

D. 6

Identificazione e quantificazione degli effetti delle emissioni in aria e confronto con SQA per la proposta impiantistica per la quale si richiede l'autorizzazione

Indice

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Premessa | 3 |
| 2 | Caratterizzazione meteorologica | 4 |
| 3 | Orografia | 5 |
| 4 | Quadro normativo | 7 |
| 4.1 | Biossido d'azoto (NO ₂)..... | 8 |
| 4.2 | Ossidi di zolfo..... | 9 |
| 4.3 | Particelle sospese o polveri | 10 |
| 5 | Descrizione ed analisi delle simulazioni svolte | 12 |
| 5.1 | Modello di calcolo utilizzato..... | 12 |
| 5.2 | Dati emissivi dell'impianto | 15 |
| 5.3 | Qualità dell'aria | 16 |
| 6 | Conclusioni e confronto con gli SQA | 19 |
| 6.1 | Analisi climatologia di lungo periodo | 19 |
| 6.2 | Analisi di breve periodo o "short term" | 22 |
| | Appendice A - Rappresentazioni grafiche | 23 |

1 Premessa

La presente relazione è stata redatta con lo scopo di compiere una valutazione previsionale relativa all'impatto sulla componente qualità dell'aria al suolo, della centrale termoelettrica di Vado Ligure per la soluzione impiantistica per la quale si richiede l'autorizzazione.

Allo scopo è stato effettuato uno studio previsionale delle ricadute al suolo degli inquinanti, attraverso l'utilizzo del modello di calcolo WinDimula2 che ha permesso di eseguire simulazioni del tipo long term e short term.

Nel modello di calcolo sono stati presi in esame i seguenti elementi:

- caratterizzazione meteorologica: in particolare per i parametri riguardanti i fenomeni aerodispersivi come velocità e direzione del vento e classi di stabilità;
- caratterizzazione orografica: mediante digitalizzazione della carta tecnica regionale scala 1:5000.
- caratterizzazione della sorgenti emettitrici: per ciò che concerne sia i parametri geometrici che i parametri chimico-fisici;

L'analisi, in accordo con quanto previsto dalla "Guida alla compilazione della domanda di AIA", ha consentito di valutare il rispetto del requisito di qualità ambientale SQA sia da parte dell'impianto (contributo C_A) sia verso il livello finale d'inquinamento dell'area L_F .

I criteri di soddisfazione seguiti sono stati pertanto i seguenti:

$$C_A < SQA$$

$$L_F < SQA$$

2 Caratterizzazione meteoclimatica

I parametri meteo di maggior importanza nella valutazione della dispersione in atmosfera degli inquinanti gassosi risultano essere le classi di stabilità atmosferica ed i valori anemologici. Mentre le prime, dipendendo principalmente dalla radiazione solare, dalla copertura nuvolosa e dall'intensità del vento, risultano avere valori analoghi per aree anche di una certa ampiezza, i secondi, in aree caratterizzate da valli e rilievi, dipendono fortemente dall'orografia locale.

Per ottenere perciò una caratterizzazione meteoclimatica adeguata dell'area in esame è stata considerata la stazione meteorologica di Capo Vado, per la cui trattazione più approfondita si rimanda all'esame dell'allegato D.5.

3 Orografia

Al fine di caratterizzare, dal punto di vista orografico, la zona oggetto del presente studio è stata digitalizzata la carta tecnica regionale scala 1:5000.

La griglia ottenuta con tale processo, effettuato mediante il programma "Surfer Win32 Version 6.04", è stata poi utilizzata come dato orografico di input per il modello di simulazione per le ricadute degli inquinanti gassosi.

Di seguito si riportano le rappresentazioni bidimensionale e tridimensionale ottenute dalla digitalizzazione del territorio. Le dimensioni del reticolo, utilizzato all'interno del programma di simulazione, sono pari a un quadrato di 20 km di lato, con una maglia di 100 m x 100 m.

Come si può osservare le quote presenti sul territorio variano dal livello del mare fino a circa 900 m s.l.m. Il sito, risulta delimitato a nord-ovest dai rilievi dell'Appennino Ligure ed a sud-est dal Mar Ligure, con una morfologia caratterizzata dalle profonde incisioni tracciate dai corsi d'acqua a regime torrentizio presenti. In particolare defluiscono nella Piana di Vado Ligure i torrenti Quiliano (posto più a nord) e Segno.

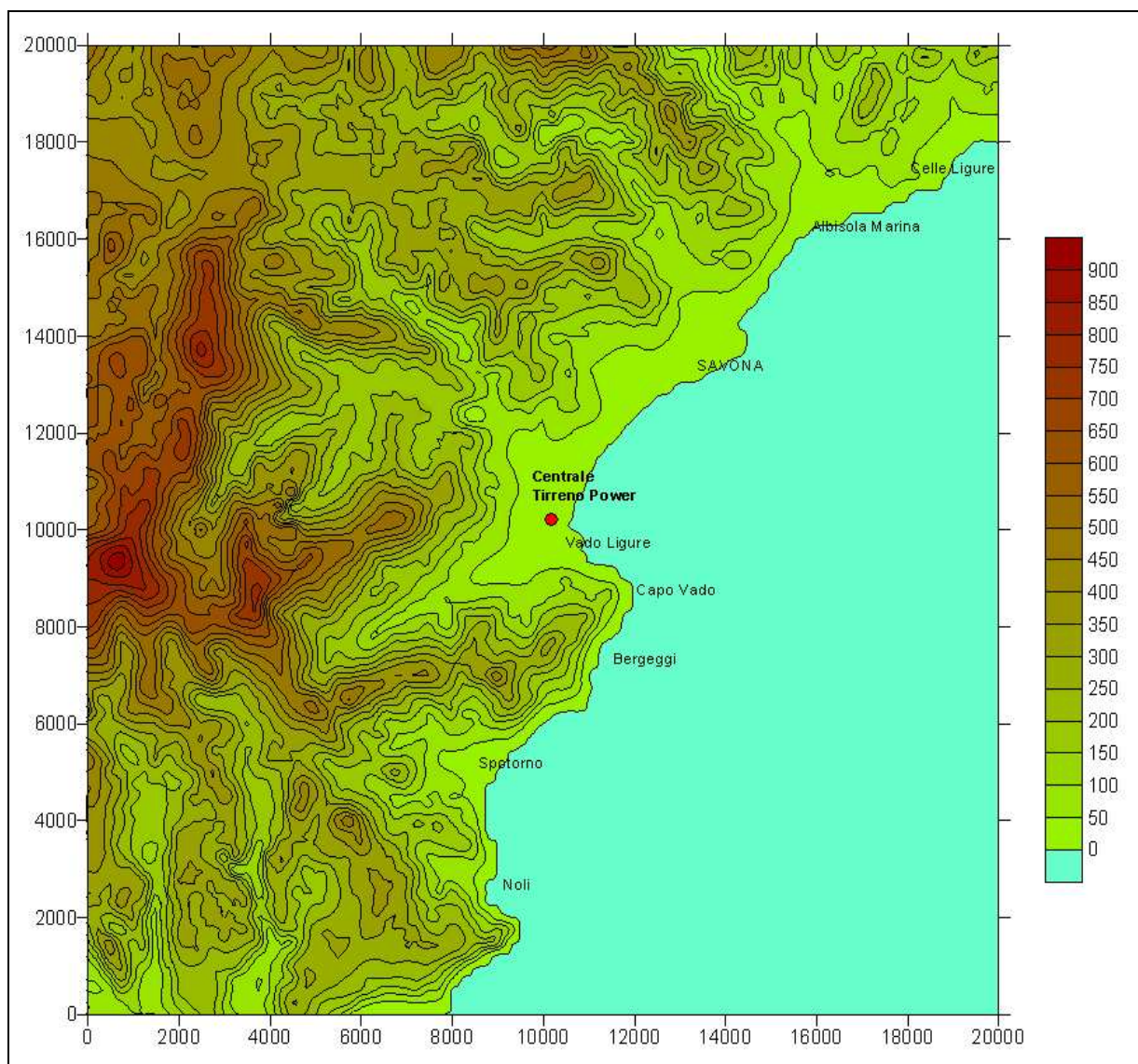


FIG. 3.1 – Rappresentazione bidimensionale del territorio ottenuta dalla digitalizzazione della carta tecnica regionale 1:5000 (Surfer 6.04)

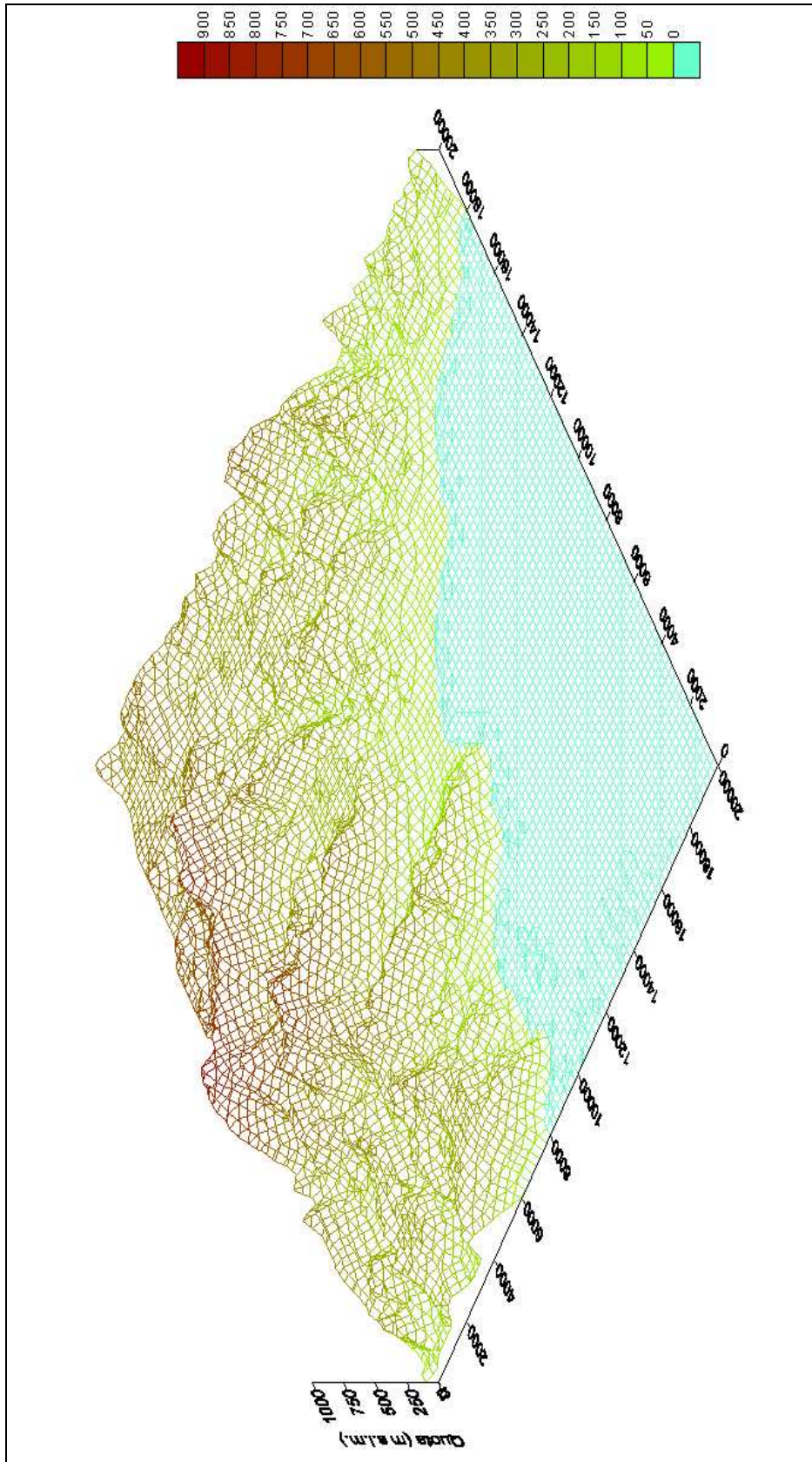


FIG. 3.2 – Rappresentazione tridimensionale del territorio ottenuta dalla digitalizzazione del CTR 1:5000

4 Quadro normativo

Nell'aprile 2002 il quadro normativo che disciplina la qualità dell'aria (valori limite, soglie di allarme, tecniche di misurazione ecc.), ha subito importanti modifiche. Infatti con il DM n.60 del 2 aprile 2002, pubblicato in G.U. 13 aprile 2002, n. 87 , il Ministero dell'Ambiente ha recepito la direttiva del Consiglio 22 aprile 1999, n. 1999/30/CE concernente i valori limite di qualità dell'aria per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle di piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori-limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio.

