

	Centrale Termoelettrica di Fiume Santo Realizzazione di una Nuova Sezione a Carbone da 410 MW in Sostituzione delle Sezioni 1 e 2 <i>Documentazione Integrativa spontanea</i>	Maggio 2008
		<i>Rev.00</i>
		<i>Allegati</i>

Allegato 3.1

Aggiornamento delle Simulazioni di Dispersione
Atmosferica degli Inquinanti emessi dalla Centrale
Environ Italy Srl

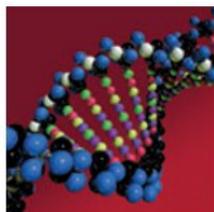
ENDESA Italia



Centrale di Fiume Santo (SS)

Chiarimenti per lo Studio di Impatto Ambientale

Aggiornamento delle Simulazioni di Dispersione Atmosferica degli Inquinanti emessi dalla Centrale



Maggio 2008

ENVIRON ITALY S.r.l.
Via Mentore Maggini, 50
00143 Roma
Tel 06.4521440
Fax 06.45214499



INDICE

1

1 INTRODUZIONE	2
1.1 MODELLO MATEMATICO DI CALCOLO DELLA DISPERSIONE IN ATMOSFERA	3
2 MODALITA' APPLICATIVE DEL MODELLO.....	6
2.1 DESCRIZIONE DEGLI SCENARI DI EMISSIONE	6
2.2 DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE SORGENTI E VALUTAZIONE DELL'EFFETTO DOWNWASH	10
2.3 PARAMETRI METEOROLOGICI.....	11
2.4 DOMINIO DI CALCOLO E MORFOLOGIA DEL TERRENO	11
2.5 RICETTORI CONSIDERATI	13
3 VALIDAZIONE DEL MODELLO ED ANALISI DELLO SCENARIO ATTUALE	14
3.1 CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI	16
RISULTATI DI SHORT-TERM: CONCENTRAZIONI MASSIME GIORNALIERE E MASSIME ORARIE	21
3.1.1 Concentrazioni Massime Giornaliere.....	21
3.1.2 Concentrazioni Massime Orarie	23
3.2 DISTRIBUZIONE DELLE CONCENTRAZIONI AL SUOLO	31
3.3 CONCLUSIONI INERENTI LA VALIDAZIONE DEL MODELLO.....	32
4 SCENARI FUTURI	33
4.1 CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI	33
4.2 RISULTATI DI SHORT-TERM: CONCENTRAZIONI MASSIME GIORNALIERE E MASSIME ORARIE.....	39
4.2.1 Concentrazioni Massime Giornaliere.....	39
4.2.2 Concentrazioni Massime Orarie	42
4.2.3 Concentrazioni Medie nelle 8 Ore	45
4.3 RISULTATI PER I MICROINQUINANTI	46
4.4 DISTRIBUZIONE DELLE CONCENTRAZIONI AL SUOLO	54
4.5 CONCLUSIONI	55



1 INTRODUZIONE

La presente relazione è stata predisposta conseguentemente alla necessità di un aggiornamento delle simulazioni di dispersione atmosferica presentate nello Studio di Impatto Ambientale (SIA) della Centrale di Fiume Santo (SS). L'aggiornamento è presentato a seguito della riunione con il gruppo istruttore avvenuta il 6/05/08.

Il presente lavoro è stato condotto da ENVIRON Italy S.r.l., con il team guidato da Marco Barlettani, attualmente facente parte di ENVIRON Italy S.r.l., in prosecuzione alle elaborazioni da lui svolte in passato mediante l'utilizzo del modello SAFEAIR II, nell'ambito del SIA della Centrale, redatto da ERM.

Le simulazioni sono state condotte per i seguenti scenari emissivi della Centrale:

- Scenario Attuale, composto dalle seguenti sorgenti di emissione:
 - Gruppi 1-2 a Olio Combustibile Denso (OCD);
 - Gruppi 3-4 a carbone;
 - Gruppo Turbogas TGE a gasolio;
 - Gruppo Turbogas TGG a gasolio.
- Scenario Futuro 1, proposto da ENDESA e composto dalle seguenti sorgenti di emissione:
 - Gruppi 3-4-5 a carbone;
 - Gruppo Turbogas TGE a gasolio;
 - Gruppo Turbogas TGG a gasolio.
- Scenario Futuro 2, composto dalle seguenti sorgenti di emissione:
 - Gruppi 4-5 a carbone;
 - Gruppo Turbogas a Ciclo Combinato (TG_CC) a metano;
 - Gruppo Turbogas TGE a gasolio;
 - Gruppo Turbogas TGG a gasolio.

