. CONFRONTO DEL LIVELLO DI INQUINAMENTO E DEL CONTRIBUTO DEL PROCESSO CON SQA.....	18
5.1 CONFRONTO LIVELLO DI INQUINAMENTO (L _F) CON SQA.....	18
5.2 CONFRONTO CONTRIBUTO DEL PROCESSO (C _A) CON SQA.....	19
6. MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE RELATIVE AGLI SCENARI IPOTIZZATI.....	20

PREMESSA

La presente relazione è finalizzata alla valutazione dei contributi che l'attività dell'impianto Equipolymers di Ottana (NU), nella sua configurazione oggetto di Autorizzazione apporta a livello di inquinamento atmosferico.

Essa è stata predisposta nel contesto dell'insieme della documentazione che il Gestore allega alla Domanda per l'ottenimento dell'Autorizzazione Integrata Ambientale (A.I.A.) di cui all'Art. 5, comma 1 del D.Lgs. 18 febbraio 2005, n. 59 "Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento".

La metodologia utilizzata fa riferimento a quanto indicato nel documento "Guida alla compilazione della domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale" predisposto dall'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici (APAT), in particolare a riguardo della verifica di "*assenza di fenomeni di inquinamento significativi*" per la matrice ambientale atmosfera.

Tale verifica contribuisce essenzialmente alla determinazione, da parte dell'autorità competente, delle condizioni per l'autorizzazione integrata ambientale, secondo i principi generali di cui all'Art. 3 del D.Lgs. 59/05.

Si procede pertanto alla definizione dei requisiti standard di qualità ambientale (SQA) applicabili e, sulla base dei dati disponibili, ad un confronto tra questi e il livello finale di inquinamento nell'area (L_F).

Sempre in relazione alla disponibilità dei dati si procede infine ad un confronto tra il contributo di processo (C_A) determinato per via modellistica a partire dai dati di emissione tipici dell'impianto e i dati relativi allo stato di qualità dell'ambiente.

1. SINTESI DELLA CONFIGURAZIONE EMISSIVA E IDENTIFICAZIONE DEGLI INQUINANTI TIPICI DEL PROCESSO

Nell'impianto sono attivi diversi punti di emissione convogliata continua di processo. Le fasi di processo (impianti del complesso) e le apparecchiature associate a ciascun punto di emissione sono richiamate nella seguente tabella.

Emissione	Impianto	Apparecchiature tributanti	Emissione	Impianto	Apparecchiature tributanti
EA	CTA	B1350	E 65	APET	SC4500
EB	PTA	D2102	E 69	APET	V7652
E1	PTA	P2503	E 70 – E 76	APET	IN7710-IN7740
E1 bis	PTA	P2402	E 74	APET	V8540
E 73	APET (HTM)	F8520	E 75	APET	V8620
E 83	APET (HTM)	F8510	E 81	APET	SC4530
E 93	APET (HTM)	F8500	E 82	APET	SC4520
E 40	APET	H1540	E 90	APET	V1710
E 54	APET	H1580	E 91	APET	V7500
E 55	APET	V1650	E 94	APET	V1640
E 56	APET	V1710	E 33 A	RIG	MD201A
E 57	APET	V1711	E 33 A bis	RIG	MD202A
E 58	APET	V1712	E 33 B	RIG	MD201B
E 59	APET	V1810	E 33 B bis	RIG	MD202B
E 63	APET	V2500	E 35 A	RIG	MS215A
E 64	APET	SC4510	E 35 B	RIG	MS215B

Per una descrizione approfondita dei punti di emissione e degli inquinanti emessi da ogni camino dell'impianto si fa riferimento alle schede B.6.1, B.7.1 e agli allegati C) (individuazione in planimetria) e C.13.

Ai fini della presente valutazione sono stati presi in considerazione i seguenti inquinanti principali tipici del processo produttivo:

- Ossidi di zolfo (SOx)
- Ossidi di azoto (NOx)
- Polveri (PM)

Tale scelta è stata effettuata sulla base delle seguenti considerazioni :

1. disponibilità dei dati emissivi;
2. valutazione preliminare, in termini di quantità totali emesse di inquinanti, della significatività dell'eventuale impatto indotto;
3. possibilità di confronto con i relativi standard di qualità ambientale (in termini di valori di soglia per la qualità dell'aria);
4. disponibilità di dati pubblici di rilevamento ai fini della determinazione dello stato di qualità dell'ambiente atmosferico di inserimento.

Per quanto riguarda gli altri inquinanti presenti nelle emissioni di tipo convogliato (cfr. Scheda A.7) i rispettivi livelli di emissione sono stati giudicati pressoché trascurabili in relazione ai seguenti due elementi :

- portate di massa complessive dall'impianto esigue e comunque minori rispetto al flusso di soglia (espresso dalla D.Lgs. 152/06 nell'allegato 1 - parte II);
- emissioni alla fonte già minori rispetto a TLV (concentrazione media alla quale un lavoratore in salute può essere esposto tutti i giorni per l'intera vita lavorativa senza riportare effetti negativi).

Inquinante	Emissione		Normativa D.Lgs. 152/06		TLV	Note
	Concentrazione	Portata complessiva	Concentrazione	Soglia f.d.m.	Concentrazione	
	[mg/m ³]	[kg/h]	[mg/m ³]	[kg/h]	[mg/m ³]	
Acetaldeide	< 20	1.021	20	>0.1	45 (STEL)	(1)
Acido acetico	50	0.001	150	>2	24.6 (TWA)	
Glicole etilenico	50-100	0.0037	150	>2	100 (C)	(2) (3)
Dowtherm	50	0.000055	20	>0.1	1.262 (TWA)	(4)

Note :

- (1) TLV-STEL: il valore di concentrazione limite al quale un lavoratore può essere esposto per un tempo non superiore ai 15 minuti
- (2) TLV-C: rappresenta la concentrazione che non deve essere superata in nessun caso durante l'esposizione lavorativa
- (3) non esiste un valore accertato di TLV per il glicole dietilenico, ne esso è contenuto nella normativa D. Lgs 152/06; nella portata complessiva dell'impianto si sono comunque considerati entrambi i glicoli
- (4): Il Dowtherm è espresso come Bifenile

I parametri monossido di carbonio e TOC non sono considerati in relazione alla trascurabilità in termini assoluti della concentrazione in emissione e flusso di massa.

2. REQUISITI STANDARD DI QUALITÀ AMBIENTALE (SQA) APPLICABILI

Al fine della valutazione dello stato di qualità dell'aria, Il Decreto Ministeriale n.° 60 del 02/04/2002 stabilisce per Biossido di Zolfo, Biossido di Azoto, Ossidi di Azoto, Materiale Particolato, Benzene e Monossido di Carbonio, tra gli altri i seguenti criteri:

- valori limite: concentrazioni atmosferiche fissate in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana e sull'ambiente;
- soglie di allarme, ossia la concentrazione atmosferica oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale si deve immediatamente intervenire;
- margine di tolleranza: la percentuale del valore limite nella cui misura tale valore può essere superato e le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo;
- periodi di mediazione, cioè il periodo di tempo durante il quale i dati raccolti sono utilizzati per calcolare il valore riportato.

Vengono di seguito riportati i principali parametri di valutazione della qualità dell'aria.

Valori limite per il biossido di zolfo

	Periodo di mediazione	Valore Limite
Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SO ₂ da non superare più di 24 volte all'anno
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SO ₂ da non superare più di 3 volte all'anno
Valore limite per la protezione degli ecosistemi	01.10 – 31.03	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SO ₂

Valori Limite per il biossido di azoto e per gli ossidi di azoto

	Periodo di mediazione	Valore Limite
Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO ₂ da non superare più di 18 volte per anno civile
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO ₂
Valore limite per la protezione della vegetazione	Anno civile	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO _x

Valori Limite per il materiale particolato (PM 10)

Il raggiungimento del valore limite è distinto in due fasi:

Fase 1

	Periodo di mediazione	Valore Limite	Data di raggiungimento del valore limite
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 da non superare più di 35 volte per anno civile	01/01/2005
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10	01/01/2005

Fase 2

	Periodo di mediazione	Valore Limite	Margine di tolleranza	Data di raggiungimento del valore limite
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 da non superare più di 7 volte per anno civile	Da stabilire in base ai dati in modo che sia equivalente alla fase 1	01/01/2010
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tale valore è ridotto ogni 12 mesi, per raggiungere il valore limite al 01/01/2010	01/01/2010

3. DATI RELATIVI AL LIVELLO DI INQUINAMENTO FINALE (L_F) DELL'AREA

I dati ufficiali relativi al livello di inquinamento dell'area, inteso come stato di qualità ambientale attuale, sono desunti dalla "Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna" (anno 2004) emessa dall'Assessorato della difesa ambientale della Regione Sardegna.

All'interno del territorio comunale di Ottana sono presenti due stazioni, entrambe posizionate a ovest del centro abitato, ai margini dell'area industriale. Una stazione (CENOT2) si trova ai margini occidentali dell'area industriale, l'altra (CENOT3), dotata anche di stazione meteorologica, si trova invece interposta tra l'area industriale e il centro abitato, a circa cinquecento metri da esso (fig. 1).

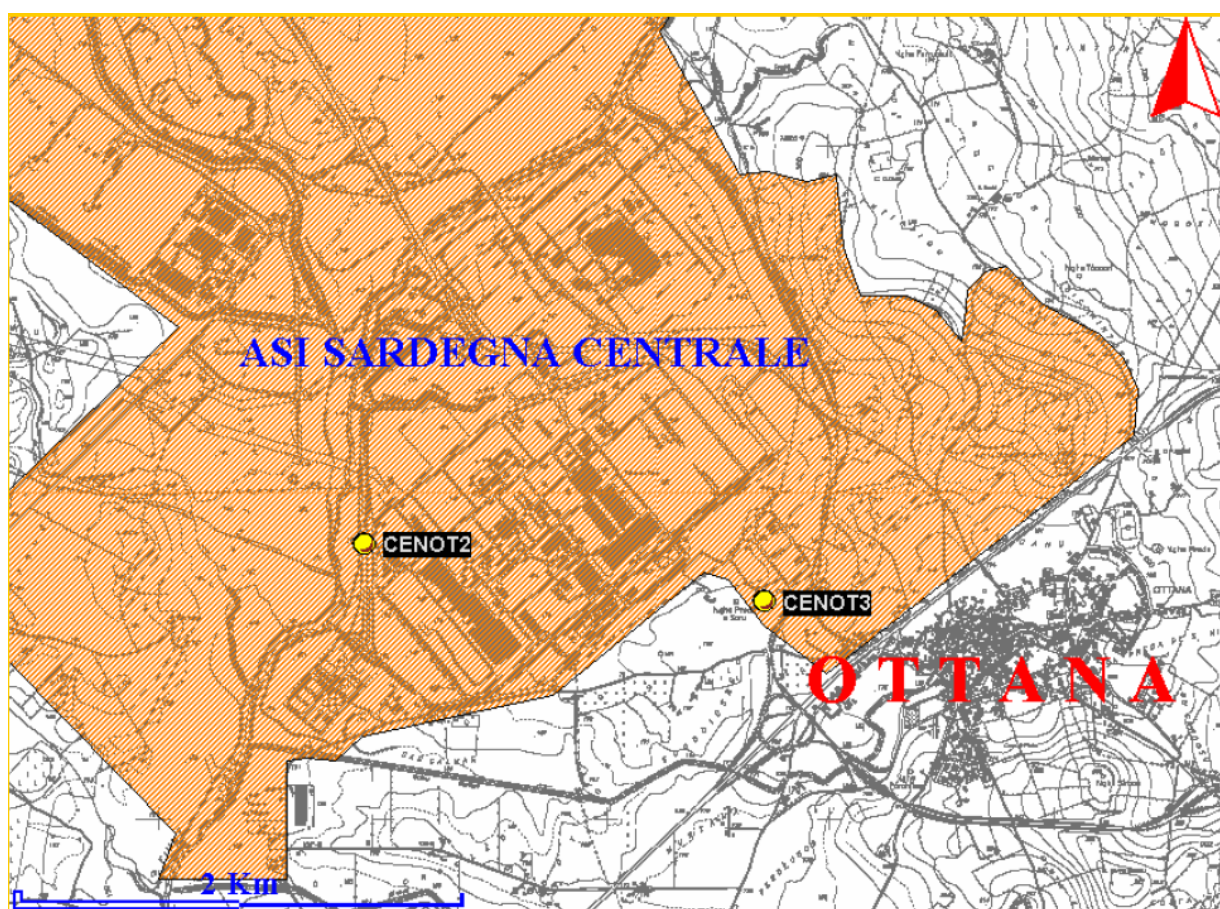


Figura 1 - Posizionamento stazioni di controllo qualità dell'aria

I parametri rilevati dalle due stazioni sono:

- SO₂
- NO₂
- Polveri (TSP)
- CO (solo CENOT3)
- nVOC
- Ozono

Nel corso dell'anno considerato le stazioni hanno avuto una funzionalità pressoché continua, con percentuali di dati utili sul totale superiori al 90%.