Tale decreto stabilisce per i succitati inquinanti:

- i valori limite e le soglie di allarme;
- il margine di tolleranza e le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo;
- il termine entro il quale il valore limite deve essere raggiunto;
- i criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria ambiente, i criteri e le tecniche di misurazione, con particolare riferimento all'ubicazione ed al numero minimo dei punti di campionamento, nonché alle metodiche di riferimento per la misura, il campionamento e l'analisi;
- la soglia di valutazione superiore, la soglia di valutazione inferiore ed i criteri di verifica della classificazione delle zone e degli agglomerati;
- le modalità per l'informazione da fornire al pubblico sui livelli registrati di inquinamento atmosferico ed in caso di superamento delle soglie di allarme;
- il formato per la comunicazione dei dati.

Questo decreto abroga le disposizioni relative al biossido di zolfo, al biossido d'azoto, alle particelle sospese, al piombo, al monossido di carbonio e al benzene contenute nei seguenti decreti:

- DPCM 28 marzo 1983;
- DPR 24 maggio 1988, n.203, limitatamente agli artt. 20,21,22 e 23 ed agli Allegati I, II, III e IV;
- DM 20 maggio 1991, concernente i criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria;
- DPR 10 gennaio 1992;
- DM 15 aprile 1994;
- DM 25 novembre 1994.

In effetti alcuni di questi decreti, quale ad esempio il 203/88, risultano attualmente totalmente abrogati dal D.Lgs 152/2006 entrato in vigore il 29 aprile 2006.

Si segnala comunque che il D.M. 60/2002 rimane sempre valido in materia di qualità dell'aria. Il recente testo unico ambientale non ha infatti modificato la disciplina relativa al controllo della qualità dell'aria.

La fase di transizione stabilisce che fino alla data entro la quale dovranno essere raggiunti i valori limite stabiliti nei vari Allegati del Decreto, in alcuni casi il 2005, in altri il 2010, restano in vigore i valori limite di cui all'Allegato I, Tabella A, del DPCM 28 marzo, come modificata dall'art.20 del DPR 24 maggio 1988, n.203.

Di seguito si riportano le tabelle relative agli inquinanti di interesse.

4.1 Biossido d'azoto (NO₂)

| Inquinante | Livello di allarme |
|---|-----------------------|
| Biossido di azoto (misurato su 3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 km ² oppure in una intera zona o un intero agglomerato, nel caso siano meno estesi) | 400 µg/m ³ |

Tab. 4.1.1 – Soglia di allarme per il biossido e ossidi di azoto (DM 60/2002).

| | Protezione della salute umana (NO ₂) Media oraria | Protezione della salute umana (NO ₂) Media annuale | Valore limite annuale per la protezione della vegetazione (NO _x) Media annuale |
|---------------------------------|---|--|--|
| Soglia di valutazione superiore | 70% del valore limite (140 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile) | 80% del valore limite (32 µg/m ³) | 80% del valore limite (24 µg/m ³) |
| Soglia di valutazione inferiore | 50% del valore limite (100 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile) | 65% del valore limite (26 µg/m ³) | 65% del valore limite (19,5 µg/m ³) |

Tab. 4.1.2 – Soglie di valutazione superiore ed inferiore per il biossido e ossidi di azoto (DM 60/2002).

| | Periodo di mediazione | Valore limite | Margine di tolleranza | Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto |
|--|-----------------------|---|--|--|
| Valore limite orario per la protezione della salute umana | 1 ora | 200 µg/m ³ NO ₂ da non superare più di 18 volte per anno civile | 50% del valore limite, pari a 100 µg/m ³ , all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001, e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1° gennaio 2010 | 1° gennaio 2010 |
| Valore limite annuale per la protezione della salute umana | Anno civile | 40 µg/m ³ NO ₂ | 50% del valore limite, pari a 20 µg/m ³ all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2010 | 1° gennaio 2010 |
| Valore limite annuale per la protezione degli ecosistemi | Anno civile | 30 µg/m ³ NO _x | nessuno | 19 luglio 2001 |

Tab. 4.1.3 – Valori limite per il biossido di azoto e gli ossidi di azoto (DM 60/2002).

4.2 Ossidi di zolfo

| Inquinante | Livello di allarme |
|---|-----------------------|
| Biossido di zolfo (misurato su 3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 km ² oppure in una intera zona o un intero agglomerato, nel caso siano meno estesi) | 500 µg/m ³ |

Tab. 4.2.1 (a) : Soglia di allarme per il biossido di zolfo (DM 60/2002).

| | Protezione della salute umana Media su 24 ore | Protezione dell'ecosistema Media invernale |
|---------------------------------|--|---|
| Soglia di valutazione superiore | 60% del valore limite sulle 24 ore (75 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile) | 60% del valore limite invernale (12 µg/m ³) |
| Soglia di valutazione inferiore | 40% del valore limite sulle 24 ore (50 µg/m ³ da non superare più di volte per anno civile) | 40% del valore limite invernale (8 µg/m ³) |

Tab. 4.2.1 (b): Soglie di valutazione superiore ed inferiore per il biossido di zolfo (DM 60/2002).

| | Periodo di mediazione | Valore limite | Margine di tolleranza | Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto |
|--|--|---|---|--|
| Valore limite orario per la protezione della salute umana | 1 ora | 350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile | 42,9% del valore limite pari a 150 µg/m ³ , all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 01/01/2001, e in seguito ogni 12 mesi, secondo una % annua costante, per ottenere lo 0% al 01/02/2005 | 1° gennaio 2005 |
| Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana | 24 ore | 125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile | nessuno | 1° gennaio 2005 |
| Valore limite per la protezione degli ecosistemi | Anno civile e inverno 1 ottobre - 31 marzo | 20 µg/m ³ | nessuno | 19 luglio 2001 |

Tab. 4.2.1.(c): Valori limite per il biossido di zolfo (DM 60/2002).

4.3 Particelle sospese o polveri

Fase 1

| | Periodo di mediazione | Valore limite | Margine di tolleranza | Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto |
|--|-----------------------|---|--|--|
| Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana | 24 ore | 50 µg/m ³ PM10 da non superare più di 35 volte per anno civile | 50% del valore limite, pari a 25 µg/m ³ , all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001, e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1° gennaio 2005 | 1° gennaio 2005 |
| Valore limite annuale per la protezione della salute umana | Anno civile | 40 µg/m ³ PM10 | 20% del valore limite, pari a 8 µg/m ³ , all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001, e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1° gennaio 2005 | 1° gennaio 2005 |

Tab.4.3.1 (a): Valore limite per il materiale particolato (PM10) (DM 60/2002).

Fase 2 - Valori limite indicativi da rivedere con successivo decreto sulla base della futura normativa comunitaria.

| | Periodo di mediazione | Valore limite | Margine di tolleranza | Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto |
|--|-----------------------|--|--|--|
| Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana | 24 ore | 50 µg/m ³ PM10 da non superare più di 7 volte per anno civile | Da stabilire in base ai dati, in modo che sia equivalente al valore limite della fase 1 | 1° gennaio 2010 |
| Valore limite annuale per la protezione della salute umana | Anno civile | 20 µg/m ³ PM10 | 10 µg/m ³ al 1° gennaio 2005 con riduzione ogni 12 mesi successivi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2010. | 1° gennaio 2010 |

Tab.4.3.1 (b): Valore limite per il materiale particolato (PM10) (DM 60/2002).

| | Protezione della salute umana Media su 24 ore | Protezione dell'ecosistema Media invernale |
|---------------------------------|---|---|
| Soglia di valutazione superiore | 60% del valore limite (30 µg/m ³ da non superare più di 7 volte per anno civile) | 70% del valore limite invernale (14 µg/m ³) |
| Soglia di valutazione inferiore | 40% del valore limite (20 µg/m ³ da non superare più di 7 volte per anno civile) | 50% del valore limite invernale (10 µg/m ³) |

Tab.4.3.1 (c): Soglie di valutazione superiore ed inferiore materiale particolato PM10 (DM 60/2002).

5 Descrizione ed analisi delle simulazioni svolte

5.1 Modello di calcolo utilizzato

Il modello WinDimula2, è un noto modello gaussiano sviluppato dall'ENEA. Il modello (Cirillo e Cagnetti, 1982) è inserito nei rapporti ISTISAN 90/32 ("Modelli per la progettazione e valutazione di una rete di rilevamento per il controllo della qualità dell'aria") e ISTISAN 93/36 ("Modelli ad integrazione delle reti per la gestione della qualità dell'aria"), in quanto corrispondente ai requisiti qualitativi per la valutazione delle dispersioni di inquinanti in atmosfera in regioni limitate (caratterizzate da scale spaziali dell'ordine di alcune decine di chilometri) ed in condizioni atmosferiche sufficientemente omogenee e stazionarie.

WinDimula2 è un modello gaussiano multisorgente che consente di effettuare simulazioni in versione short-term ed in versione climatologica. Il modello è stato rivisto nel 2000 in un progetto congiunto ENEA – Dipartimento Ambiente e MAIND – Modellistica Ambientale (Briganti *et al.*, 2001).

I modelli gaussiani si basano su una soluzione analitica esatta dell'equazione di trasporto e diffusione in atmosfera ricavata sotto particolari ipotesi semplificative. La forma della soluzione è di tipo gaussiano, ed è controllata da una serie di parametri che riguardano sia l'altezza effettiva del rilascio per sorgenti calde, calcolata come somma dell'altezza del camino più il sovrizzo termico dei fumi, che la dispersione laterale e verticale del pennacchio calcolata utilizzando formulazioni che variano al variare della stabilità atmosferica, descritta utilizzando le sei classi di stabilità introdotte da Pasquill –Turner.