Si sottolinea che allo stato attuale, in Sardegna non è presente la rete di alimentazione del gas metano e che quindi lo *Scenario Futuro 2* è subordinato alla predisposizione e alla disponibilità della rete presso Fiume Santo. A tale proposito, ENDESA ha stipulato un Protocollo di Intesa con la Regione Sardegna che prevede la richiesta di autorizzazione per l'utilizzo del gas nell'impianto entro un massimo di cinque anni dal momento in cui tale combustibile sarà disponibile presso la Centrale di Fiume Santo.

Le simulazioni degli scenari futuri sono state condotte in continuità con quanto già svolto per lo scenario attuale nell'ambito dell'integrazione all'Istanza di Autorizzazione integrata Ambientale presentata nello scorso Aprile 2008. Pertanto il lavoro è stato condotto mediante l'utilizzo del Codice AERMOD diversamente da quanto utilizzato nell'ambito del SIA (ossia il modello SAFEAIR II).

Il codice di calcolo AERMOD della US EPA (*Environmental Protection Agency* - Agenzia di protezione ambientale degli Stati Uniti) è il *regulatory code* negli Stati Uniti, cioè



l'unico codice che può essere utilizzato, secondo la legislazione vigente in tale paese, per le fasi autorizzative di Centrali e ed altri impianti di combustione. Il codice è molto robusto e lascia pochissimi margini di variazione delle modalità di calcolo al simulatore: i risultati ottenuti da persone diverse sono quindi tra loro facilmente confrontabili.

La presente relazione è costituita dalle seguenti sezioni:

- introduzione al documento e descrizione del codice di calcolo AERMOD impiegato per le simulazioni di dispersione atmosferica (nel seguito del presente *Capitolo 1*);
- illustrazione delle modalità applicative del modello (*Capitolo 2*) al caso specifico della Centrale di Fiume Santo con descrizione dei dati di emissione in relazione ai diversi scenari considerati, dei parametri meteorologici e degli altri dati di input e modalità di calcolo impiegati;
- presentazione dei risultati ottenuti con l'attuale configurazione emissiva della Centrale, loro commento e relative conclusioni (*Capitolo 3*);
- presentazione dei risultati ottenuti con le configurazioni emissive "*Scenario Futuro 1*" e "*Scenario Futuro 2*" della Centrale, loro commento e conclusioni (*Capitolo 4*).

1.1 MODELLO MATEMATICO DI CALCOLO DELLA DISPERSIONE IN ATMOSFERA

I modelli di dispersione atmosferica sono utilizzati per ricostruire, in maniera quantitativa, i fenomeni che determinano l'evoluzione spazio-temporale della concentrazione degli inquinanti in atmosfera.

La scelta di un modello di dispersione atmosferica da utilizzare va orientata dalle condizioni del caso specifico. In particolare tale scelta dipende da molti fattori, tra cui:

- l'effettiva qualità e disponibilità dei dati meteorologici;
- il numero di sorgenti ed inquinanti che si intendono simulare.

Si ritiene che per valutare gli effetti sulla qualità dell'aria indotti dalla presenza della centrale risulti idoneo il codice AERMOD della US EPA. Il codice AERMOD è stato sviluppato dall'*American Meteorological Society (AMS)/Environmental Protection Agency (EPA) Regulatory Model Improvement Committee (AERMIC)* come evoluzione del modello gaussiano ISC3 ed attualmente figura tra i codici più noti ed utilizzati a livello nazionale e internazionale. Tale modello è stato recentemente riconosciuto come "*regulatory*" nei protocolli EPA per la modellazione della dispersione atmosferica, in sostituzione di ISC3. L'utilizzo del codice AERMOD è raccomandato nelle "*Linee guida sui modelli di dispersione atmosferica*" dell'US EPA.

Il modello proposto è basato sull'integrazione dell'equazione differenziale di diffusione che viene ricavata dal bilancio di massa esteso ad un volume infinitesimo di aria, sotto ipotesi a contorno restrittive, come il comportamento del contaminante come fluido



incomprimibile e la diffusività molecolare del contaminante trascurabile rispetto alla turbolenza.

AERMOD è un modello di equilibrio stazionario, con plume di tipo Gaussiano modificato, che valuta la dispersione atmosferica sulla base della struttura dei livelli di turbolenza presenti nella troposfera calcolati in base ad algoritmi ed estrapolazioni che includono sia sorgenti superficiali che di quota e sia condizioni determinate della morfologia del terreno.

Qui di seguito sono elencate le maggiori caratteristiche del modello proposto, enfatizzando le differenze rispetto ai modelli tradizionali di trasporto e dispersione.

Il codice prevede la possibilità di considerare diverse tipologie di fonti emissive (puntuali, areali, volumiche) ed a ciascun tipo di sorgente fa corrispondere un diverso algoritmo per il calcolo della concentrazione. Il modello calcola il contributo di ciascuna sorgente nel dominio d'indagine, in corrispondenza di ricettori distribuiti su una griglia (definita dall'utente) o discreti e ne somma gli effetti. Poiché il modello è stazionario, le emissioni sono assunte costanti nell'intervallo temporale di simulazione (generalmente un'ora).