Per tutti i parametri nell'anno 2004 non sono stati registrati superamenti dei limiti di legge (il dato non è tuttavia disponibile per PM10 in quanto le stazioni di monitoraggio non dispongono della relativa strumentazione di misura).

Considerando le specie inquinanti correlabili all'attività dello Stabilimento Equipolymers, per quanto riguarda il biossido di azoto le medie annue oscillano tra 10 e 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, i 98° percentili tra 33 e 86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, i massimi orari tra 60 e 144 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; i valori più elevati si riscontrano nella stazione CENOT2.

Per quanto riguarda il biossido di zolfo le medie annue variano tra 5 e 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, i 98° percentili tra 8 e 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e i valori massimi orari tra 103 e 124 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le polveri totali sospese variano nelle medie annue tra 17 e 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, i 98° percentili tra 55 e 79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e le massime medie orarie tra 323 e 713 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; i valori orari più elevati si riscontrano nella CENOT3, mentre la CENOT2 ha 98° percentili e media annua più elevati.

Nelle seguenti tabelle sono riassunti i dati medi per inquinante rilevati presso le due centraline.

CENOT 2	Benzene	CO	H ₂ S	nVOC	NO ₂	O ₃	PM 10	SO ₂	TSP
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
%funzione				86.2	90.8	94.4		94.6	98.4
Minimo				0.0	0.0	0.0		0.0	0.0
5°percentile				19.0	1.0	7.0		3.0	2.0
Mediana				70.0	12.0	57.0		5.0	14.0
Media				86.5	19.9	55.0		5.0	19.8
95°percentile				193.5	69.0	108.0		7.0	56.0
98°percentile				241.0	86.0	122.0		8.0	79.0
Massimo				646	144.0	177.0		103.0	323.0

CENOT 3	Benzene	CO	H ₂ S	nVOC	NO ₂	O ₃	PM 10	SO ₂	TSP
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
%funzione		89.4			93.8	94.5		90.8	95.5
Minimo		0.3			0.0	0.0		0.0	0.0
5°percentile		0.5			2.0	12.0		2.0	2.0
Mediana		0.9			8.0	63.0		6.0	14.0
Media		0.9			9.9	62.0		6.7	16.8
95°percentile		1.2			25.0	112.0		12.0	39.0
98°percentile		1.6			32.7	128.0		21.0	55.4
Massimo		2.2			60.0	155.0		124.0	713.0

Durante l'anno non sono stati registrati episodi di superamento dei livelli limite orari e giornalieri per i principali inquinanti (cfr. valori limite di cui alle tabelle del Cap. 2).

4. CONTRIBUTO DEL PROCESSO ALL'INQUINAMENTO DELL'AREA (C_A)

4.1 DATI DI BASE

Il principale contributo all'inquinamento dell'ambiente atmosferico dell'area di inserimento dovuto al complesso Equipolymers è attribuibile alle emissioni di processo provenienti dalle apparecchiature e dai punti di emissione elencati al precedente Cap. 1.

Di seguito si riportano, per ogni tipologia di inquinante, i flussi in emissione per ciascun camino.

Inquinanti considerati ossidi di zolfo e ossidi d'azoto			
Punto di emissione	Portata fumi (Nm³/h)	Flussi di massa (kg/h)	
		SO_x	NO_x
EA	65344	6.6	3.3
E 73	5400	4.2	2.7
E 83	5400	4.2	2.7
E 93	5400	4.2	2.7
E 70 – E 76	5700		0.57

Inquinante considerato polveri totali					
Punto di emissione	Portata fumi (Nm³/h)	Flussi di massa (kg/h)	Punto di emissione	Portata fumi (Nm³/h)	Flussi di massa (kg/h)
E1	12242	0.4	E 70 – E76	5700	0.114
B1 bis	4973	0.16	E 81	8000	0.16
E 73	5400	0.48	E 82	8000	0.16
E 83	5400	0.48	E 33 A	1629	0.03
E 93	5400	0.48	E 33 A bis	1722	0.039
E 40	1100	0.022	E 33 B	1728	0.038
E 54	850	0.017	E 33 B bis	1051	0.02
E 63	11	0.00022	E 35 A	24765	1.2
E 64	8000	0.16	E 35 B	24765	1.2

4.2 STIMA DI C_A

4.1.1 Modello utilizzato

La previsione e la stima dei livelli di concentrazione al suolo di inquinanti da sorgenti di emissione è stata effettuata attraverso l'utilizzo di specifica modellistica diffusionale.

I modelli diffusionali rappresentano, in maniera più o meno semplificata, la diffusione di sostanze in atmosfera in relazione alle caratteristiche delle emissioni (quantità di inquinante emesso, temperatura, velocità, etc.) e alle condizioni meteorologiche. Per mezzo di questi strumenti di analisi è possibile, partendo da una conoscenza delle emissioni e delle condizioni meteorologiche, simulare il fenomeno della diffusione dell'inquinante con buona approssimazione. I dati ottenuti da queste simulazioni possono quindi venire utilizzati per valutare il campo di concentrazione della sostanza oggetto di studio all'interno del dominio di calcolo.

A livello mondiale esistono numerosi modelli matematici di simulazione della diffusione atmosferica. Per facilitare la scelta all'utente finale, l'USEPA (United States Environmental Protection Agency), l'ente di protezione ambientale americana massima autorità mondiale nel settore, su mandato del Congresso degli Stati Uniti cura la pubblicazione della guida ai modelli sulla qualità dell'aria che debbono essere utilizzati per gli scopi indicati.

I modelli inseriti in questa guida sono stati sviluppati dall'EPA stessa o da centri privati. In entrambi i casi, prima di essere registrati nel "Federal Register" ed essere inseriti nella guida, i modelli vengono sottoposti ad una estesa serie di procedure di validazione scientifica.

Il modello utilizzato per le presenti valutazioni è denominato **AERMOD** (AMS/EPA Regulatory Model).

Nel 1991, il comitato AERMIC (AMS/EPA Regulatory Model Improvement Committee), costituito da membri dell'AMS (American Meteorological Society) e dell'EPA (Environmental Protection Agency), si è formato nell'intento di elaborare un nuovo modello di dispersione degli inquinanti nel PBL (Planetary Boundary Layer), che soddisfacesse le seguenti linee guida generali:

- fornire valori di concentrazione calcolati per un'ampia varietà di condizioni;
- essere di facile utilizzo con un numero non troppo elevato di dati in input;
- cercare di interpretare tutti i fenomeni fisici atmosferici significativi, conservando una struttura abbastanza comprensibile;
- essere già predisposto ad eventuali futuri aggiornamenti.

Il punto di partenza di AERMIC è stato l'idea di trovare un modello sostitutivo a ISC (Industrial Source Complex), mantenendo la stessa struttura per quanto riguarda input ed output, ma aggiornandolo con nuovi algoritmi che rispecchiassero l'attuale stato dell'arte della modellistica ambientale. Rispetto a ISC si è inoltre cercato di migliorare l'approccio ai processi di dispersione nel ML (Mixed Layer) e nel SBL (Stable Boundary Layer).

Dopo varie revisioni e prove di validazione, si è infine giunti alla formulazione di **AERMOD** (AMS/EPA Regulatory Model). Tale modello è stato sottoposto ad un attento studio da parte dell'OAQPS (Office of Air Quality Planning and Standards) dell'EPA per essere inserito nella "Guideline on Air Quality Model", e quindi entrare a far parte della modellistica riconosciuta ufficialmente per scopi normativi.

AERMOD è uno "steady-state plume model", ovvero un modello analitico stazionario a pennacchio che simula la dispersione degli inquinanti in atmosfera basandosi sull'equazione gaussiana, e ne calcola la concentrazione nel dominio d'indagine, in corrispondenza di recettori distribuiti su una griglia (definita dall'utente) o discreti. Il codice prevede la possibilità di considerare diverse tipologie di fonti emissive (puntuali, areali, volumiche) e a ciascun tipo di sorgente corrisponde un diverso algoritmo per il calcolo della concentrazione. Il modello calcola il contributo di ciascuna sorgente su ciascun recettore e ne somma gli effetti. Poiché il modello è stazionario, le emissioni sono assunte costanti nell'intervallo temporale di simulazione (generalmente un'ora).

Le principali caratteristiche innovative di AERMOD rispetto al predecessore ISC sono:

- trattazione differente della dispersione degli inquinanti nello SBL (Stable Boundary Layer) e nel CBL (Convective Boundary Layer): nel primo caso, in condizioni stabili, la distribuzione di concentrazione segue una curva gaussiana sia in orizzontale che in verticale, mentre nel secondo caso, in condizioni di instabilità, la distribuzione di concentrazione segue una curva gaussiana in direzione orizzontale, e in verticale segue una funzione di densità di probabilità di tipo bi-gaussiano;
- possibilità di trattare il fenomeno detto "plume lofting" nel CBL, per il quale una porzione di massa del pennacchio emessa dalla sorgente, sale e rimane nella parte superiore dello strato stabile prima di essere mescolata dalla turbolenza del CBL;
- possibilità di ricostruire i profili verticali delle variabili meteorologiche più significative (vento, temperatura, turbolenza, ecc.) utilizzando i dati rilevati al suolo e in quota;
- possibilità di considerare fenomeni di deposizione e reazione/trasformazione chimica degli inquinanti;
- possibilità di trattare condizioni orografiche sia semplici che complesse.

Il codice consente di effettuare due tipi di simulazioni:

- "short-term": fornisce concentrazioni medie orarie o giornaliere, consentendo di individuare la peggior condizione possibile;
- "long-term": tratta gli effetti dei rilasci prolungati nel tempo, al variare delle caratteristiche atmosferiche e meteorologiche, e fornisce le condizioni medie nell'intervallo di tempo considerato, generalmente un anno.