L'equazione gaussiana che esprime la concentrazione per sorgenti puntiformi elevate con emissioni continue assume la seguente forma:

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi u \sigma(x)_y \sigma(x)_z} \exp\left[-\frac{y^2}{2\sigma(x)_y^2}\right] \cdot V \cdot D$$

Eq. 3-1

dove :

Q : emissione di inquinante espresso come massa per unità di tempo

V : termine verticale (par. 3.2)

D : termine di decadimento (par. 3.8)

$\sigma_y(x)$, $\sigma_z(x)$: coefficienti di dispersione laterale e verticale (m)

u : velocità del vento alla quota del rilascio (m/s)

x : distanza sottovento tra la sorgente e il recettore rispetto alla direzione del vento

y : distanza perpendicolare alla direzione del vento tra l'asse del pennacchio e il recettore

z : quota del recettore rispetto al suolo

Tale equazione viene ricavata in base alle seguenti ipotesi:

- processo stazionario
- condizioni meteorologiche costanti
- trasporto turbolento lungo l'asse x trascurabile rispetto al trasporto per avvezione
- coefficienti di dispersione costanti in y e z
- emissione costante
- suolo riflettente

Nella tabella seguente si riportano le principali caratteristiche del modello:

| | |
|---|--|
| Tipologie di sorgenti emissive | sorgenti puntiformi |
| | sorgenti areali |
| Meteorologia | supporto di condizioni di vento con e senza inversione in quota |
| | supporto di condizioni di calma con e senza inversione |
| | utilizzo di Joint Frequency Function per gestire i calcoli climatologici |
| | calcolo della velocità del vento in quota mediante legge esponenziale |
| Coefficienti di dispersione laterale e verticale | formule di Briggs urbane |
| | formule di Briggs rurali |
| | formule basate sulla rugosità superficiale |
| | formule di Cirillo e Poli basate sulla deviazione standard del vento per le condizioni di calma di vento |
| | formula di Cirillo e Cagnetti per il calcolo della sigma laterale per sorgenti areali |
| Calcolo dell'altezza efficace | valutazione dell'effetto scia del camino |
| | formule di Briggs |
| | formula per la valutazione della BID (Buoyancy Induced Turbulence) |
| | formule di Briggs per il calcolo del Gradual Plume Rise |
| Formulazioni aggiuntive | supporto dell'orografia |
| | calcolo a quote superiori al suolo |
| | valutazione effetti di deposizione umida |
| | presenza di un termine di "decadimento" esponenziale |
| | valutazione della penetrazione dei fumi in inversioni in quota |

TAB. 5.1.1 – Principali funzioni del modello di calcolo WinDimula.

Come noto i modelli gaussiani sono formulati con una serie di ipotesi conservative ed i risultati che si ottengono possono essere considerati accettabili quando conducono a valori che siano sufficientemente lontani dai valori limite previsti dalle normative stesse.

Inoltre il modello WinDimula 2, in funzione dell'algoritmo di calcolo su cui si basa, tende a sovrastimare i valori di concentrazione di inquinante in presenza di orografia complessa e rilievi ¹.

WinDimula è in grado di svolgere due differenti tipi di analisi:

1. Analisi di breve periodo o short term: permette di calcolare la distribuzione spaziale sul territorio delle concentrazioni al suolo dell'inquinante considerato sul breve periodo.

L'input meteorologico è rappresentato in questo caso da un valore istantaneo di direzione ed intensità del vento. Le ipotesi alla base di questo modulo sono la stazionarietà nel tempo delle condizioni meteorologiche e la continuità delle emissioni in esame.

È possibile considerare i risultati come concentrazioni orarie. Il modulo short-term può essere eseguito utilizzando una sola situazione meteorologica o una serie di dati orari: in questo caso il salvataggio delle elaborazioni per ogni situazione meteo consente l'utilizzo del modulo di post-elaborazione per valutare il rispetto dei limiti di legge espressi in percentili. Il modulo Short Term, oltre a calcolare in ogni punto la concentrazione totale media prodotta dalle sorgenti in esame, valuta, in ogni punto di calcolo, anche la concentrazione totale massima prodotta.

Il modulo Short Term, oltre a calcolare in ogni punto la concentrazione totale media prodotta dalle sorgenti in esame, valuta, in ogni punto di calcolo, anche la concentrazione totale massima prodotta.

¹ È possibile in condizioni stabili: il meccanismo che utilizza il modello gaussiano per considerare l'orografia assume che nelle classi instabili e neutre il pennacchio superi il rilievo rimanendo più o meno alla stessa quota rispetto al suolo, mentre nelle classi stabili impatti contro l'orografia; in altre parole in condizioni stabili il pennacchio non segue l'orografia. Quindi se ci sono dei recettori che si trovano più o meno alla quota raggiunta dall'altezza efficace del pennacchio questi registreranno nelle classi stabili valori irrealistici e molto elevati di concentrazione.

2. Analisi di lungo periodo o climatologica o long term: permette di calcolare la distribuzione spaziale sul territorio delle concentrazioni dell'inquinante considerato mediato su lunghi periodi, in modo da poter considerare la variazione temporale delle grandezze meteorologiche.

L'input meteorologico è rappresentato in questo caso da funzioni chiamate Joint Frequency Functions (JFF): queste funzioni riportano, tramite frequenze di accadimento, l'aggregazione dei dati di velocità e direzione del vento per ogni classe di stabilità. Tali funzioni per la stazione di Capo Vado sono riportate nell'Allegato D.5.

Per la valutazione dei carichi ambientali indotti dalle emissioni dell'impianto sulla qualità dell'aria, sono stati forniti al modello i dati meteorologici relativi alla velocità e direzione del vento, alle classi di stabilità atmosferica, la temperatura ambiente e l'altezza dello strato di inversione termica.

Infine, per l'esecuzione delle simulazioni, il modello richiede diversi dati di input sintetizzati nella seguente tabella:

| Dato | Caratteristiche fondamentali del dato |
|-----------|---|
| Sorgente | Tipologia |
| | Localizzazione |
| | Diametro camino |
| | Altezza camino |
| | Quota base del camino s.l.m. |
| | Rugosità superficiale |
| | Emissione totale |
| | Temperatura fumi in uscita |
| | Velocità di efflusso |
| | Deposizione umida (solo per le polveri) |
| | Dati meteoroclimatici |
| | Direzione e velocità del vento |
| | Temperatura dell'aria ambiente |
| | Altezza dello strato di inversione |
| Ricettori | Localizzazione |
| | Altezza |
| Orografia | |

Tab. 5.1.2 – Definizione degli input al modello di calcolo.

Nell'ambito di questo studio, tutte le simulazioni sono state svolte considerando costante la presenza di inversione termica che limita verticalmente l'espansione del pennacchio. Non possedendo dati locali relativi a tale grandezza le simulazioni sono state svolte utilizzando i dati di default del modello di simulazione. I valori assunti per ogni classe di stabilità sono:

- A=1500 m
- B=1500 m
- C=1000 m
- D=500 m
- E=10000 m
- F+G=10000 m

Per quanto riguarda gli altri parametri meteorologici, che costituiscono un dato indispensabile e preliminare per una corretta valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria indotto dall'esercizio dell'impianto, si rimanda a quanto riportato ai precedenti paragrafi.

In ultimo sono stati inseriti nel modello dati relativi all'orografia che caratterizza il territorio (area di calcolo del modello). Il dominio di calcolo è stato scelto in base alle caratteristiche del territorio e delle emissioni previste ed è costituito da un quadrato di 20 km di lato.

5.2 Dati emissivi dell'impianto

Al fine di quantificare il potenziale impatto sulla componente atmosferica generato dalla presenza dell'opera e quindi verificarne la compatibilità ambientale, sono state analizzate le emissioni degli NOx, delle polveri e di SO₂ che sono i composti inquinanti quantitativamente più importanti.

La configurazione autorizzata comprende le Unità 3 e 4 alimentate a carbone, il cui scarico dei fumi avviene attraverso un camino alto 200m e la sezione a ciclo combinato alimentata a gas naturale con 2 camini affiancati alti 90m.

Le portate di emissioni inquinanti dei gruppi 3 e 4 sono state calcolate prendendo in considerazione il D.P.R. 416/2001, riferimento legislativo utilizzato nella Centrale di Vado Ligure per il calcolo delle portate massiche di SO₂, NOx e polveri ai fini della predisposizione delle comunicazioni annuali all'APAT e per la determinazione dell'ammontare della tassa sulle emissioni di SO₂ e NOx.

| Anno | SO ₂ [t/a] | Polveri [t/a] | NOx [t/a] |
|------|-----------------------|---------------|-----------|
| 2005 | 5362 | 162 | 3012 |
| 2006 | 5811 | 158 | 3153 |

Tab. 5.2.1 – Emissioni relative alle sezioni 3 e 4 (anni 2005-2006)

Per l'impianto turbogas in ciclo combinato, il calcolo delle emissioni gassose si basa sui dati della tabella successiva. La portata fumi per la sezione a ciclo combinato è stata desunta dal provvedimento prot. DSA/2005/009077 del 11/04/2005, con il quale Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio indicava un valore pari a 3.800.000 Nm³/h. Il calcolo delle portate massiche, per la sezione a ciclo combinato, porta pertanto ai seguenti valori.

| Parametro | Concentrazione [mg/Nm ³] | Portate massiche [t/a] |
|-----------------|--------------------------------------|------------------------|
| SO ₂ | tracce | tracce |
| Polveri | tracce | tracce |
| NOx | 40 | 1332 |

Tab. 5.2.2 – Dati emissivi del ciclo combinato

In Appendice A si riportano le simulazioni grafiche ottenute con il modulo "MMS – Analisi Grafica" del codice di simulazione WinDimula 2.

5.3 Qualità dell'aria

Ai fini di un confronto con gli standard di qualità dell'aria (SQA) si riporta di seguito la situazione della qualità dell'aria sul territorio.

La Centrale gestisce una Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria (RRQA) costituita da una serie di postazioni per la misura in continuo delle concentrazioni al suolo di SO₂, NO₂ e polveri, disposte sul territorio circostante la Centrale in un raggio di circa 10 chilometri, da postazioni per la rilevazione dei dati meteorologici e dal sistema di raccolta ed elaborazione dati. La RRQA consente l'acquisizione di una serie di dati chimico-meteorologici tale da monitorare la qualità dell'aria, tenendo conto dei contributi di tutte le fonti di emissione, sul territorio circostante la Centrale.

Le postazioni di rilevamento dei parametri chimici sono 7 (vedi figura 5.3.1), dislocate nelle località di Monte Ciuto, Termine, Bocca D'Orso, Capo Vado 2, Acquedotto, Ciade e Monte San Giorgio. In località Capo Vado è inoltre installata una postazione per la misura dei principali parametri meteorologici, identificata in planimetria con la sigla "A" (Capo Vado 1).

Ciascuna postazione trasmette i dati in Centrale e dal Centro Raccolta ed Elaborazioni Dati, questi vengono ritrasmessi in tempo reale al Centro Operativo Provinciale (COP) di Savona.

Dal 1/1/2005 sono entrati in vigore i nuovi limiti per la qualità dell'aria, definiti dal DM Ambiente n. 60 del 2/4/2002, e la Centrale ha provveduto ad adeguare il sistema di elaborazione dati per consentire il monitoraggio delle immissioni secondo i nuovi limiti.