Il codice consente di effettuare due tipi di simulazioni:

- *"short term"*: fornisce concentrazioni medie orarie o giornaliere e quindi a breve termine, 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 e quindi a lungo termine.

Il modello si può avvalere dell'utilizzo di due altri codici per elaborare i dati di input:

- il preprocessore meteorologico AERMET, che consente di raccogliere ed elaborare i dati meteorologici rappresentativi della zona studiata, per calcolare i parametri dispersivi dello strato limite atmosferico; esso permette pertanto ad AERMOD di ricavare i profili verticali delle variabili meteorologiche più influenti sul trasporto e dispersione degli inquinanti;
- il preprocessore orografico AERMAP, che permette di raccogliere ed elaborare le caratteristiche e l'altimetria del territorio, consentendo l'applicazione di AERMOD a zone sia pianeggianti che a morfologia complessa.

Il codice di dispersione AERMOD infine, dopo aver integrato le informazioni provenienti dai due preprocessori sopra illustrati, calcola le concentrazioni al suolo degli inquinanti emessi in atmosfera assumendo particolari ipotesi. Nel caso di atmosfera stabile il codice suppone che l'inquinante diffonda nello spazio mantenendo una forma sia nella direzione orizzontale che verticale assimilabile ad una distribuzione gaussiana,



mentre nel caso di atmosfera convettiva la forma adottata dal codice per diffondere il pennacchio riflette la natura non gaussiana della componente verticale della velocità del vento.

L'attuale versione di AERMOD contiene particolari algoritmi in grado di tenere conto di determinate caratteristiche dello strato limite atmosferico (PBL – *planetary boundary layer*) ed è in grado di simulare il comportamento del pennacchio in diverse situazioni:

- calcola il “*plume rise*”, ossia il sovrainnalzamento del pennacchio legato agli effetti di intrappolamento del pennacchio nei flussi turbolenti, sia di natura meccanica che convettiva, che tendono a manifestare una spinta discendente sottovento agli edifici eventualmente presenti vicino al camino e una spinta ascendente collegata ai flussi turbolenti diretti verso l’alto;
- simula la “*buoyancy*”, ossia la spinta di galleggiamento del pennacchio legato alle differenze di densità e di temperatura del pennacchio rispetto all’aria esterna;
- è in grado di simulare i “*plume lofting*”, cioè le porzioni di massa degli inquinanti che in situazioni convettive prima di diffondersi nello strato limite, tendono ad innalzarsi e a rimanere in prossimità del top dello strato limite;
- tiene conto della penetrazione del plume in presenza di inversioni termiche in quota;
- tiene conto del “*building downwash*”, ossia dell’effetto di distorsione del flusso del pennacchio causato dalla presenza di edifici di notevoli dimensioni e la possibilità che tale distorsione trascini il pennacchio al suolo.



2 MODALITA' APPLICATIVE DEL MODELLO

Nel seguente capitolo sono descritti i dati di input impiegati per le simulazioni condotte in relazione ai tre scenari di riferimento e le modalità applicative del caso specifico della Centrale di Fiume Santo.

2.1 DESCRIZIONE DEGLI SCENARI DI EMISSIONE

L'attuale assetto impiantistico della Centrale è composto dai seguenti punti di emissione (*Scenario Attuale*):

- Gruppi 1-2 a Olio Combustibile Denso (OCD);
- Gruppi 3-4 a carbone;
- Gruppo turbogas TGE a gasolio;
- Gruppo turbogas TGG a gasolio.

Per quanto riguarda gli sviluppi futuri della Centrale sono stati presi in considerazione i seguenti due scenari futuri:

- *Scenario Futuro 1*, composto dalle seguenti sorgenti di emissione:
 - Gruppi 3-4-5 a carbone;
 - Gruppo Turbogas TGE a gasolio;
 - Gruppo Turbogas TGG a gasolio.
- *Scenario Futuro 2*, composto dalle seguenti sorgenti di emissione:
 - Gruppi 4-5 a carbone;
 - Gruppo Turbogas a Ciclo Combinato (TG_CC) a metano;
 - Gruppo Turbogas TGE a gasolio;
 - Gruppo Turbogas TGG a gasolio.

Lo *Scenario Futuro 1* era stato già presentato nel SIA, mentre lo *Scenario Futuro 2* proposto in tale sede sarà costituito dal gruppo 4-5 a carbone e da un ciclo combinato da 400 MW composto da un gruppo turbogas da 250 MW e da una caldaia a recupero da 150 MW.