Per elaborare i dati meteorologici di input il modello si avvale dell'utilizzo del preprocessore meteorologico AERMET

Lo scopo del preprocessore AERMET è quello di raccogliere ed elaborare i dati meteorologici rappresentativi della zona studiata, per calcolare i parametri dispersivi del PBL (Planetary Boundary Layer) e consentire così ad AERMOD di ricavarsi i profili verticali delle variabili più influenti su trasporto e dispersione degli inquinanti.

L'input di AERMET consiste di quattro tipi di dati:

1. DATI ORARI DI SUPERFICIE: parametri rilevati dalle stazioni meteorologiche (generalmente a 10 m dal suolo). Comprendono:
 - dati relativi alla stazione: numero identificativo, coordinate, quota;
 - dati meteorologici: temperatura, velocità e direzione del vento, copertura nuvolosa.
2. DATI ON-SITE (opzionali). Comprendono: radiazione solare, pressione atmosferica, umidità relativa, turbolenza, visibilità, precipitazioni.
3. DATI "UPPER AIR" (opzionali¹): dati meteorologici in quota, ad una serie di livelli di pressione compresi tra il suolo e l'altezza massima dello strato di mescolamento; possono essere direttamente rilevati da stazioni meteorologiche (attrezzate con sonde, radar, ecc) che effettuano sondaggi in quota almeno due volte al giorno, o da sistemi di misurazione satellitari; altrimenti, possono essere utilizzati modelli meteorologici (per esempio RAMS) che elaborano i dati al suolo misurati dalle centraline per ottenere i valori corrispondenti alle diverse quote d'interesse. I dati "upper air" richiesti da AERMOD, oltre a quelli relativi alla stazione sono, per ogni livello di misurazione: pressione atmosferica, altezza geopotenziale, velocità e direzione del vento, temperatura, umidità relativa.
4. PARAMETRI DI LAND-USE : i parametri di uso del suolo comprendono: Albedo, Bowen ratio, rugosità superficiale. Se non sono disponibili, il programma suggerisce dei valori che ricavati mediante abachi sperimentali (U.S.EPA) che determinano i valori dei parametri in funzione del periodo (stagione o mese) considerato e dell'uso del suolo.

AERMET elabora i dati meteorologici descritti per produrre i seguenti parametri, che verranno poi forniti come input ad AERMOD:

- H: flusso di calore sensibile;
- L: lunghezza di Monin-Obukhov per tutte le ore disponibili;
- u_* : velocità di attrito;
- Z_{im} : altezza di rimescolamento meccanico per tutte le ore disponibili;
- z_{ic} : altezza di rimescolamento convettivo (solo per le ore in cui si ha turbolenza di origine convettiva);
- w_* : velocità di scala turbolenta (solo per le ore in cui si ha turbolenza di origine convettiva);
- $r(\Phi)$: Albedo;
- B_0 : Bowen ratio;
- u_{ref} : velocità del vento alla quota di riferimento z_{ref} ;
- T_{ref} : temperatura ambiente alla quota di riferimento z_{Tref} ;
- $d\theta/dz$: gradiente di temperatura potenziale.

¹ Per la stima dei parametri "Upper air" a partire dai dati meteorologici orari di superficie è stata utilizzata la tool "Upper air estimator" con riferimento a quanto riportato nel documento tecnico "Worldwide Data Quality Effects on PBL Short-Range Regulatory Air Dispersion Models" (J.L. Thé, R. Lee, R.W. Brode) messo a disposizione da Lakes Environmental Software, per il software Aermat View 5.3.

AERMOD riceve in ingresso alcuni dati di input dello stesso AERMET:

- velocità e direzione del vento;
- temperatura;
- turbolenza verticale e laterale.

Di seguito viene brevemente spiegato il significato di alcune delle variabili più significative. La velocità di attrito (u_*) è uno dei parametri che meglio rappresenta la turbolenza di origine meccanica. Essa ha le dimensioni di una velocità ed è descritta dalla relazione:

$$u_* = \sqrt{\frac{\tau(0)}{\rho}}$$

dove $\tau(0)$ indica il valore degli stress di Reynolds in superficie e ρ la densità. La u_* permette di quantificare lo sforzo di taglio del vento dovuto all'attrito con la superficie terrestre; il suo valore è proporzionale a velocità del vento e rugosità del suolo.

L'altezza di rimescolamento meccanico o convettivo (z_{im} , z_{ic}) ha un ruolo determinante per la definizione del volume di diluizione, all'interno del quale si ha la completa miscelazione dell'aria e degli agenti inquinanti. E' un valore che può essere misurato (misure in quota o satellitari) oppure si può ricavare da relazioni sperimentali che legano questa variabile con parametri meteorologici più facilmente rilevabili.

La lunghezza di Monin-Obukhov (L) è un indicatore del tipo di turbolenza: si esprime infatti tramite un rapporto tra la misura della turbolenza di origine meccanica e quella di origine termica.

L'output di AERMET viene elaborato da AERMOD per ottenere due record di parametri caratterizzanti il PBL: uno per i valori delle variabili meteorologiche al suolo ed i parametri di superficie (SURFACE.DAT), e l'altro per i profili verticali delle variabili più significative per il trasporto e la dispersione degli inquinanti (PROFILE.DAT) che sono:

- velocità del vento;
- direzione del vento;
- temperatura;
- gradiente di temperatura potenziale;
- turbolenza verticale;
- turbolenza orizzontale.

A questo punto, attraverso un'operazione simile alla media statistica, AERMOD effettua una conversione delle variabili disomogenee, rendendole uniformi: partendo dai profili verticali si ottengono singoli valori delle variabili meteorologiche, che vengono assunti come rappresentativi del loro andamento in tutto lo strato esaminato.

Un fattore limitante è costituito dal fatto che le condizioni meteorologiche sono assunte costanti ed omogenee in tutto il dominio, non consentendo di valutare gli effetti delle loro variazioni sulla dispersione degli inquinanti.

4.1.2 Dati meteorologici utilizzati

Ai fini della presente attività di stima modellistica degli effetti inquinanti sono stati presi in considerazione dati provenienti da più centraline di rilevamento, poiché quella di Ottana non disponeva dell'intero set di dati meteo-climatici necessario.

Per un approfondimento circa i dati utilizzati si rimanda alla specifica relazione tecnica, contestualmente allegata (all. D.5).

Si è proceduto pertanto alla costruzione di scenari meteo-climatici locali che fossero rappresentativi delle condizioni maggiormente presenti nell'area. In tal senso la modellizzazione effettuata è di tipo *short term*, non potendo disporre di dati orari specifici su un periodo sufficientemente lungo (un anno solare) ai fini di una modellizzazione di tipo *long term*.

I dati medi utilizzati nella modellizzazione sono i seguenti :

- Temperatura minima media = 9.4°C
- Temperatura massima media = 23.2°C
- Pressione atmosferica = 939 hPa
- Umidità relativa = 72.5%.

Per quanto riguarda i parametri anemometrici sono state considerate le rose dei venti elaborate dal SAR per le maggiori condizioni di velocità (cfr. all. D.5) ed in particolare le condizioni medie rappresentate nei seguenti diagrammi.

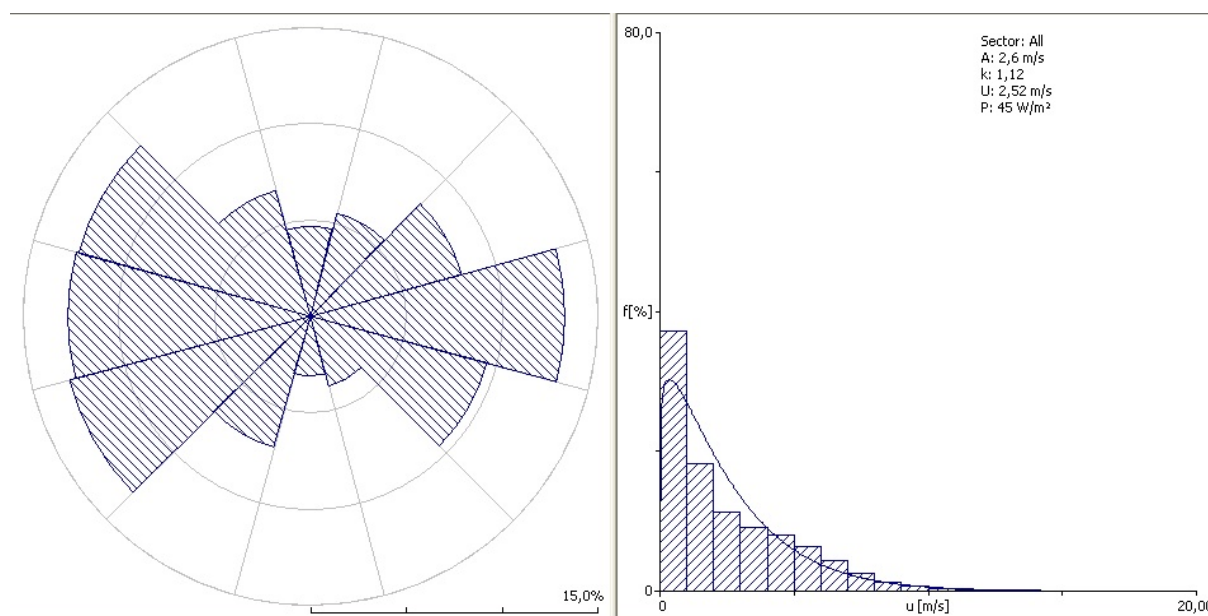


Figura 2- Rosa dei venti ed istogramma velocità venti

In relazione a tali condizioni anemometriche prevalenti sono state prese in considerazione le seguenti tre classi di stabilità :

- 1A = velocità del vento 1 m/s e classe di stabilità A
- 2B = velocità del vento 2 m/s e classe di stabilità B
- 6D = velocità del vento 6 m/s e classe di stabilità D

considerate maggiormente rappresentative delle condizioni di stabilità atmosferica mediamente presenti nell'area (cfr. tabella seguente).

Velocità del vento m/s	Insolazione			Copertura del cielo		
	Forte	Moderata	Debole	> 4/3	> 4/8	Sereno
Calma	-	-	-	-	-	G
< 2	A	A-B	B	-	-	-
2-3	A-B	B	C	E	F	-
3-5	B	B-C	C	D	E	-
5-6	C	C-D	D	D	D	-
6	C	D	D	D	D	-

Le diverse condizioni di stabilità sono state categorizzate nella seguente classificazione (Pasquill-Gifford):

- A. estremamente instabile
- B. moderatamente instabile
- C. leggermente instabile
- D. neutra
- E. leggermente stabile
- F. moderatamente stabile
- G. estremamente stabile

Come direzione del vento si è considerata, tra le predominanti, la provenienza da nord-ovest, in relazione in particolare alla posizione dell'abitato di Ottana rispetto allo stabilimento. Si tratta quindi di una scelta conservativa.

4.1.3 Risultati della modellizzazione

Al fine di assicurare la possibilità di un confronto con i rispettivi limiti di soglia e con gli standard di qualità ambientale, sono stati ricavati per ciascun inquinante gli opportuni valori medi ottenendo le seguenti informazioni :

SO_x - concentrazione media oraria massima
 - concentrazione media su 24 ore

NO_x - concentrazione media oraria massima

Polveri - concentrazione media su 24 ore

Tali concentrazioni sono state elaborate dal modello a partire dai descritti dati di emissione per un'area di oltre 16 km² circostante l'impianto (e comprendente il centro abitato di Ottana) secondo un reticolato cartesiano generante 441 punti recettori. A partire dai valori di concentrazione ricavati per ciascuno di essi, il modello ha generato le relative mappe di isoconcentrazione.