Fig. 5.3.1: (Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria)

Nella tabella seguente sono riportati i dati di consuntivo degli anni 2005 e 2006 registrati dalle postazioni di rilevamento della qualità, confrontati con i limiti di legge.

| ANNO 2005 | SO ₂ µg/m ³ | SO ₂ | SO ₂ | NO ₂ µg/m ³ | NO ₂ | Polveri totali µg/m ³ |
|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--|--------------------------------------|--|-------------------------------------|
| | Media annuale | N°superi media giornaliera | N°superi media oraria | Media annuale | N°superi media oraria | Media annuale |
| CAPO VADO 2 | 9 | 0 | 0 | 13 | 0 | 31 |
| CIADE | 7 | 0 | 0 | 15 | 2 | 28 |
| ACQUEDOTTO | 4 | 0 | 0 | 19 | 0 | 37 |
| TERMINE | 6 | 0 | 0 | 11 | 0 | 23 |
| BOCCA D'ORSO | 6 | 0 | 0 | 17 | 0 | 39 |
| MONTE CIUTO | 7 | 0 | 0 | 8 | 0 | 24 |
| MONTE S.GIORGIO | 5 | 0 | 0 | 9 | 0 | 14 |
| Limite di legge | 20 µg/m ³ | Max 3 superi di 125 µg/m ³ | Max 24 superi di 350 µg/m ³ | 40 µg/m ³ | Max 18 superi di 200 µg/m ³ | n.a. |

| ANNO 2006 | SO ₂ µg/m ³ | SO ₂ | SO ₂ | NO ₂ µg/m ³ | NO ₂ | Polveri totali µg/m ³ |
|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--|--------------------------------------|--|-------------------------------------|
| | Media annuale | N°superi media giornaliera | N°superi media oraria | Media annuale | N°superi media oraria | Media annuale |
| CAPO VADO 2 | 9 | 0 | 0 | 11 | 0 | 35 |
| CIADE | 8 | 1 | 15 | 15 | 0 | 30 |
| ACQUEDOTTO | 4 | 0 | 0 | 20 | 0 | 35 |
| TERMINE | 5 | 0 | 0 | 10 | 0 | 26 |
| BOCCA D'ORSO | 8 | 0 | 0 | 17 | 0 | 41 |
| MONTE CIUTO | 7 | 0 | 0 | 16 | 0 | 26 |
| MONTE S.GIORGIO | 5 | 0 | 0 | 7 | 0 | 18 |
| Limite di legge | 20 µg/m ³ | Max 3 superi di 125 µg/m ³ | Max 24 superi di 350 µg/m ³ | 40 µg/m ³ | Max 18 superi di 200 µg/m ³ | n.a. |

Tab. 5.3.2: Valori di qualità dell'aria negli anni 2005-2006

I valori registrati tengono conto del contributo tutte le sorgenti emissive presenti ad oggi sul territorio, comprese le esistenti sezioni a carbone (VL3 e VL4), senza che il ciclo combinato sia ancora in funzione.

Ad oggi per tutte le centraline di misura e per tutti i parametri analizzati risulta rispettato il criterio $L_F < SQA$.

Come visibile dalla tabella 5.2.2. con l'entrata in funzione del ciclo combinato si avrà un incremento apprezzabile del solo parametro relativo agli ossidi di azoto, che comunque ad oggi è ampiamente al di sotto del limite di legge, con valori di qualità dell'aria per polveri e SO₂ che, nella sostanza, rimarranno invariati.

Nelle simulazioni perciò particolare attenzione è stata riservata agli ossidi di azoto, al fine di poter calcolare i valori di C_A (Contributo Aggiuntivo dovuto all'impianto oggetto di richiesta di autorizzazione) ed i valori di L_F (Livello Finale d'inquinamento) e di confrontarli quindi con i valori di SQA (Standard Qualità Ambientale).

Per SO_x e polveri, la cui situazione non cambierà in futuro e per i quali i valori registrati rappresentano come detto i valori di L_F, sono state comunque valutate le ricadute dell'impianto sulla qualità dell'aria attuale e verificare quindi che $C_A \ll SQA$.

6 Conclusioni e confronto con gli SQA

L'analisi compiuta evidenzia che gli incrementi delle concentrazioni al suolo dovuti alla centrale sono modesti, con picchi di concentrazione che mostrano una notevole influenza della morfologia dell'area, con concentrazioni più elevate in corrispondenza dei rilievi posti lungo le direzioni di prevalenza dei venti. I valori di ricaduta al suolo comunque sono sempre ampiamente inferiori ai limiti imposti dalla normativa di settore.

Le simulazioni sono state effettuate sia con il "modello climatologico", sia con il modello "short term" in modo da valutare gli impatti sia sul lungo periodo (medie annuali), sia sul breve periodo (valori orari).

Nel primo caso è stato possibile, pertanto, valutare gli effetti a lungo termine degli inquinanti emessi, nel secondo caso è stato possibile, invece, valutare gli episodi acuti di inquinamento. In entrambi i casi l'analisi relativa al biossido di azoto è stata compiuta assumendo, cautelativamente, che la totalità degli NO_x emessi sia costituita da biossido di azoto (NO_2).

Infine i risultati ottenuti sono stati confrontati con i limiti previsti dalla normativa vigente (DM 60/2002) e con i valori di qualità dell'aria.

Le risultanze grafiche di tali simulazioni sono riportate in appendice.

6.1 Analisi climatologia di lungo periodo

(NO_2 - NO_x) – Media annua

Le simulazioni hanno valutato l'apporto inquinante medio durante l'anno ed individuato il punto massimo di ricaduta a terra.

L'analisi compiuta evidenzia come su tutta l'area vasta, gli incrementi delle concentrazioni attese al suolo per gli NO_x a seguito dell'esercizio della centrale e dell'entrata in funzione dell'unità a ciclo combinato siano modesti, con picchi di concentrazione che mostrano una notevole influenza della morfologia dell'area, con concentrazioni più elevate in corrispondenza dei rilievi e lungo la direzione di maggiore prevalenza dei venti.

Le Tavole A1 ed A2 mostrano come l'apporto massimo di concentrazione di NO_x al suolo (1,5 m sul piano di campagna) su base annua per l'intero impianto (sezioni 3, 4 e ciclo combinato) sia inferiore ai $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($2,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 2005 e $2,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 2006) valori che si verificano nelle immediate vicinanze a sud del sito presso Capo Vado, nei pressi della centralina di Capo Vado 2.

Il valore risulta contenuto sia rispetto al valore limite per la salvaguardia della salute umana pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sia rispetto al valore limite annuale per la protezione degli ecosistemi pari a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, limiti entrambi dettati dal D.M. 60/2002.

Operando un confronto con i valori registrati presso le stazioni di rilevamento della qualità dell'aria, emerge inoltre che l'apporto sulla qualità dell'aria della zona dovuto alla centrale esistente e quello dovuto al nuovo ciclo combinato siano modesti, e come altre fonti emissive (altre industrie, traffico, etc.) partecipino a definire fortemente lo stato attuale.

Nella tabella seguente sono stati calcolati i livelli di qualità dell'aria complessivi previsti presso le postazioni di rilevamento della qualità dell'aria, operando la somma tra i valori registrati nel 2005/2006 e i valori simulati dal modello per il solo ciclo combinato. L'apporto dovuto al solo ciclo combinato, per il quale cautelativamente l'emissione di NO_2 è stata assunta pari alla produzione di NO_x , (vedere Tavole A3 ed A4) si attesta su valori inferiori ai $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Come si può facilmente osservare il contributo calcolato alle stazioni di campionamento non genera sostanziali cambiamenti sullo stato di qualità dell'aria, con incrementi minimi rispetto alla situazione attuale.

| Postazione | Valori misurati alle centraline (con unità 3 e 4 in funzione) | Apporto unità ciclo combinato (da simulazione WD2) | CA (contributo centrale da modello simulazione WD2) | LF (somma dei valori misurati e dell'apporto del ciclo combinato simulato) | |
|------------|---|--|---|--|----------------------|
| | NO ₂ µg/m ³ | Ossidi d'azoto µg/m ³ | Ossidi d'azoto µg/m ³ | NO ₂ µg/m ³ | |
| | Media annuale | Media annuale | Media annuale | Media annuale | |
| 2005 | CAPO VADO 2 | 13 | 0.7 | 1.5 | 13.7 |
| | CIADE | 15 | 0.4 | 0.4 | 15.4 |
| | ACQUEDOTTO | 19 | 0.1 | 0.4 | 19.1 |
| | TERMINE | 11 | 0.4 | 1.1 | 11.4 |
| | BOCCA D'ORSO | 17 | 0.2 | 1.1 | 17.2 |
| | MONTE CIUTO | 8 | 0.6 | 1.1 | 8.6 |
| | MONTE S.GIORGIO | 9 | 0.2 | 0.5 | 9 |
| 2006 | CAPO VADO 2 | 11 | 0.6 | 0.9 | 11.6 |
| | CIADE | 15 | 0.3 | 0.4 | 15.3 |
| | ACQUEDOTTO | 20 | 0.1 | 0.2 | 20.1 |
| | TERMINE | 10 | 0.6 | 1.4 | 10.6 |
| | BOCCA D'ORSO | 17 | 0.2 | 0.7 | 17.2 |
| | MONTE CIUTO | 16 | 0.5 | 1.5 | 16.5 |
| | MONTE S.GIORGIO | 7 | 0.2 | 0.6 | 7.2 |
| | Limite di legge | 40 µg/m ³ | | | 40 µg/m ³ |

Tab. 6.1.1: NO_x - Valutazione dei livelli di C_A e L_F per gli anni 2005-2006

Risultano quindi verificati entrambi i criteri:

C_A << SQA

L_F < SQA

SO₂ – Media annua

Tale simulazione è stata compiuta allo scopo di quantificare l'apporto dato dalle emissioni della centrale ai livelli di qualità dell'aria registrati dalle centraline presenti sul territorio. Nella simulazione sono state considerate solo le emissioni di SO₂ delle unità VL3 e VL4. Come già detto infatti l'entrata in funzione dell'unità a ciclo combinato non aumenterà i quantitativi di SO₂ emessi dalla centrale.

La simulazione effettuata, di cui è riportata la rappresentazione grafica nelle Appendici A7 e A8, mostra valori di ricaduta di SO₂ modesti in tutta l'area attorno all'impianto, con un valore di picco rilevato a nord-ovest della centrale a circa 4-5 km di distanza pari a circa 2,2 µg/m³ nel 2005 e 2,86 nel 2006.

Nella tabella seguente sono analizzati i contributi della centrale (C_A) e i livelli finali d'inquinamento (L_F) confrontati con i limiti imposti dalla normativa per l'SO₂, nei punti dove sono posizionate le centraline per il rilevamento della qualità dell'aria (rif. Fig.5.3.1).

L'apporto della centrale risulta minimo ed allineato con quanto riportato nelle linee guida per la compilazione della richiesta di AIA in relazione al livello di qualità ambientale SQA, al contributo dell'impianto C_A ed al livello finale d'inquinamento dell'area L_F.