Nei due scenari futuri previsti, verranno quindi dismessi i gruppi (1-2) a OCD e il camino di 200 metri di altezza a cui sono collettati i fumi dei gruppi (3-4) a carbone, mentre verrà realizzato un nuovo camino dell'altezza di 180 metri per il collettamento dei gruppi 3-4-5 nello *Scenario Futuro 1* e dei gruppi 4-5 e TG_CC nello *Scenario Futuro 2*. Il nuovo camino è ipotizzato con tre canne nello *Scenario Futuro 1* e con quattro canne, due delle quali dedicate al ciclo combinato, nello *Scenario Futuro 2*.

Nello sviluppo delle simulazioni, oltre a valutare l'impatto complessivo derivante dall'esercizio della Centrale nella sua configurazione futura, si è preso in considerazione anche il contributo derivante dalle singole componenti di impianto.



Le simulazioni sono state condotte valutando le concentrazioni per i seguenti principali inquinanti emessi dalla Centrale:

- macroinquinanti: biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), polveri totali (PTS) e monossido di carbonio (CO);
- microinquinanti: Cadmio (Cd), Tallio (Tl), Mercurio (Hg), Nichel (Ni), Arsenico (As), IPA, PCDD/PCDF. I microinquinanti sono stati valutati, a livello esemplificativo, in tutti gli scenari solamente per i gruppi a carbone (3-4-5), in base ai valori medi delle emissioni dalle misure eseguite nel corso del 2006 per gli attuali gruppi 3-4.

Le caratteristiche emissive relative agli scenari emissivi considerati sono riassunte nelle seguenti tabelle.

Tabella 1 *Caratteristiche delle Sorgenti di Emissione - Scenario Attuale*

Punto di emissione	Altezza camino (m)	Diametro equivalente camino (m)	Temperatura fumi (K)	Velocità dei fumi (m/s)	Coord E UTM-WGS84	Coord N UTM-WGS84
Gruppi 1-2	150	7,5	410,15	18,3	440925,6	4522535
Gruppi 3-4	200	7,07	370,15	23,1	441576,4	4521863
TGE – gruppo 5	20	3,0	723,15	37,4	441200,6	4522305
TGG – gruppo 6	20	3,0	723,15	37,4	441228,1	4522284

Tabella 2 *Caratteristiche delle Sorgenti di Emissione - Scenario Futuro 1*

Punto di emissione	Altezza camino (m)	Diametro equivalente camino (m)	Temperatura fumi (K)	Velocità dei fumi (m/s)	Coord E UTM-WGS84	Coord N UTM-WGS84
Gruppi 3-4-5	180	8,89	367,65	22,6	441798,0	4521810
TGE	20	3,0	723,15	37,4	441200,6	4522305
TGG	20	3,0	723,15	37,4	441228,1	4522284

Tabella 3 *Caratteristiche delle Sorgenti di Emissione - Scenario Futuro 2*

Punto di emissione	Altezza camino (m)	Diametro equivalente camino (m)	Temperatura fumi (K)	Velocità dei fumi (m/s)	Coord E UTM-WGS84	Coord N UTM-WGS84
Gruppi 4-5-TG_CC	180	10,16	369,27	20,8	441798,0	4521810
TGE	20	3,0	723,15	37,4	441200,6	4522305
TGG	20	3,0	723,15	37,4	441228,1	4522284



Tabella 4 Concentrazioni e Flussi di Massa dei Macroinquinanti – Scenario Attuale

Parametro		Gruppi 1-2 (*)	Gruppi 3-4	TGE	TGG
SO ₂	mg/Nm ³	1.700	400	86	86
	g/s	432,8	247,5	9,6	9,6
NO _x	mg/Nm ³	650	200	500	500
	g/s	162,1	123,8	55,5	55,5
PTS	mg/Nm ³	40	50	25	25
	g/s	10,0	30,9	2,8	2,8

(*). In relazione ai gruppi 1 e 2, Endesa Italia, ha richiesto, in accordo a quanto indicato nell'art. 273 comma 5 del D.lgs. 152/06, la esenzione dall'obbligo di osservare i limiti di emissione previsti dalla parte II, sezioni da 1 a 5, lettera A, e sezione 6 dell'Allegato II alla parte quinta del presente del D.lgs 152/06, in vigore dal 1 gennaio 2008. Nel SIA, precedente alla richiesta di esenzione suddetta, erano considerati i limiti previsti dalla Direttiva 2001/80/CE.