Le informazioni desunte da ciascuna modellizzazione riguardano pertanto il valore e l'ubicazione del punto di massima concentrazione dell'inquinante al suolo.

Nel seguente prospetto riassuntivo si riportano i risultati ottenuti, per ogni classe di stabilità considerata, per quanto riguarda i valori di concentrazione in aria nel punto di massima concentrazione e per l'episodio peggiore. Tutti i valori sono espressi in µg/m³.

Classe di stabilità	SO _x		NO _x	PM
	media oraria	media giornaliera	media oraria	media giornaliera
1 A	54.31	7.31	35.85	4.39
2 B	41.78	9.69	28.17	4.14
6 D	30.89	19.2	20.59	7.77

Le mappe di isoconcentrazione relative ai suddetti risultati sono riportate nel Cap. 6.

5. CONFRONTO DEL LIVELLO DI INQUINAMENTO E DEL CONTRIBUTO DEL PROCESSO CON SQA

5.1 CONFRONTO LIVELLO DI INQUINAMENTO (L_F) CON SQA

Nella seguente tabella si riportano i dati reali registrati presso le centraline di Ottana.

Stazione	Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – medie annuali		
	SO ₂	NO ₂	TSP
CENOT 2	5	19.9	19.8
CENOT 3	6.7	9.9	16.8
Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – 98° percentile			
CENOT 2	8	86	79
CENOT 3	21	32.7	55.4
Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – valori massimi orari			
CENOT 2	103	144	323
CENOT 3	124	60	713
Valori limite orari ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	350	200	-

I massimi valori orari registrati dalle due centraline per gli ossidi di zolfo e per gli ossidi di azoto sono inferiori alla soglia stabilita dal DM 60/02.

Come si evince dalla seguente tabella, nell'area non si sono registrati, per il 2004, superamenti dei suddetti limiti.

Anno	Stazione	SO ₂		NO ₂	PM10
		media oraria	media giornaliera	media oraria	media giornaliera
		n° ore > 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	n° giorni > 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	n° ore > 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	n° giorni > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2004	CENOT2	0	-	0	-
	CENOT3	0	-	0	-

Le stazioni di monitoraggio non dispongono della strumentazione per la misura delle polveri PM10.

I valori massimi orari misurati per TSP risultano rispettivamente 323 e 713 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pur considerando che tale valore sia abbastanza anomalo, in relazione ai valori del 98° percentile, e che la frazione PM10 sia solo una parte del totale, la situazione polveri è da ritenersi un dato di attenzione.

5.2 CONFRONTO CONTRIBUTO DEL PROCESSO (C_A) CON SQA

Nella seguente tabella sono sintetizzati i valori relativi al contributo del processo, come proposto nella situazione futura, e i limiti di concentrazione applicabili (valori in µg/m³). Come detto, le medie orarie e giornaliere risultanti rappresentano i rispettivi episodi peggiori di un mese tipo.

Ca	SO _x		NO _x	Polveri
	media oraria	media giornaliera	media oraria	media giornaliera
Valore massimo da stima	54.31	19.2	35.85	7.77
SQA	350	125	200	50*

* : Per le polveri si è considerato il limite di legge imposto per PM10 (DM 60/10).

Il contributo del processo è pari a circa 15% per quanto riguarda ossidi di zolfo e polveri, mentre per gli ossidi di azoto è intorno al 18%.

6. MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE RELATIVE AGLI SCENARI IPOTIZZATI

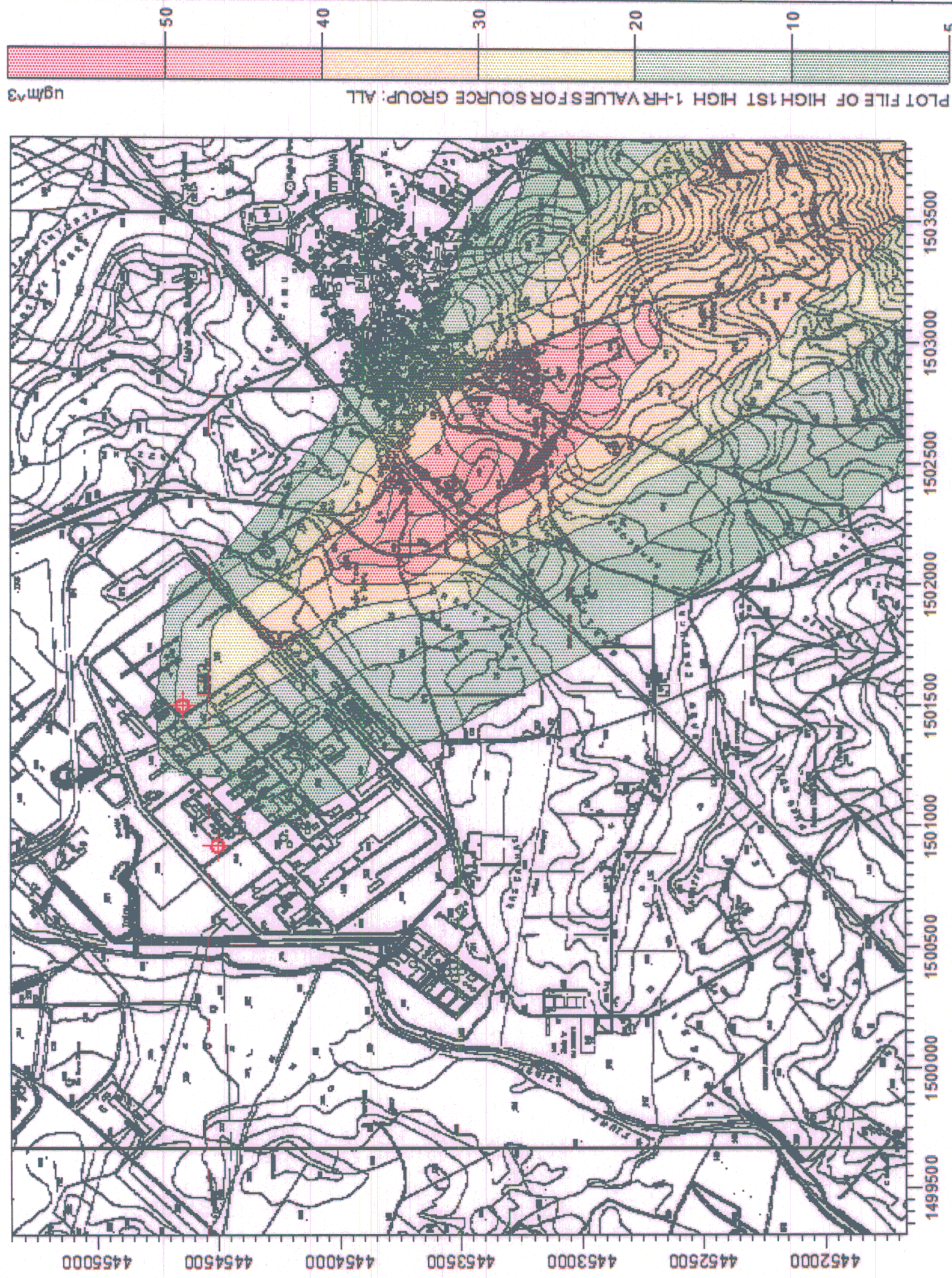
Di seguito si riportano gli elaborati grafici relativi alle modellizzazioni effettuate.

ELENCO MAPPE

- Ossidi di zolfo - Media oraria in condizioni 1A**
- Ossidi di zolfo - Media 24 ore in condizioni 1A**
- Ossidi di zolfo - Media oraria in condizioni 2B**
- Ossidi di zolfo - Media 24 ore in condizioni 2B**
- Ossidi di zolfo - Media oraria in condizioni 6D**
- Ossidi di zolfo - Media 24 ore in condizioni 6D**
- Ossidi di azoto - Media oraria in condizioni 1A**
- Ossidi di azoto - Media oraria in condizioni 2B**
- Ossidi di azoto - Media oraria in condizioni 6D**
- Polveri - Media 24 ore in condizioni 1A**
- Polveri - Media 24 ore in condizioni 2B**
- Polveri - Media 24 ore in condizioni 6D**

PROJECT TITLE:

Ossidi di zolfo



50
40
30
20
10
5
ug/m³
PLOT FILE OF HIGH 1ST HIGH 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL

COMMENTS:

SOx
Media 1 ora
Condizione di stabilità 1A

SOURCES

4

RECEPTORS

441

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

54.31009 ug/m³

COMPANY NAME

Equipolymers S.r.l. -
Stabilimento di Ottana (NU)

MODELER:

TECSA - FC/MC

DATE

15/03/2007

SCALE

1:25,000

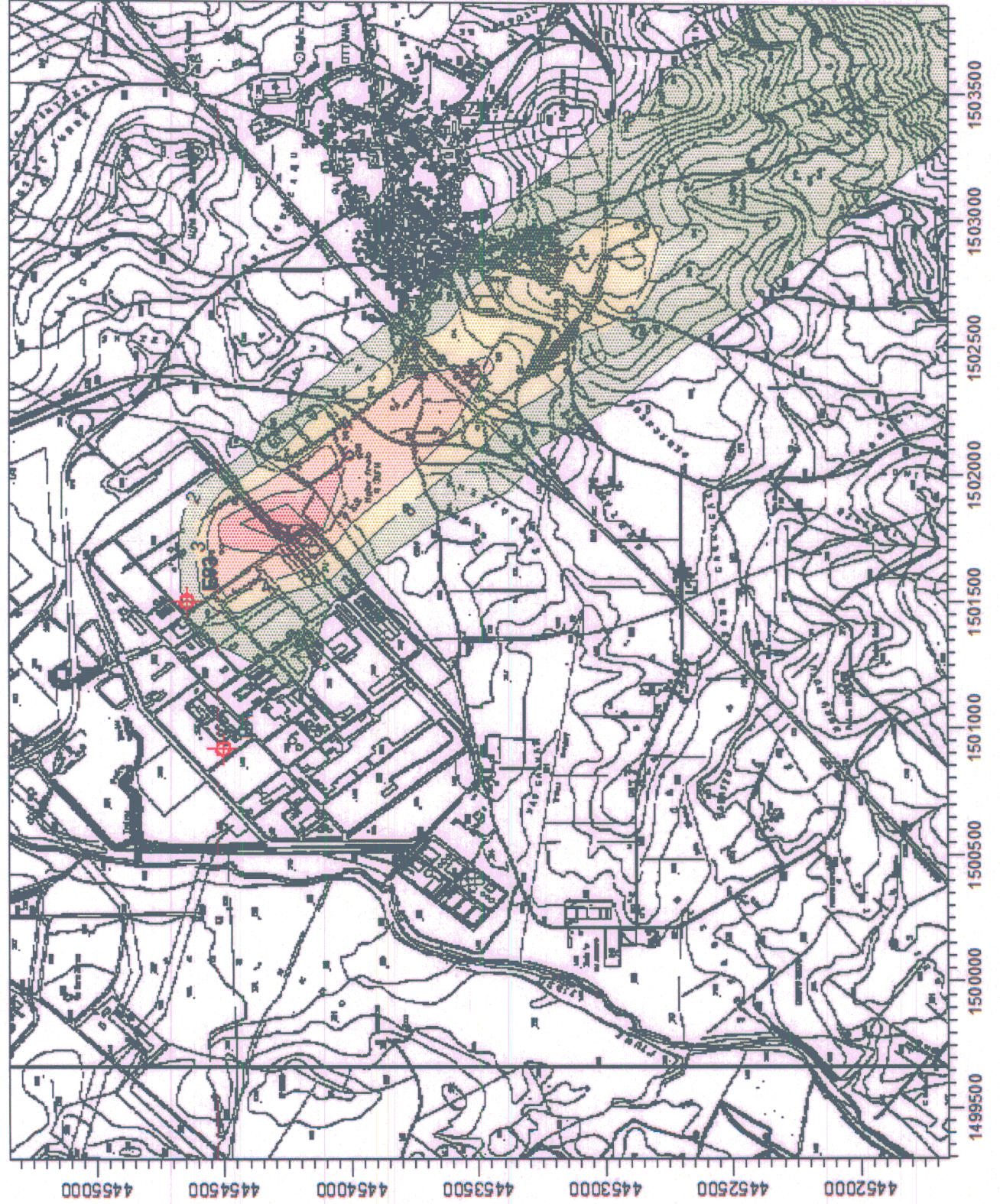


PROJECT NO.:

24238

PROJECT TITLE:

Ossidi di zolfo



COMMENTS:

SOx
Media 24 ore
Condizione di stabilità 1A

SOURCES:

4

RECEPTORS:

441

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

7.31052 ug/m³

COMPANY NAME:

Equipolymers S.r.l. -
Stabilimento di Ottana (NU)

MODEL:

TECSA - FC/MC

DATE:

15/03/2007

SCALE:

1:25,000

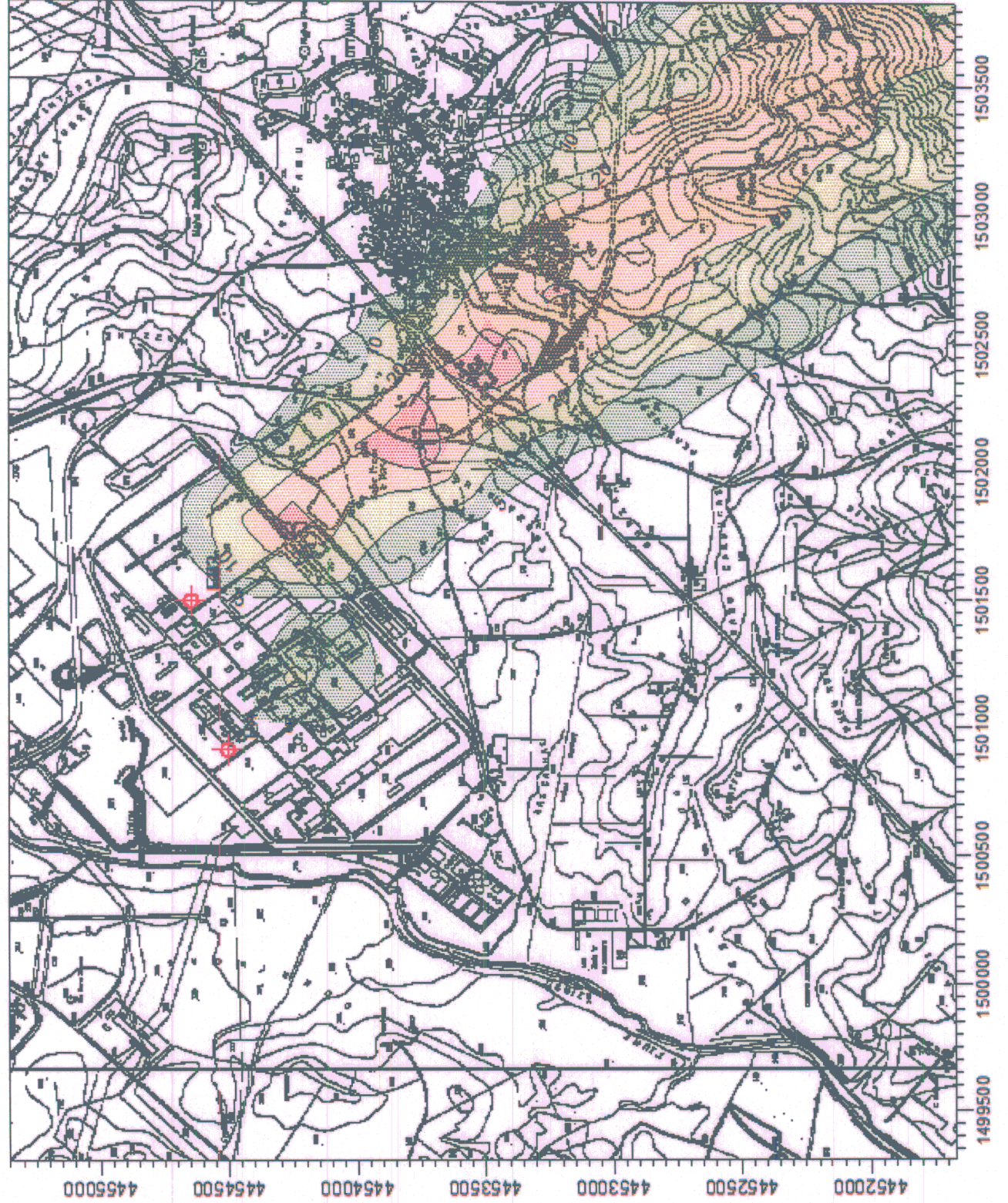
0 0.5 km

PROJECT NO.:

24238

PROJECT TITLE:

Ossidi di zolfo



COMMENTS:

SOx
Media 1 ora
Condizione di stabilità 2B

SOURCE:

4

RECEPTOR:

441

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

41.78442 ug/m³

COMPANY NAME:

Equipolymers S.r.l. -
Stabilimento di Ottana (NU)

MODELER:

TECSA - FCMC

DATE:

15/03/2007

SCALE:

1:25,000

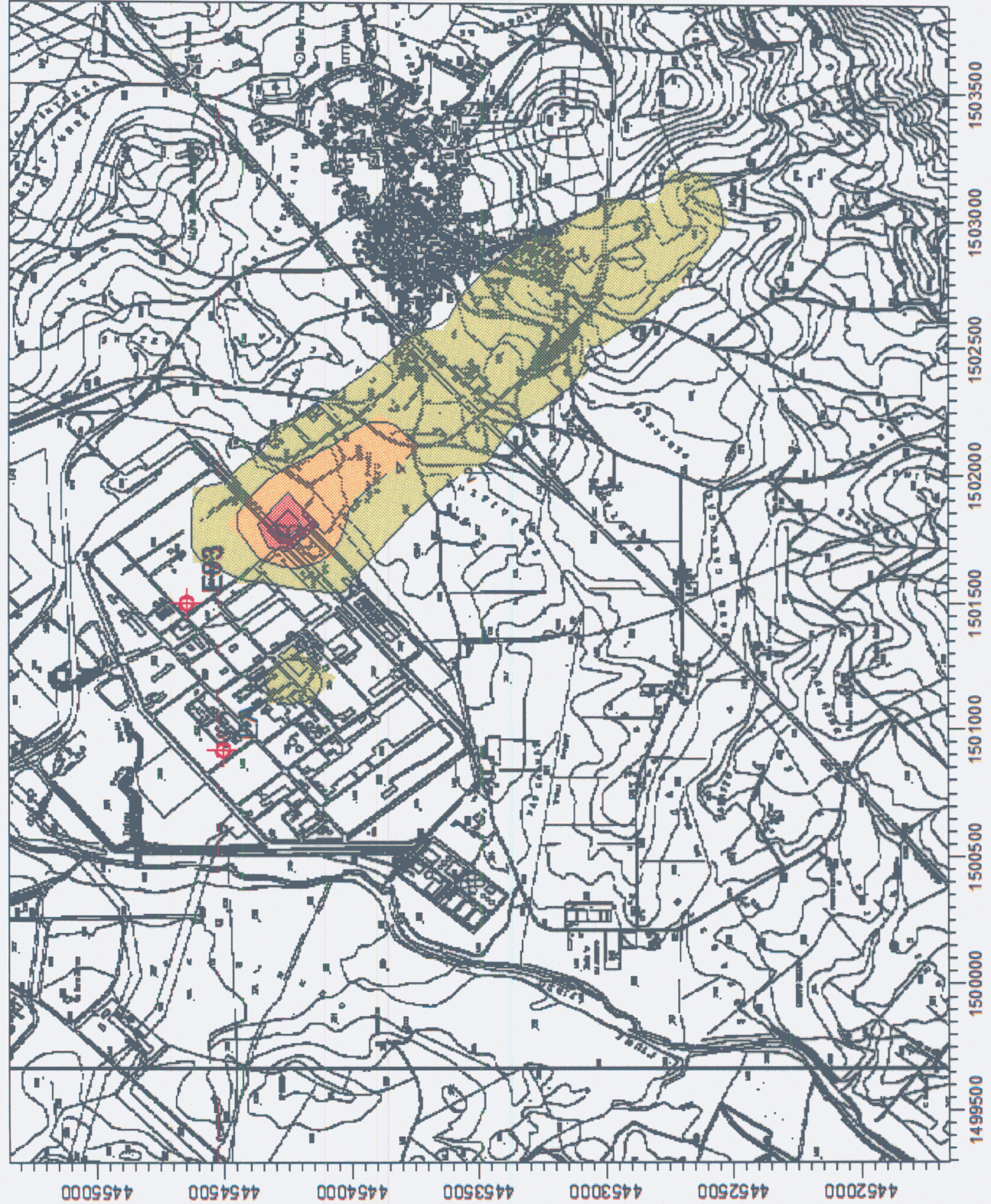
0 0.5 km

PROJECT NO.:

24238

PROJECT TITLE:

Ossidi di zolfo



2 4 6 8
ug/m³
PLOT FILE OF HIGH 1ST HIGH 24-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL

COMMENTS:

SO_x
Media 24 ore
Condizione di stabilità 2B

SOURCES:

4

RECEPTORS:

441

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

9.69333 ug/m³

COMPANY NAME:

Equipolymers S.r.l. -
Stabilimento di Ottana (NU)

MODEL:

TECSA - FC/MC

DATE:

15/03/2007

SCALE:

1:25,000

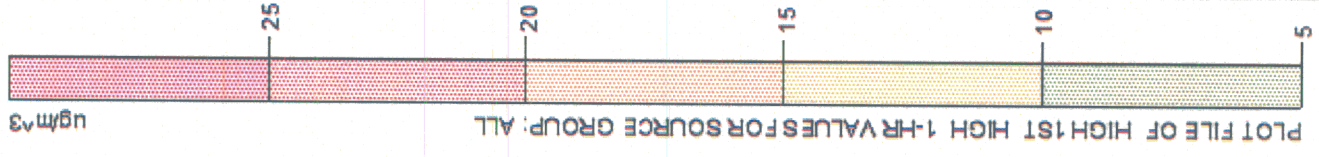
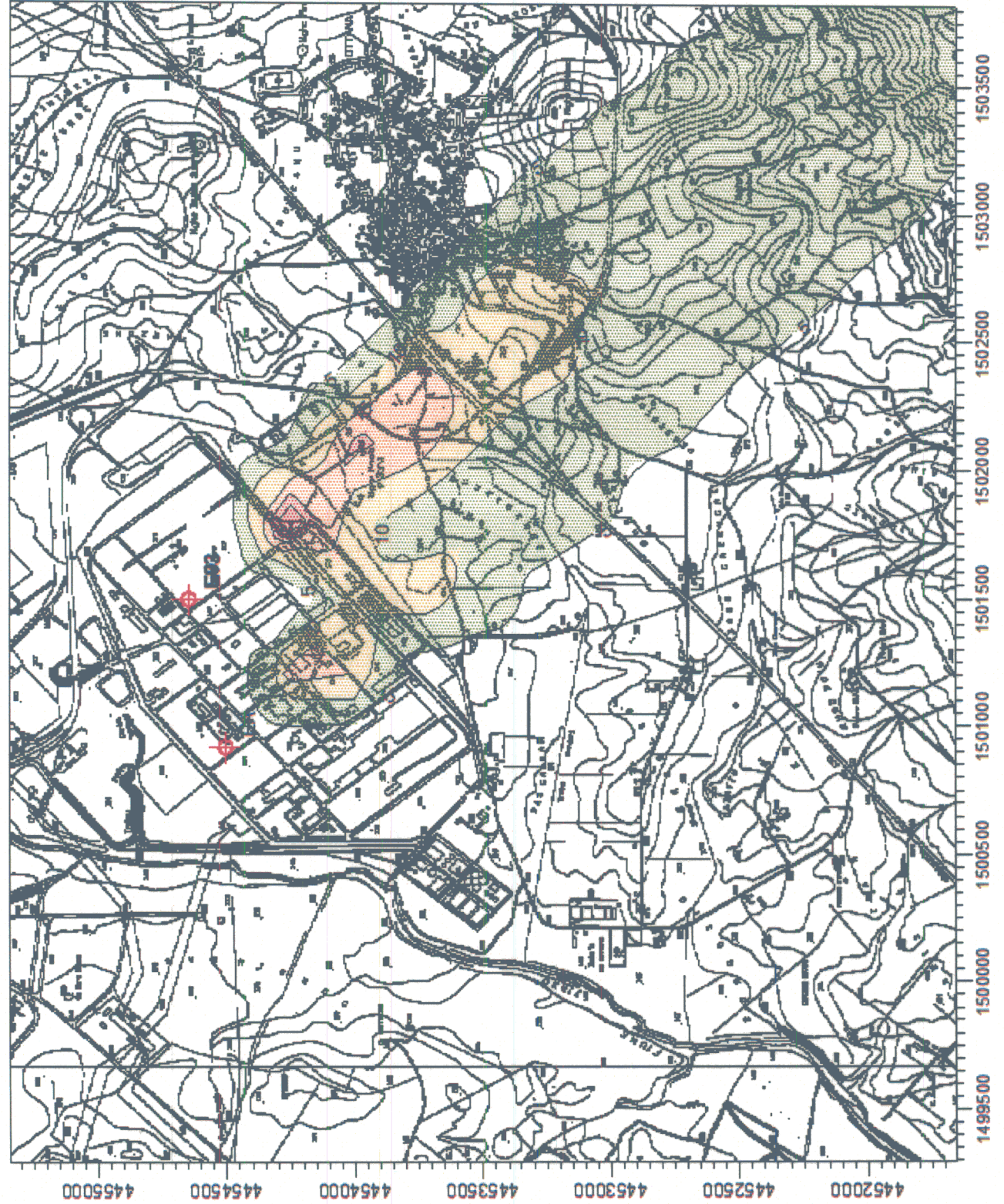
0 0.5 km

PROJECT NO.:

24238

PROJECT TITLE:

Ossidi di zolfo



COMMENTS:

SOx
Media 1 ora
Condizione di stabilità 6D

SOURCES

4

RECEPTOR

441

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

30.89603 ug/m³

COMPANY NAME

Equipolymers S.r.l. -
Stabilimento di Ottana (NU)

MODELER:

TECSA - FC/MC

DATE

15/03/2007

SCALE

1:25,000

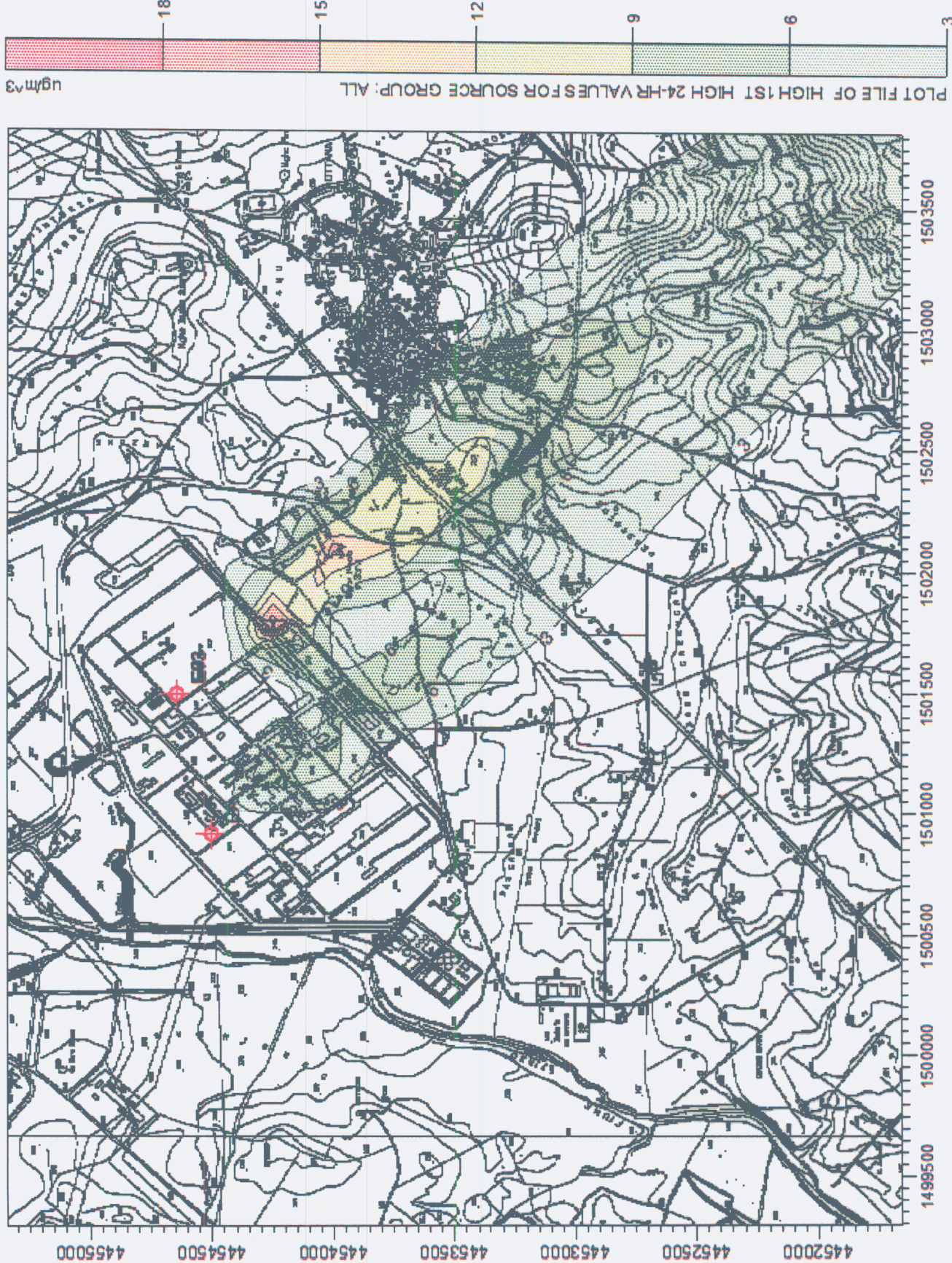


PROJECT NO.:

24238

PROJECT TITLE:

Ossidi di zolfo



COMMENTS:

SO_x
Media 24 ore
Condizione di stabilità 6D

SOURCES

4

RECEPTORS

441

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

19.22319 ug/m³

COMPANY NAME

Equipolymers S.r.l. -
Stabilimento di Ottana (NU)

MODELER:

TECSA - FC/MC

DATE

15/03/2007

SCALE

1:25,000

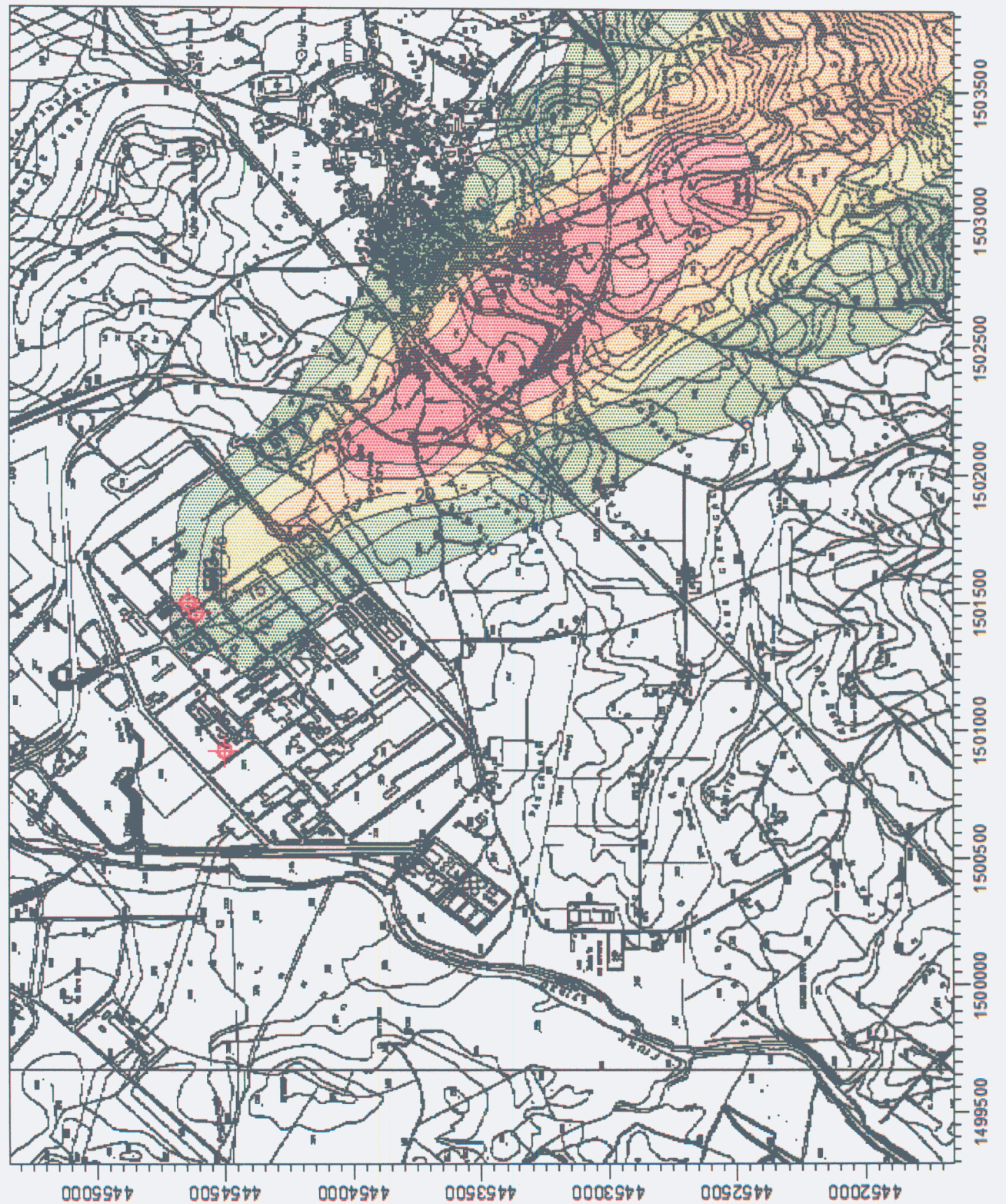
0 0.5 km

PROJECT NO.:

24238

PROJECT TITLE:

Ossidi di azoto



Plot file of high 1st high 1-hr values for source group: ALL

COMMENTS:

NOx
Condizioni di stabilità 1A

SOURCE:

5

RECEPTOR:

441

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

35.85003 ug/m³

COMPANY NAME:

Equipolymers S.r.l. -
Stabilimento di Ottana (NU)

MODELER:

TECSA - FC/MC

DATE:

15/03/2007

SCALE:

1:25,000

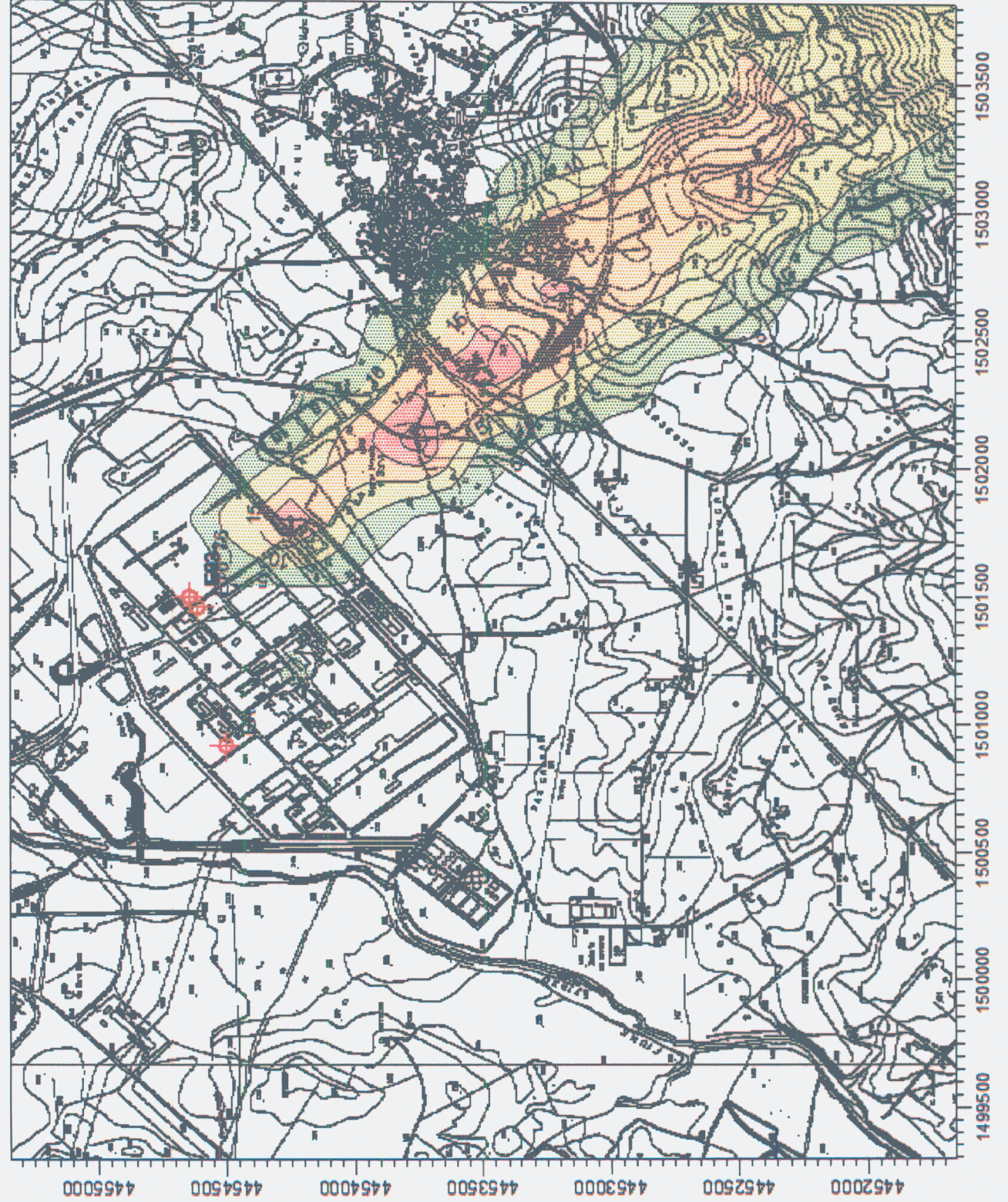
0 0.5 km

PROJECT NO.:

24238

PROJECT TITLE:

Ossidi di azoto



COMMENTS:

NOx
Condizioni di stabilità 2B

SOURCES

5

RECEPTORS

441

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

28.47236 ug/m³

COMPANY NAME

Equipolymers S.r.l. -
Stabilimento di Ottana (NU)

MODELER:

TECSA - FCMC

DATE

15/03/2007

SCALE

1:25,000

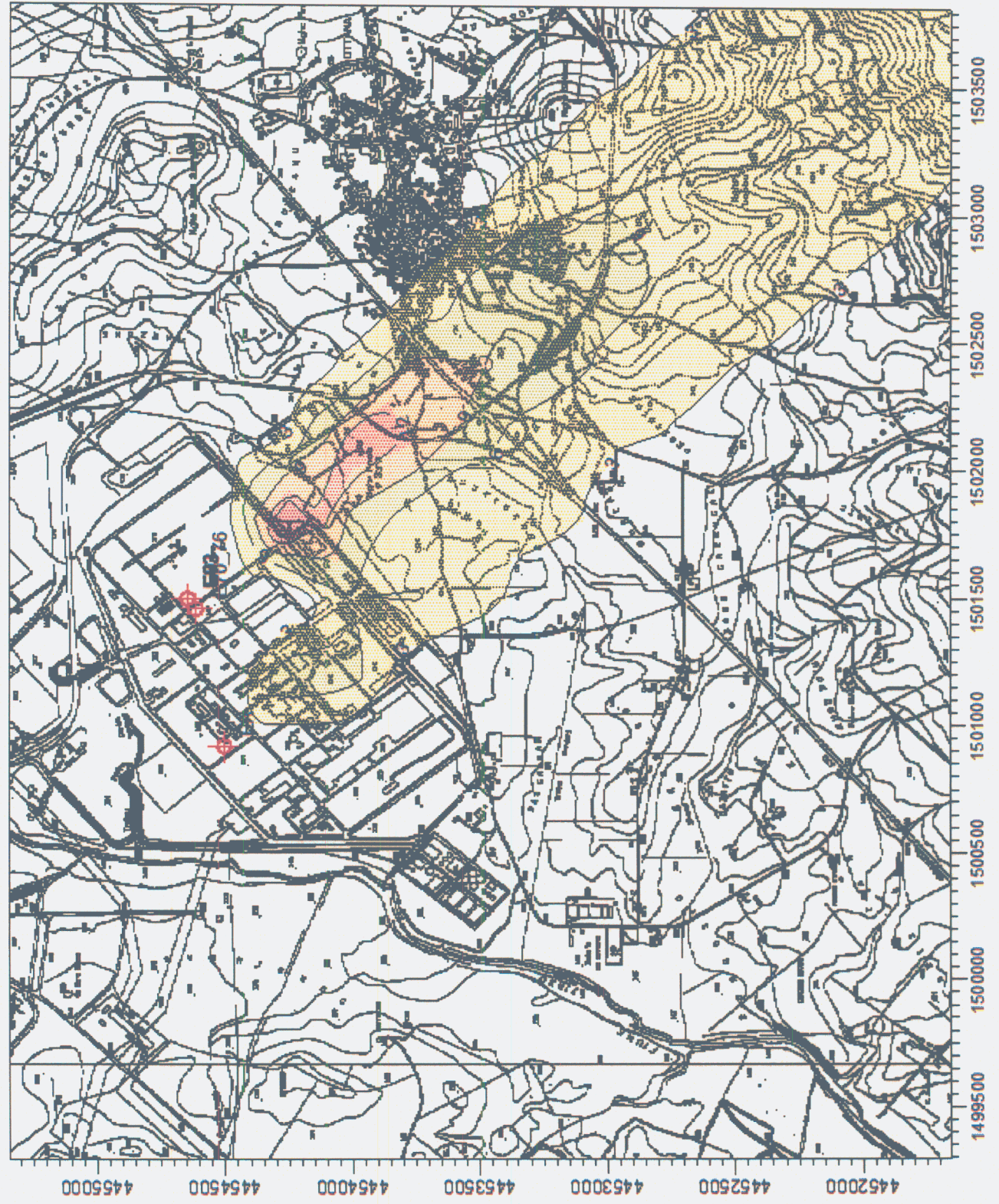


PROJECT NO.:

24238

PROJECT TITLE:

Ossidi di azoto



3 6 9 12 15
ug/m³
PLOT FILE OF HIGH 1ST HIGH 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL

COMMENTS:

NOx
Condizioni di stabilità 6D

SOURCES:

5

RECEPTORS:

441

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

20.58611 ug/m³

COMPANY NAME:

Equipolymers S.r.l. -
Stabilimento di Ottana (NU)

MODEL:

TECSA - FCMC

DATE:

15/03/2007

SCALE:

1:25,000

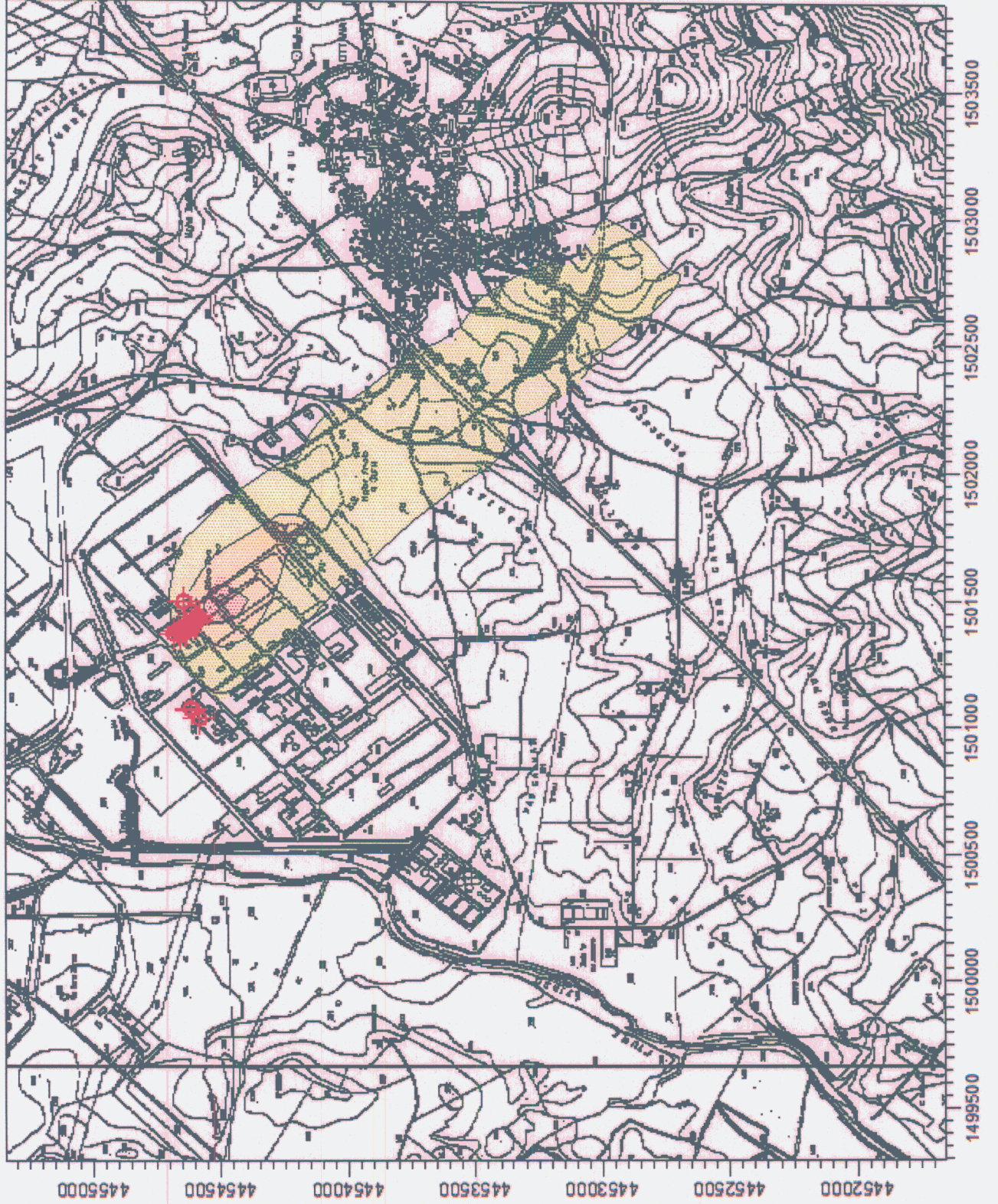


PROJECT NO.:

24238

PROJECT TITLE:

Polveri



PLOT FILE OF HIGH 1ST HIGH 24-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL
ug/m³

COMMENTS:

Polveri
Media 24 ore
Condizione di stabilità 1A

SOURCES

20

RECEPTORS

441

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

4.39894 ug/m³

COMPANY NAME

Equipolymers S.r.l. -
Stabilimento di Ottana (NU)

MODEL:

TECSA - FC/MC

DATE

15/03/2007

SCALE

1:25,000

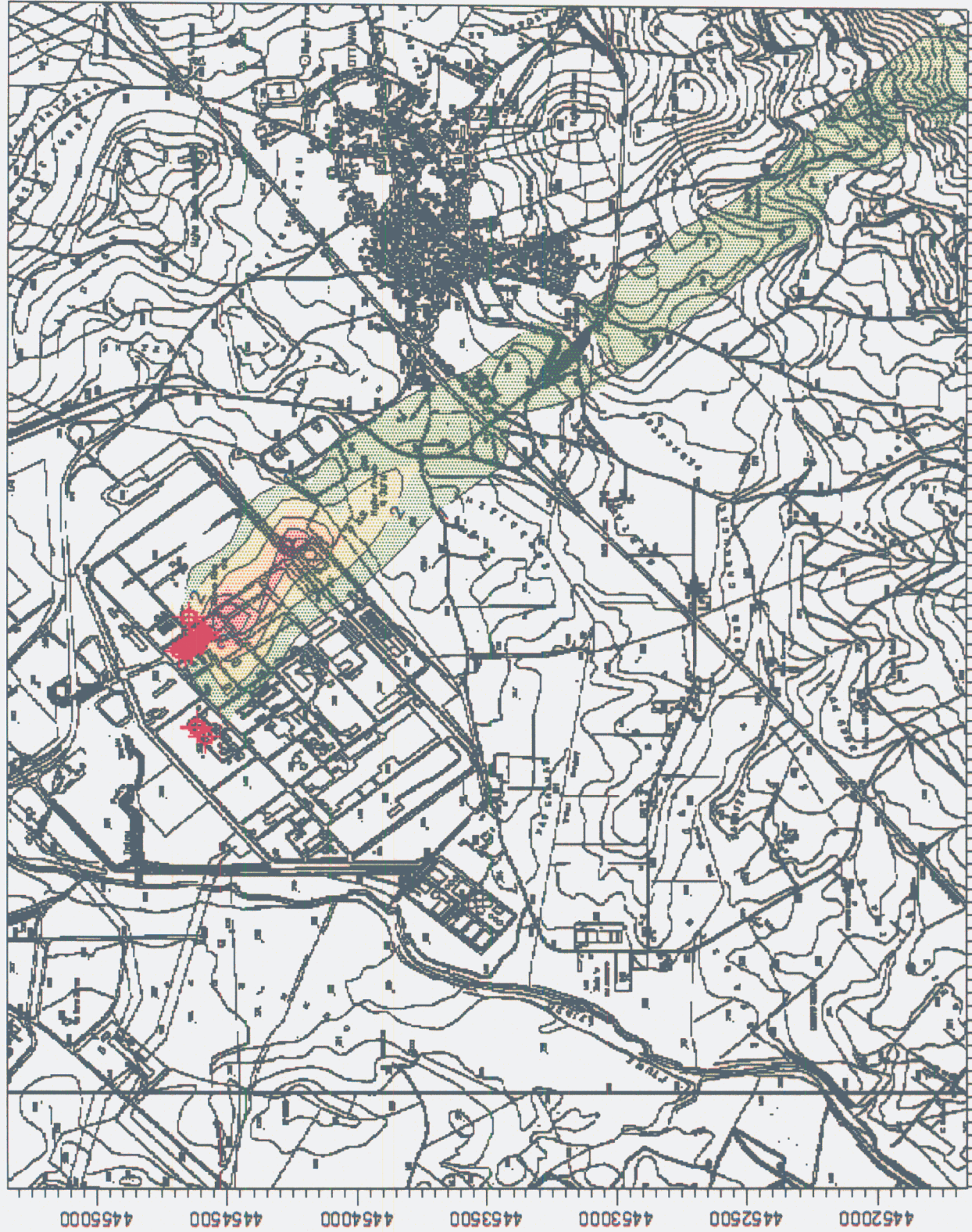
0 0.5 km

PROJECT NO.:

24238

PROJECT TITLE:

Polveri



ugm³

PLOT FILE OF HIGH 1ST HIGH 24-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL

COMMENTS:

Polveri
Media 24 ore
Condizione di stabilità 2B

SOURCE:

20

RECEPTORS:

441

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

4.14424 ug/m³

COMPANY NAME:

Equipolymers S.r.l. -
Stabilimento di Ottana (NU)

MODEL:

TECSA - FCMC

DATE:

15/03/2007

SCALE:

1:25,000

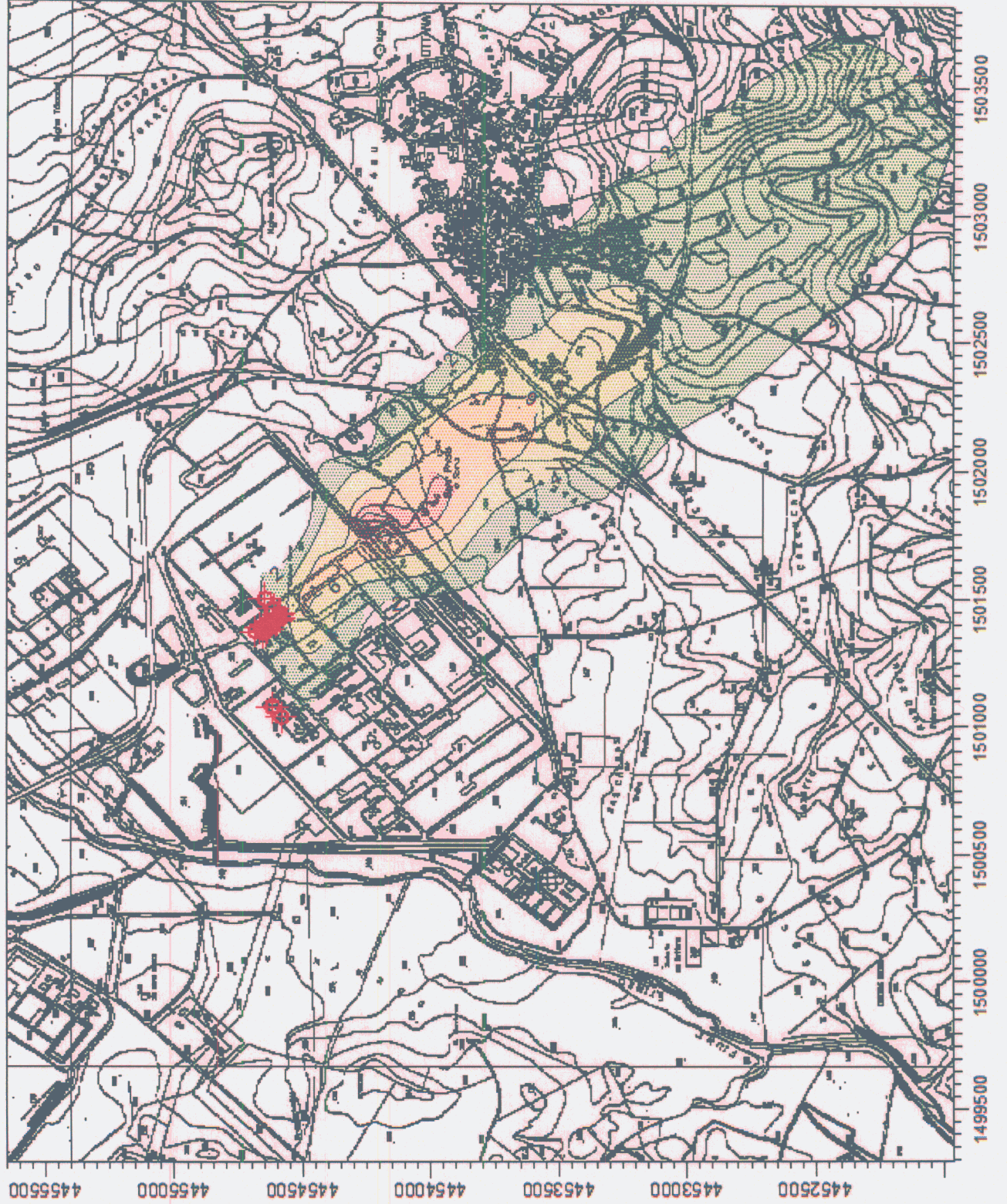
0 0.5 km

PROJECT NO.:

24238

PROJECT TITLE:

Polveri



ug/m³ PLOT FILE OF HIGH 1ST HIGH 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL

COMMENTS:

Polveri
Media 24 ore
Condizione di stabilità 6D

SOURCE:

20

RECEPTOR:

441

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

11.17752 ug/m³

COMPANY NAME:

**Equipolymers S.r.l. -
Stabilimento di Ottana (NU)**

MODELER:

TECSA - FC/MC

DATE:

15/03/2007

SCALE:

1:25,000

0 0.5 km

PROJECT NO.:

24238