Risultano quindi verificati entrambi i criteri:

C_A << SQA

L_F < SQA

| Postazione | | LF - Valori misurati alle centraline (con unità 3 e 4 in funzione) | CA (contributo centrale da modello simulazione WD2) |
|-----------------|-----------------|--|---|
| | | SO ₂ µg/m ³ | SO ₂ µg/m ³ |
| | | Media annuale | Media annuale |
| 2005 | CAPO VADO 2 | 9 | 1,7 |
| | CIADE | 7 | 0,4 |
| | ACQUEDOTTO | 4 | 0,6 |
| | TERMINE | 6 | 1,1 |
| | BOCCA D'ORSO | 6 | 1,1 |
| | MONTE CIUTO | 7 | 0,7 |
| | MONTE S.GIORGIO | 5 | 0,6 |
| 2006 | CAPO VADO 2 | 9 | 2 |
| | CIADE | 8 | 0,2 |
| | ACQUEDOTTO | 4 | 0,1 |
| | TERMINE | 5 | 0,5 |
| | BOCCA D'ORSO | 8 | 0,3 |
| | MONTE CIUTO | 7 | 0,8 |
| | MONTE S.GIORGIO | 5 | 0,6 |
| Limite di legge | | 20 µg/m ³ | 20 µg/m ³ |

Tab. 6.1.2: SO₂ - Valutazione dei livelli di C_A e L_F per gli anni 2005-2006

Polveri – Media annua

Analogamente a quanto fatto per l'SO₂, anche per le polveri è stata effettuata una simulazione delle ricadute medie annue sul territorio dovute all'emissioni delle unità a carbone VL3 e VL4. Nella simulazione, riportata in appendice A5, a scopo cautelativo, si è considerata l'emissione di polveri totali dell'impianto, senza valutare separatamente le ricadute del PM10 (a cui sono riferiti i valori limite fissati dal D.M. 60/2002).

Grazie alla ridotta emissione di polveri della centrale (rif. Tab.5.2.1.), dovuta in buona parte ai miglioramenti tecnologici ed all'ambientalizzazione delle unità VL3 e VL4 effettuata nel recente passato, le ricadute al suolo di polveri legate alla centrale (vedere App.A9 ed App.A10) risultano minime e di importanza secondaria rispetto ai valori registrati dalle centraline di monitoraggio. Come visibile anche dalla seguente tabella, risultano ampiamente rispettati i livelli di SQA e i criteri di accettabilità.

| Postazione | | LF - Valori misurati alle centraline (con unità 3 e 4 in funzione) | C _A (contributo centrale da modello simulazione WD2) |
|------------|-----------------|--|---|
| | | Polveri µg/m ³ | Polveri µg/m ³ |
| | | Media annuale | Media annuale |
| 2005 | CAPO VADO 2 | 31 | 0,07 |
| | CIADE | 28 | 0,02 |
| | ACQUEDOTTO | 37 | 0,02 |
| | TERMINE | 23 | 0,04 |
| | BOCCA D'ORSO | 39 | 0,05 |
| | MONTE CIUTO | 24 | 0,06 |
| | MONTE S.GIORGIO | 14 | 0,05 |

| Postazione | | LF - Valori misurati alle centraline (con unità 3 e 4 in funzione) | CA (contributo centrale da modello simulazione WD2) |
|------------|-----------------|--|---|
| | | Polveri $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Polveri $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| | | Media annuale | Media annuale |
| 2006 | CAPO VADO 2 | 35 | 0,1 |
| | CIADE | 30 | 0,01 |
| | ACQUEDOTTO | 35 | 0,02 |
| | TERMINE | 26 | 0,03 |
| | BOCCA D'ORSO | 41 | 0,03 |
| | MONTE CIUTO | 26 | 0,05 |
| | MONTE S.GIORGIO | 18 | 0,03 |

Tab. 6.1.3: Polveri - Valutazione dei livelli di C_A e L_F per gli anni 2005-2006

6.2 Analisi di breve periodo o “short term”

Oltre all'analisi climatologica è stata condotta un'analisi atta a verificare le conseguenze dell'esercizio della centrale nel breve periodo, mediante una strutturata serie di simulazioni con valori orari con il modulo “short term” di WinDimula 2. Tale simulazione è stata condotta per gli ossidi d'azoto, verificando le condizioni attese più critiche e confrontandole con i limiti imposti dalla normativa.

Tale tipologia di analisi non è stata svolta per l' SO_2 e le polveri, i cui valori di emissione non aumenteranno con l'entrata in funzione del ciclo combinato e per i quali le centraline di monitoraggio della qualità dell'aria hanno fatto registrare valori in linea con la normativa di settore (per approfondimenti si rimanda al par. 5.3).

(NO_2) – Verifica del limite imposto dal D.M. 60/2002

Il DM 60/2002 fissa a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il valore limite orario di NO_2 per la protezione della salute umana da non superarsi più di 18 volte per anno civile.

Nelle Tavole A5 ed A6 sono rappresentati i valori più alti di concentrazione al suolo di NO_x prodotti dalla centrale che si verificano con tale frequenza di accadimento (99,8° percentile), ottenuti grazie al modulo di postprocessione del modello di simulazione.

I valori che si registrano sono in generale di modesta entità ed ampiamente inferiori ai limiti di legge, con valori di concentrazione più alti solo sui rilievi posti a nord dell'impianto, con punte di concentrazione massime di $93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 2005 e $95,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 2006.

Nelle aree non caratterizzate da orografia complessa, ed in generale contraddistinte dalla presenza di insediamenti di una certa importanza (p.e. Savona, Vado Ligure, Quiliano), la concentrazione di NO_2 risulta molto contenuta, con valori che tendono ad annullarsi entro pochi km di distanza dalla centrale.

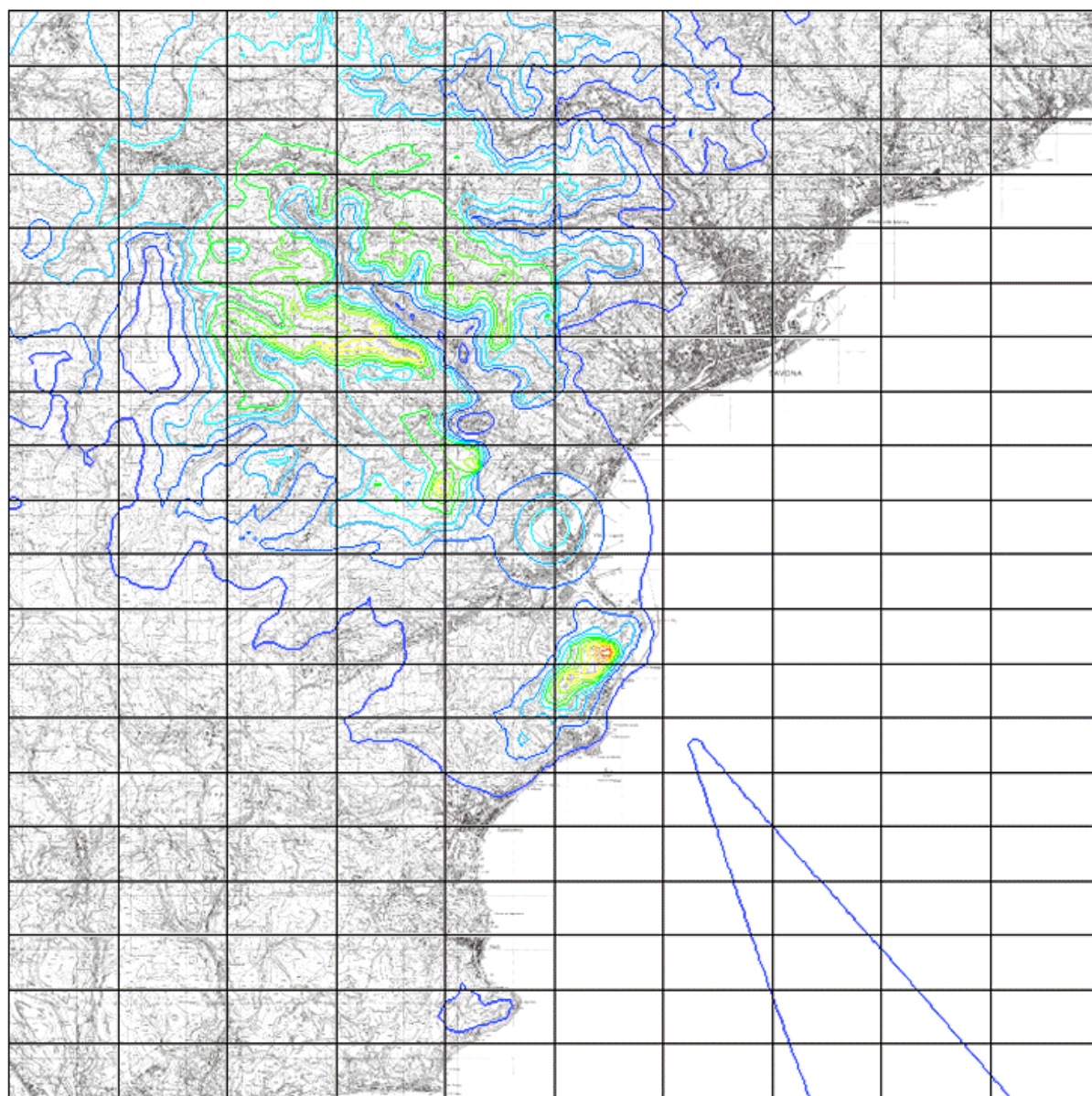
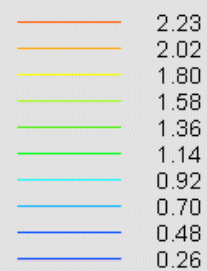
Un'analisi più approfondita mostra come nei pressi della centralina di qualità dell'aria di Ciade (n.6 nella figura 5.3.1), dove nel 2005 si erano verificati due superamenti del limite di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la simulazione ha indicato come l'apporto della centrale è stato modesto attestandosi su valori di 99,8 percentile (ovvero i valori più alti che si verificano per 18 volte l'anno) attorno $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Appendice A - Rappresentazioni grafiche

Appendice A1

Simulazione delle ricadute al suolo di inquinanti
NOx - Valore medio annuo ($\mu\text{g}/\text{mc}$) / Anno 2005