Tabella 5 Concentrazioni e Flussi di Massa dei Macroinquinanti – Scenario Futuro 1

Parametro		Gruppi 3-4-5	TGE	TGG
SO ₂	mg/Nm ³	400 (Gruppi 3-4); 200 (Gruppo 5)	86	86
	g/s	311,1	9,6	9,6
NO _x	mg/Nm ³	200 (Gruppi 3-4); 150 (Gruppo 5)	500	500
	g/s	170,2	55,5	55,5
PTS	mg/Nm ³	50 (Gruppi 3-4); 20 (Gruppo 5)	25	25
	g/s	37,1	2,8	2,8
CO	mg/Nm ³	250 (Gruppi 3-4); 50 (Gruppo 5)	0	0
	g/s	170,2	0	0

Tabella 6 Concentrazioni e Flussi di Massa dei Macroinquinanti – Scenario Futuro 2

Parametro		Gruppi 4-5-TG_CC	TGE	TGG
SO ₂	mg/Nm ³	400 (Gruppo 4); 200 (Gruppo 5); 0 (Gruppo TGCC)	86	86
	g/s	185,7	9,6	9,6
NO _x	mg/Nm ³	200 (Gruppo4); 150 (Gruppo 5); 40/30 (Gruppo TG CC) (*)	500	500
	g/s	126,1/121,6 (*)	55,5	55,5
PTS	mg/Nm ³	50 (Gruppo 4); 20 (Gruppo 5); 0 (Gruppo TG CC)	25	25
	g/s	21,7	2,8	2,8
CO	mg/Nm ³	250 (Gruppo 4); 50 (Gruppi 5, TG CC)	0	0
	g/s	115,0	0	0

(*). A similitudine per un simile gruppo a ciclo combinato di una delle centrali del parco ENDESA (valori di emissione prescritti nel decreto VIA per la Centrale di Monfalcone), sono stati assunti i valori pari a 40 mg/Nm³ come media oraria e 30 mg/Nm³ come media giornaliera.



Tabella 7 Concentrazioni e Flussi di Massa dei Microinquinanti – Scenario Attuale

Punto di emissione	Concentrazioni ⁽¹⁾						
	Cadmio (mg/Nm ³)	Tallio (mg/Nm ³)	Mercurio (mg/Nm ³)	Nichel (mg/Nm ³)	Arsenico (mg/Nm ³)	IPA (µg/Nm ³)	PCDD/PCDF (ng I – TEQ/Nm ³)
Gruppi 3-4	0,0001	0,00076	0,0023	0,0015	0,0014	0,06	0,00019

(1). Valori di concentrazione pari alla media delle misure per i gruppi 3-4 nel corso del 2006.

Tabella 8 Concentrazioni e Flussi di Massa dei Microinquinanti – Scenari Futuro 1 e Futuro 2

Scenario di riferimento	Punto di emissione	Concentrazioni						
		Cadmio (mg/Nm ³)	Tallio (mg/Nm ³)	Mercurio (mg/Nm ³)	Nichel (mg/Nm ³)	Arsenico (mg/Nm ³)	IPA (µg/Nm ³)	PCDD/PCDF (ng I – TEQ/Nm ³)
Scenario Futuro 1	Gruppi 3-4-5	0,0001	0,00076	0,0023	0,0015	0,0014	0,06	0,00019
Scenario Futuro 2	Gruppi 4-5-TG_CC	0,000058	0,00044	0,0013	0,00087	0,00081	0,035	0,00011

Come riportato nelle *Tablelle 5 e 6* per il gruppo 5 a carbone sono stati proposti, sia nello *Scenario Futuro 1* che nello *Scenario Futuro 2*, i valori di 150 mg/Nm³ per NO_x e 20 mg/Nm³ per PTS. Tali valori risultano inferiori ai limiti normativi (200 mg/Nm³ per NO_x e 50 mg/Nm³ per PTS) e quindi rappresentano un obiettivo di miglioramento che ENDESA si impegna a conseguire.

In relazione alle modalità di funzionamento dei vari gruppi, si deve considerare quanto segue. Sulla base sia delle autorizzazioni esistenti e di quelle di cui ENDESA sta chiedendo il rilascio, il tempo effettivo di funzionamento dei vari gruppi (sulle 8.760 ore/anno) è il seguente:

- 5.100 ore/anno per i gruppi 1-2. Questo valore non è superabile ed è stato calcolato da ENDESA sulla base di quanto disposto dal Decreto-legge 30 ottobre 2007, n. 180 (“Differimento di termini in materia di autorizzazione integrata ambientale e norme transitorie - AIA - Testo consolidato” come modificato dalla Legge di conversione 19 dicembre 2007, n. 243 - GU 27 dicembre 2007, n. 299). Secondo tale decreto, in mancanza del rilascio dell'autorizzazione integrata ambientale entro il 31 marzo 2008, al fine di contribuire al raggiungimento degli obiettivi di qualità dell'aria dopo il 1° gennaio 2008, i gestori degli impianti che abbiano già presentato richiesta di esenzione ai sensi dell'articolo 273, comma 5, del Dlgs 3 aprile 2006, n. 152, nelle more del rilascio del provvedimento di esenzione, che potrà disporre altrimenti, sono tenuti a presentare all'autorità competente, con cadenza semestrale, la



registrazione delle ore di normale funzionamento, che non potranno superare, su base annua, la media delle ore di funzionamento effettivo computata con riferimento al triennio 2005-2007. Considerando l'esercizio storico, i gruppi 1-2 di Centrale allo stato attuale non possono esercire per oltre 5.100 ore anno (nel SIA erano state considerate 8760 ore/anno);