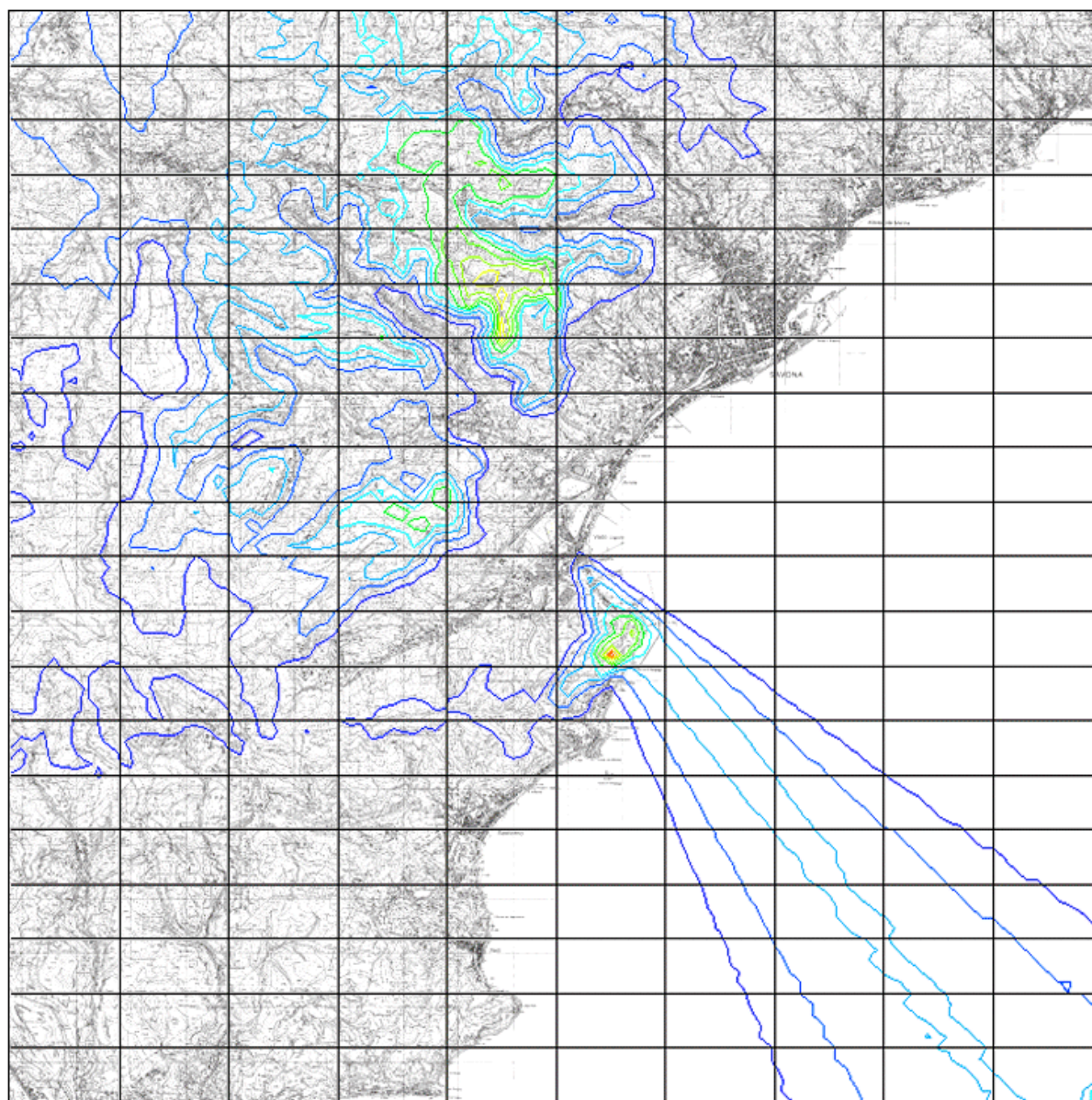
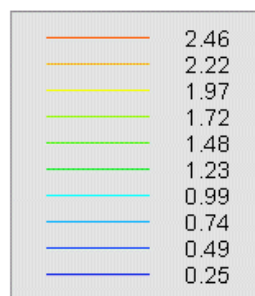
Sezioni VL3, VL4 e ciclo combinato



Appendice A2

Simulazione delle ricadute al suolo di inquinanti NOx - Valore medio annuo ($\mu\text{g}/\text{mc}$) / Anno 2006

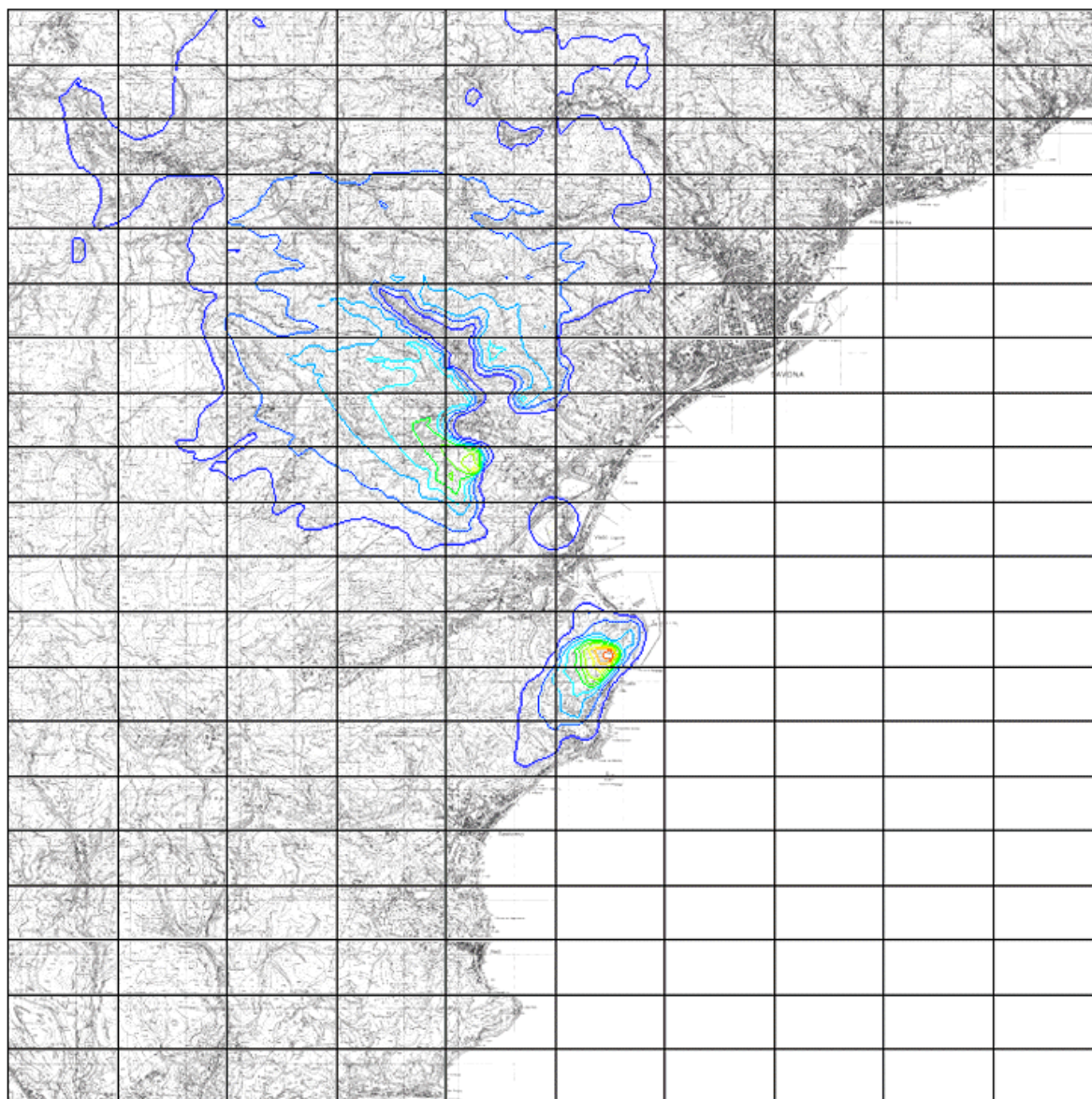
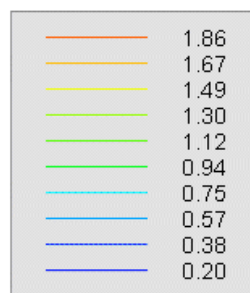
Sezioni VL3, VL4 e ciclo combinato



Appendice A3

Simulazione delle ricadute al suolo di inquinanti
NO_x - Valore medio annuo ($\mu\text{g}/\text{mc}$) / Anno 2005

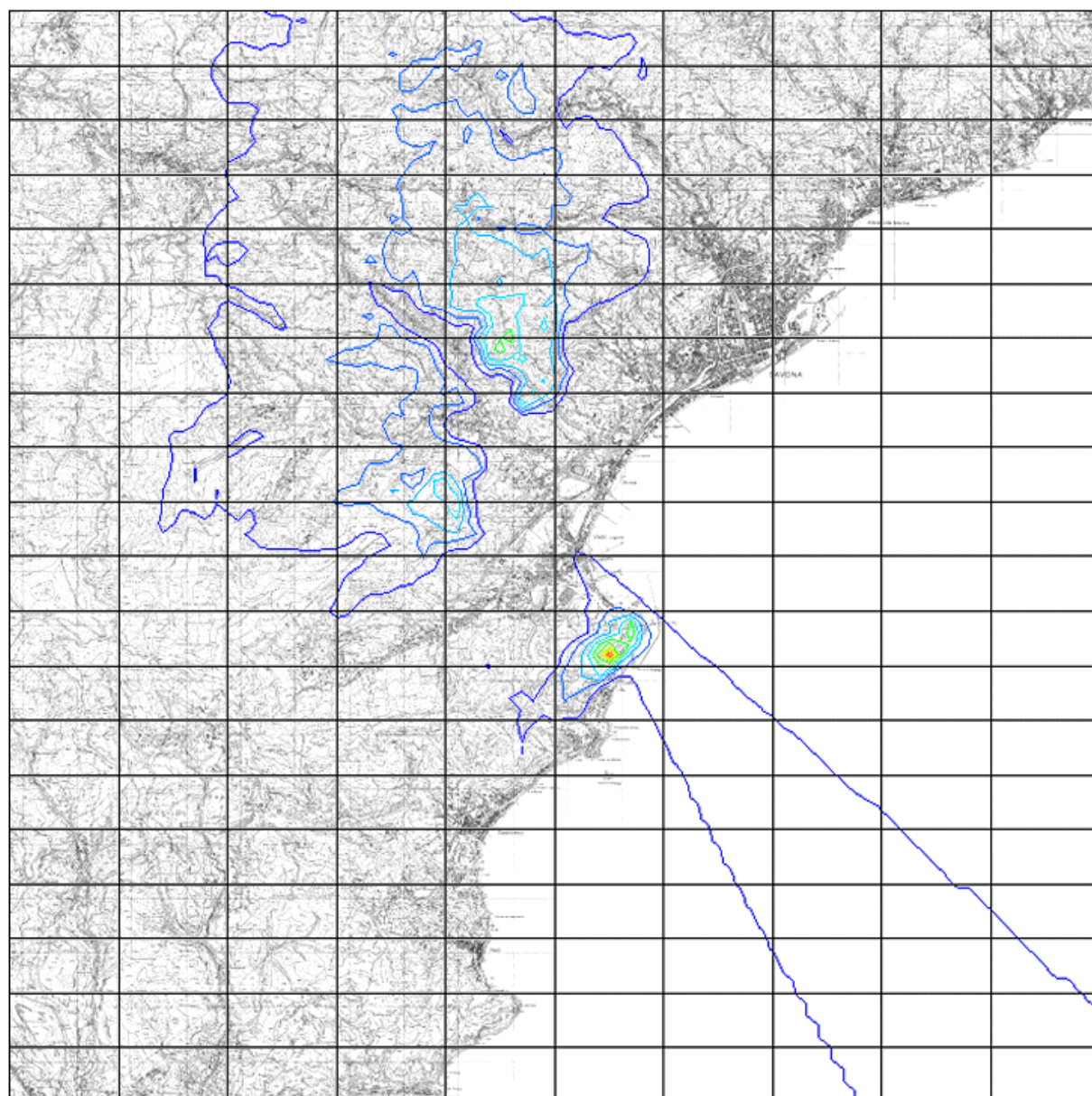
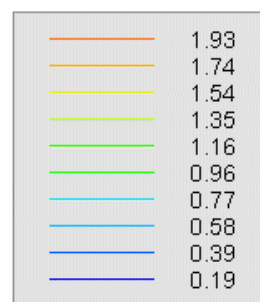
Sezione a ciclo combinato



Appendice A4

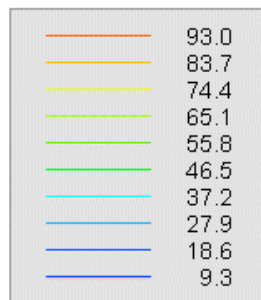
Simulazione delle ricadute al suolo di inquinanti
NOx - Valore medio annuo ($\mu\text{g}/\text{mc}$) / Anno 2006

Sezione a ciclo combinato

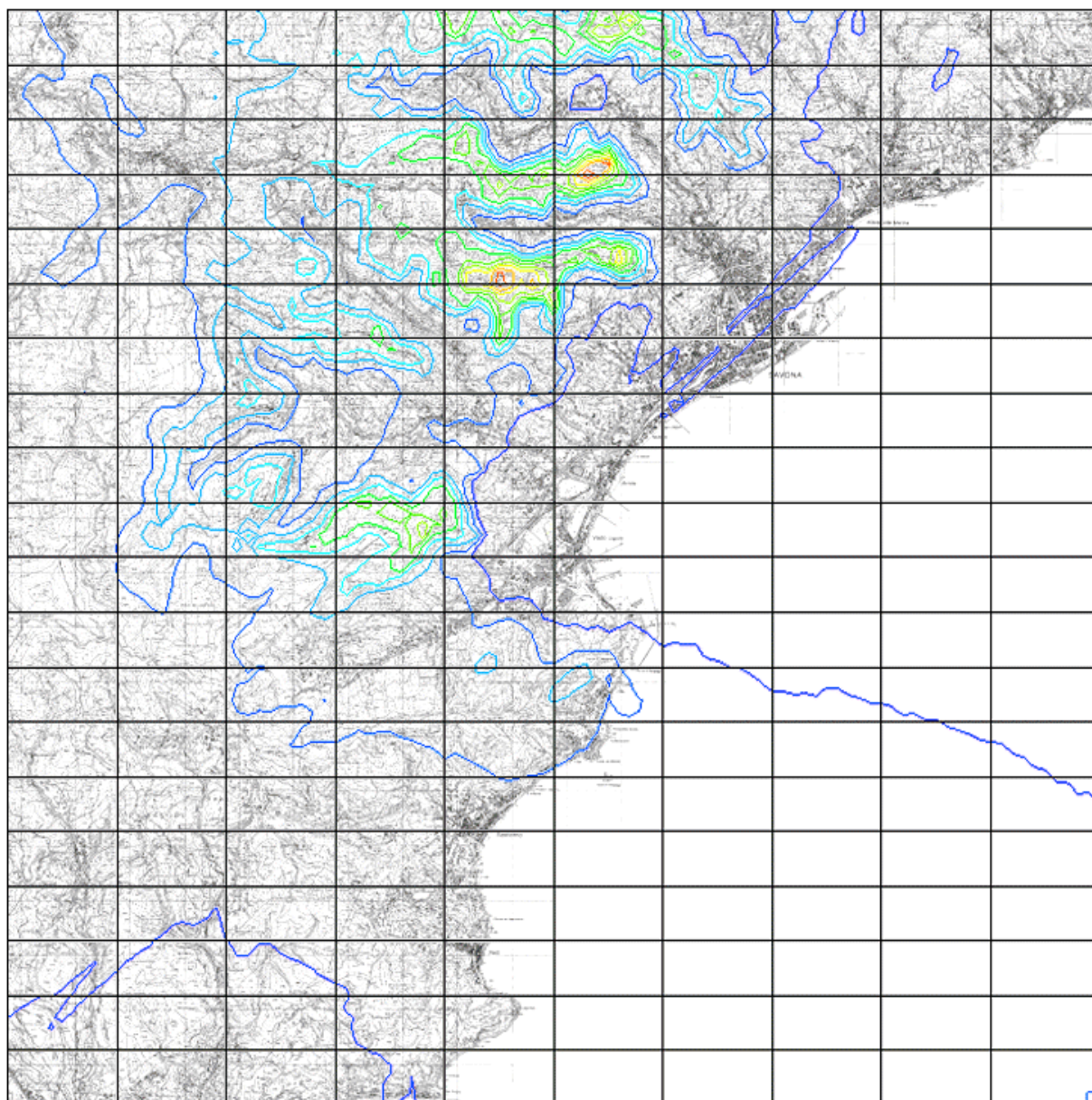


Appendice A5

Simulazione delle ricadute al suolo di inquinanti
NOx - 99,8 percentile ($\mu\text{g}/\text{mc}$) / Anno 2005
(Valori massimi che si registrano 18 volte nell'anno civile)

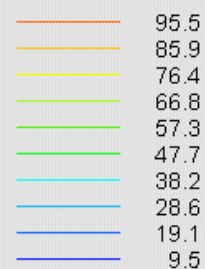


Sezione VL3, VL4 e sezione a ciclo combinato

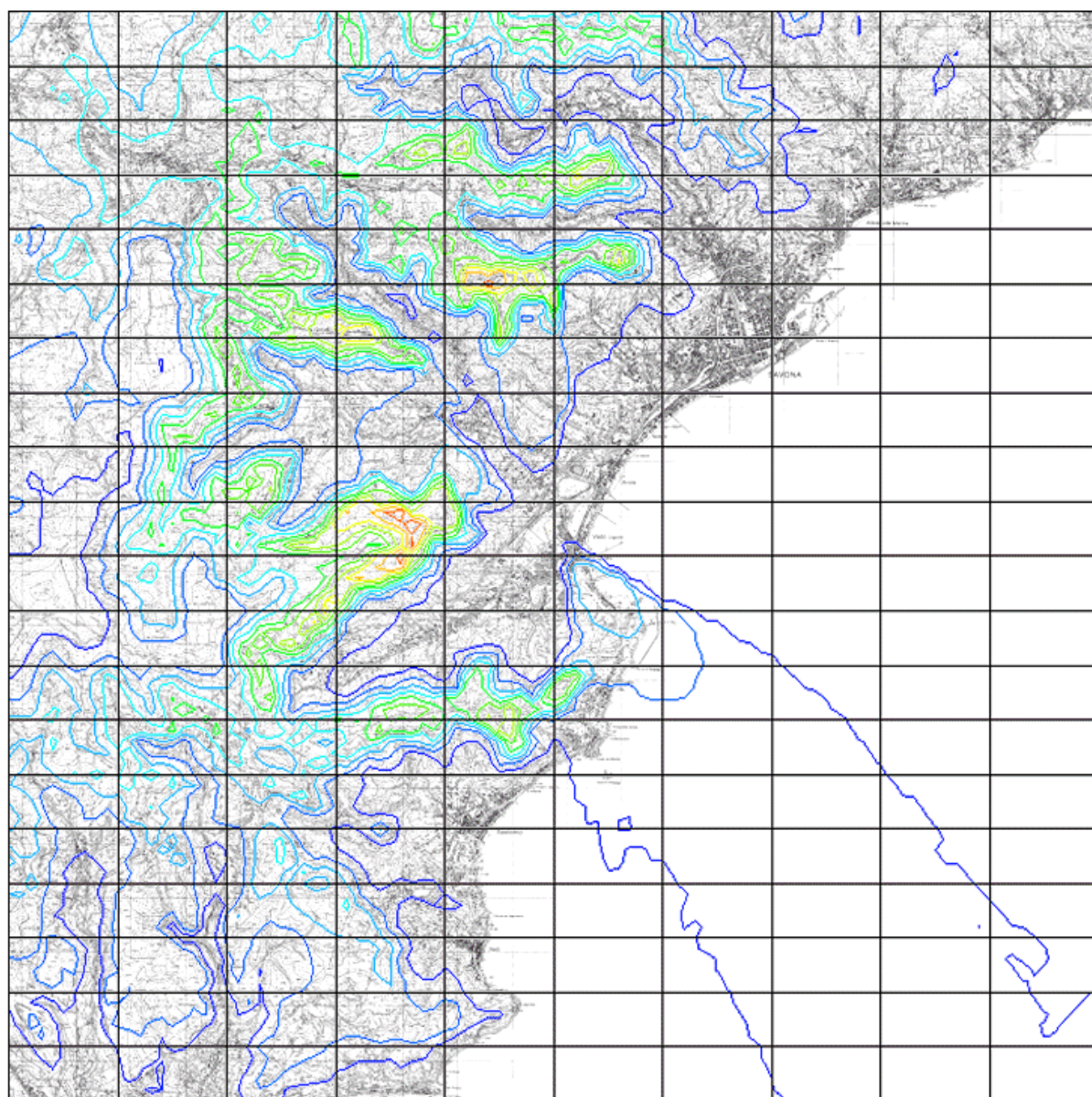


Appendice A6

Simulazione delle ricadute al suolo di inquinanti
NOx - 99,8 percentile ($\mu\text{g}/\text{mc}$) / Anno 2006
(Valori massimi che si registrano 18 volte nell'anno civile)