- i gruppi turbogas TGE e TGG a gasolio sono attualmente autorizzati ad un esercizio complessivo di 500 ore/anno, con un massimo di 11 ore giornaliere. Il funzionamento avviene nelle ore diurne, durante le quali si può manifestare un picco di richiesta di energia in rete. ENDESA sta richiedendo la rimozione del vincolo relativo alle 11 ore giornaliere;

L'andamento giornaliero di esercizio ed il carico medio di funzionamento (non vincolati dalle autorizzazioni ma determinati dalle richieste di energia in rete) sono generalmente basati sui seguenti parametri attuali di funzionamento, impiegati per lo sviluppo dello Scenario 1 attuale:

- i gruppi 1-2 sono generalmente in funzione ad un carico che solitamente non supera il 60% del nominale;
- i gruppi 3-4 sono normalmente in generazione ad un carico che solitamente non supera l'80% del nominale.

Negli scenari futuri, a livello cautelativo, è stato considerato un tempo di funzionamento continuo (8.760 ore/anno) dei nuovi gruppi previsti (3-4-5 nello *Scenario Futuro 1* e 4-5-TG_CC nello *Scenario Futuro 2*) ed un funzionamento degli stessi a pieno carico. I gruppi turbogas TGE e TGG sono stati simulati alle condizioni attuali sopra riportate, così come da autorizzazione.

2.2 DESCRIZIONE GEOMETRICA DELLE SORGENTI E VALUTAZIONE DELL'EFFETTO DOWNWASH

Le caratteristiche geometriche di altezza e diametro dei camini di emissione dello stabilimento in esame sono state definite precedentemente nelle *Tabelle 1, 2 e 3*.

Si ricorda che la dispersione degli inquinanti dai camini industriali può essere influenzata dalla presenza di ostacoli (edifici o rilievi orografici) posti nelle vicinanze del punto di emissione. Il fenomeno, noto con il nome di "effetto edificio" oppure "downwash", è rilevante in quanto è possibile che il pennacchio dei fumi emessi dal generico camino venga richiamato al suolo dalle turbolenze indotte dalla forza del vento sugli ostacoli, con una conseguente elevata concentrazione di inquinanti presso il suolo.

Nell'applicazione in esame, considerata l'elevata altezza dei camini dei gruppi 1-2 e 3-4 per lo scenario attuale (rispettivamente 150 e 200 metri), e del nuovo camino di 180 metri per i due scenari futuri (per i gruppi 3-4-5 nello *Scenario Futuro 1* e per i gruppi 4-5 e TG_CC nello *Scenario Futuro 2*) si esclude per essi il verificarsi di un effetto *downwash*.



Tale effetto è stato invece considerato per tutti gli scenari per i due camini dei gruppi TGG e TGE (aventi altezza di 20 metri) impiegando il medesimo approccio usato nelle simulazioni già condotte e presentate alle autorità. In particolare nelle simulazioni si è tenuto conto di due edifici di altezza e dimensione caratteristica rispettivamente pari a 12 m e 30 m.

Per simulare l'effetto *downwash* degli edifici sulle emissioni della Centrale, il modello AERMOD consente di utilizzare l'applicativo *BPIP building downwash*, specificatamente elaborato a tale fine e facente parte dell'interfaccia grafica Breeze di AERMOD. Tale strumento calcola in automatico i parametri caratteristici dell'effetto *downwash* e consente, quindi, di simulare la presenza degli edifici circostante alle sorgenti di emissioni considerate.

2.3 PARAMETRI METEOROLOGICI

Il set completo dei dati meteorologici è stato fornito dalla US National Climatic Data Center, tramite la società di consulenza software WORLDGEODATA.

I dati utilizzati coprono l'intero anno 2006 e sono basati su 8.760 dati/anno relativi ad ore singolarmente simulate. Qualitativamente, la copertura dei dati è pari ad oltre il 95% per l'intero anno, considerando il 2,63% di dati non definiti e circa il 2,9% di dati relativi alle calme orarie di velocità del vento. Il file dei dati di input è riportato in allegato insieme agli altri dati di input e ai file di simulazione.

L'utilizzo di dati meteorologici relativi allo specifico anno 2006 permette un diretto confronto tra dati stimati e misurati nel corso dello stesso anno.