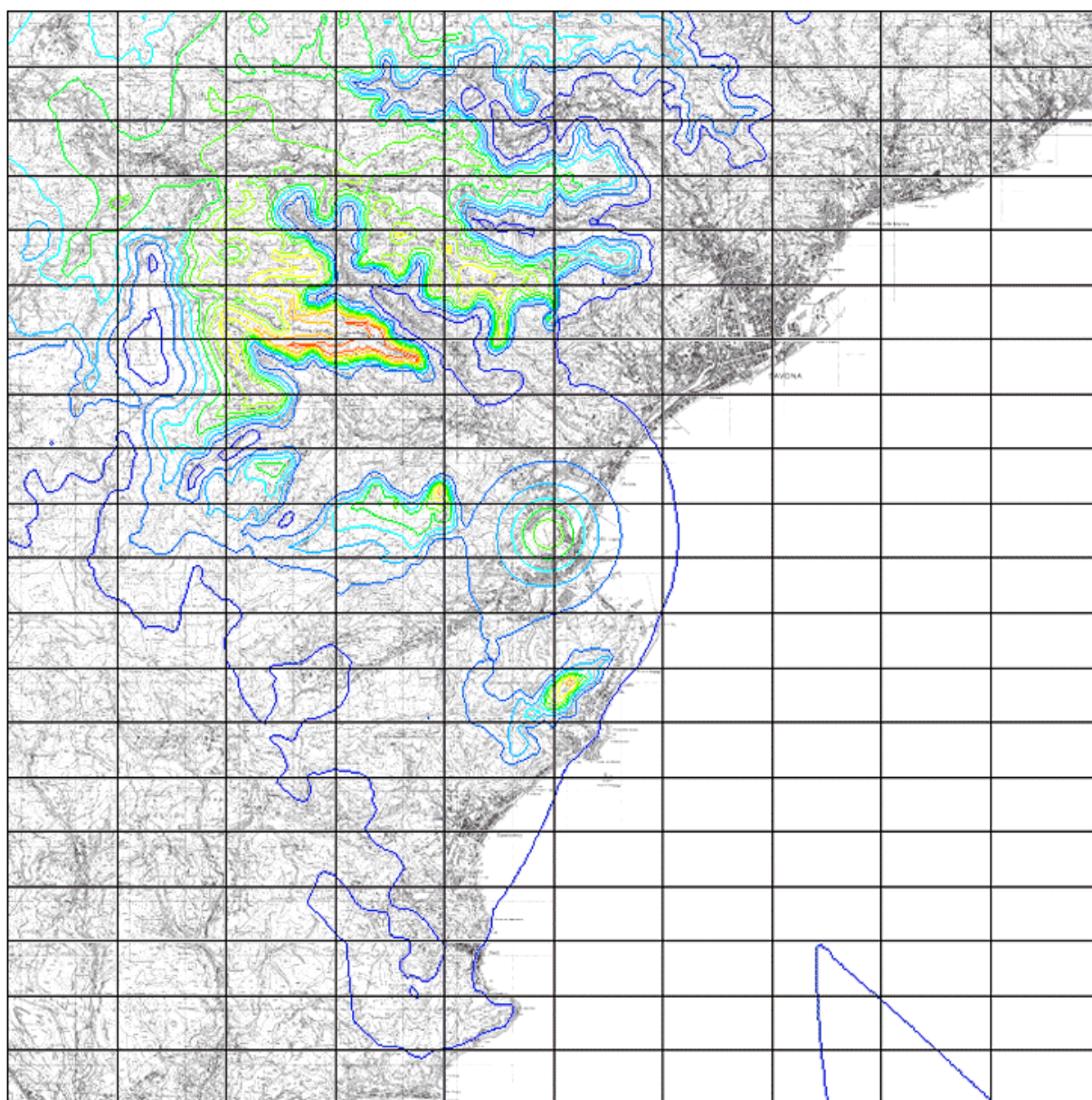
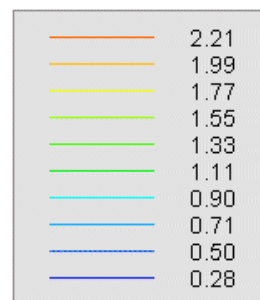
Sezione VL3, VL4 e sezione a ciclo combinato



Appendice A7

Simulazione delle ricadute al suolo di inquinanti
SO₂ - Valore medio annuo ($\mu\text{g}/\text{mc}$) / Anno 2005

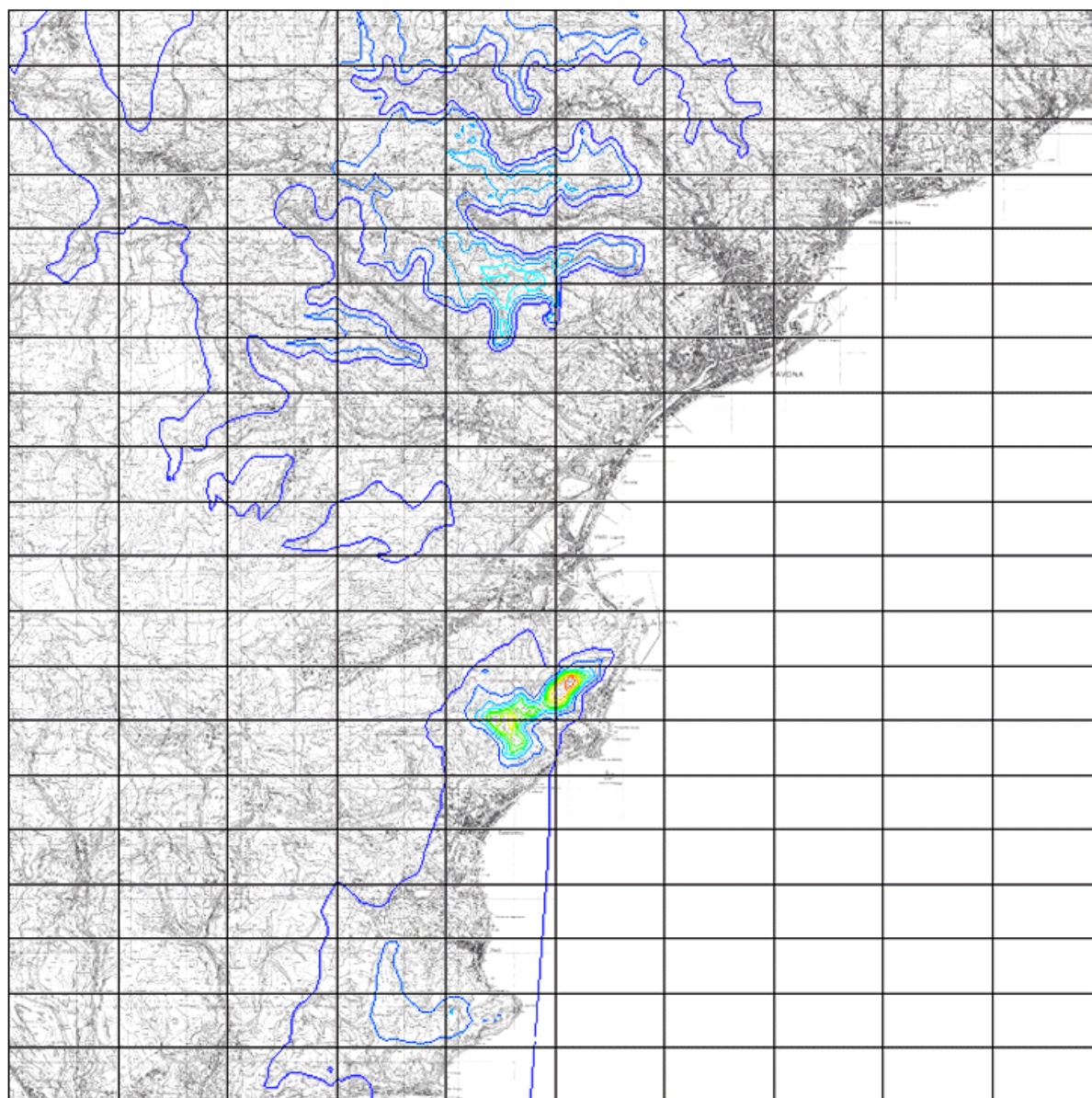
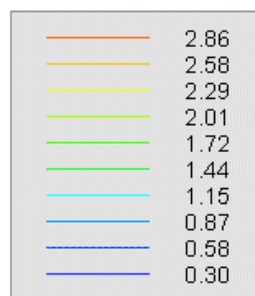
Sezione VL3 e VL4



Appendice A8

Simulazione delle ricadute al suolo di inquinanti
SO₂ - Valore medio annuo (µg/mc) / Anno 2006

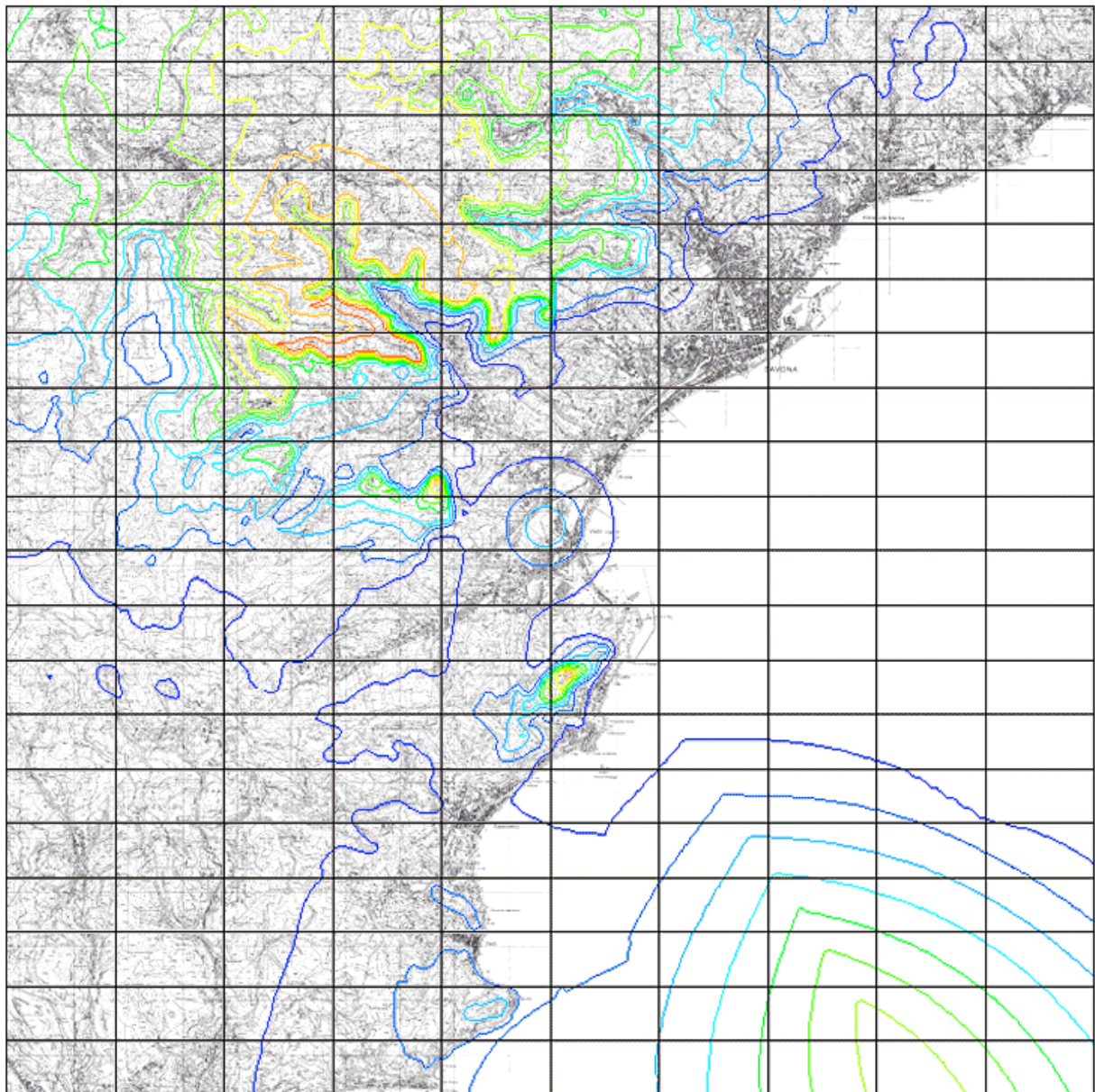
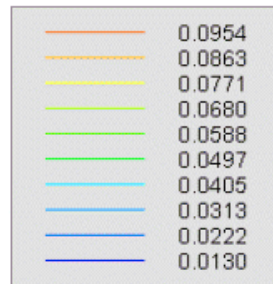
Sezione VL3 e VL4



Appendice A9

Simulazione delle ricadute al suolo di inquinanti
Polveri - Valore medio annuo ($\mu\text{g}/\text{mc}$) / 2005

Sezioni VL3 e VL4



Appendice A10

Simulazione delle ricadute al suolo di inquinanti
Polveri - Valore medio annuo ($\mu\text{g}/\text{mc}$) / 2006

Sezioni VL3 e VL4