2.4 DOMINIO DI CALCOLO E MORFOLOGIA DEL TERRENO

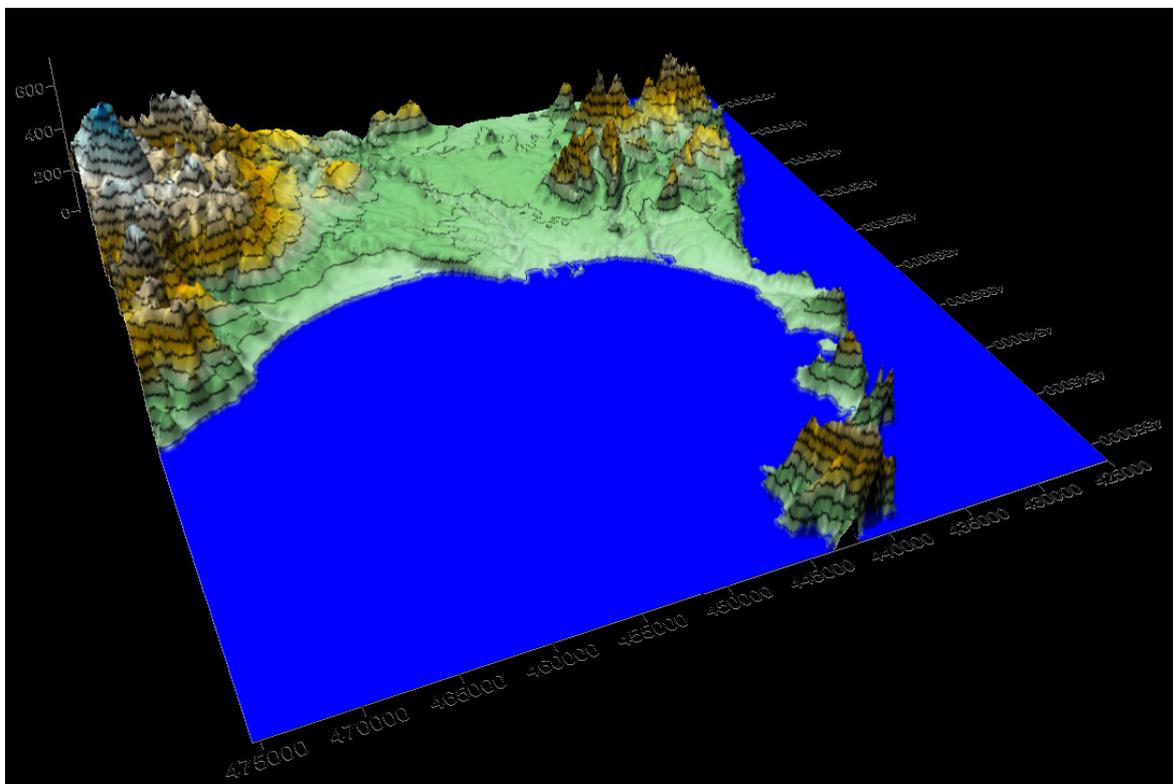
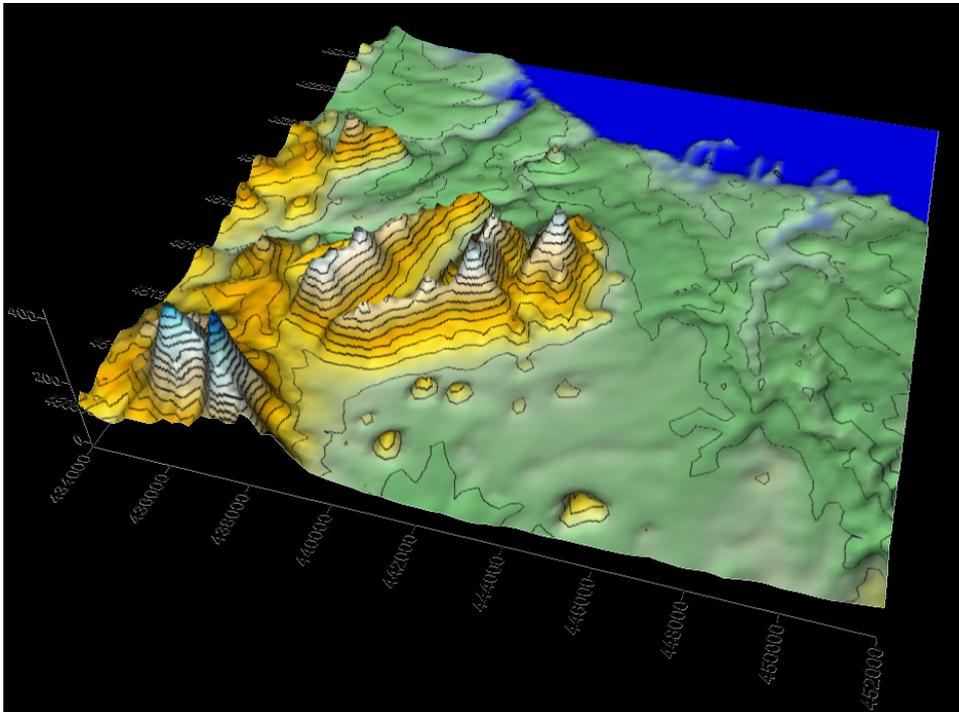
Il modello AERMOD richiede i dati di elevazione del terreno in un grigliato che contiene al suo interno il dominio di calcolo. Tali dati vengono processati da AERMAP al fine di calcolare le elevazioni del terreno presso le sorgenti, i ricettori e tutti gli altri punti definiti in AERMOD nel dominio.

Per il caso in esame sono stati utilizzati due domini di calcolo: uno di forma quadrata con lato 18 km, descritto mediante una maglia di 91x91 punti, di passo 200 metri, ed uno sempre quadrato con lato di 50 km, descritto mediante una maglia di 251x251 punti, di passo 200 metri. Le quote sono state ricostruite ed elaborate a partire da un modello digitale del terreno a scala nominale di acquisizione pari a 1:25.000.

La **Figura 1** illustra il dominio di calcolo utilizzato nella modellazione.



Figura 1 Domini di calcolo impiegati nella modellazione (dominio ristretto di 18kmx18km nella prima e dominio ampio di 50kmx50km nella seconda figura)



2.5 RICETTORI CONSIDERATI

Sono stati considerati ricettori discreti singolarmente localizzati e due griglie regolari di ricettori.

Nell'applicazione condotta, i ricettori discreti corrispondono alle stazioni di monitoraggio della rete regionale di qualità dell'aria:

- 6 centraline di Porto Torres. CENSS3, CENSS4, CENSS5, CENS15, CENSS8 e CENSS1 (quest'ultima dimessa già prima del 2006);
- 5 centraline di Sassari: CENS11, CENS12, CENS13, CENS14, CENSS6.

Per i singoli punti corrispondenti alla localizzazione delle centraline è stato stimato il valore locale di concentrazione. I valori stimati sono stati confrontati con i più recenti valori misurati e resi disponibili, come riportati nel Rapporto Annuale 2006 sulla qualità dell'aria della Regione Sardegna. Si rimanda a tale rapporto per eventuali commenti su tali dati.

La localizzazione delle centraline di monitoraggio è riportata in *Figura 2*.

Sul dominio costituito dalle due griglie è stato calcolato il valore medio rappresentativo di una cella di 1 km (dominio ristretto) e 2 km (dominio esteso) di lato. I valori forniti sono quindi caratterizzati da una risoluzione spaziale ben superiore a quella minima richiesta per un confronto con i valori limite e i dati misurati presso le stazioni di monitoraggio. Il DM 60 precisa infatti che *“i punti di campionamento [individuati ai fini dei rilievi volti alla protezione della salute umana] dovrebbero, in generale, essere ubicati in modo da evitare misurazioni di microambienti molto ridotti nelle loro immediate vicinanze. Orientativamente un punto di campionamento dovrebbe essere ubicato in modo tale da essere rappresentativo della qualità dell'aria in una zona circostante non inferiore a 200 m², in siti orientati al traffico, e non inferiore ad alcuni km², in siti di fondo urbano”*. Il valore rappresentativo qui considerato è quindi il valore medio sui ricettori posti all'interno di un quadrato di 1.000 (dominio ristretto) e 2.000 metri (dominio esteso) di lato.



3 VALIDAZIONE DEL MODELLO ED ANALISI DELLO SCENARIO ATTUALE

Nel presente Capitolo si riportano le simulazioni relative all'attuale scenario emissivo della Centrale, già presentate nell'Aprile 2008 ad integrazione dell'istanza AIA della Centrale.

In tale contesto la valutazione degli effetti delle emissioni in aria era stata condotta in riferimento alla configurazione emissiva attuale della centrale e i risultati ottenuti dal modello di simulazione erano stati posti a confronto con gli standard della qualità dell'aria (SQA) previsti dalla normativa vigente e con i livelli di inquinamento del fondo. In particolare, i livelli di fondo corrispondono ai dati di monitoraggio della qualità dell'aria presso le centraline facenti parte della rete regionale, come riportati nel Rapporto Annuale 2006 sulla qualità dell'aria della Regione Sardegna.

La rete di monitoraggio presente nell'intorno della Centrale è attualmente costituita da 6 centraline di Porto Torres (CENSS3, CENSS4, CENSS5, CENS15, CENSS8 e CENSS1, quest'ultima dismessa già prima del 2006) e 5 centraline di Sassari (CENS11, CENS12, CENS13, CENS14, CENSS6) ed è gestita dalla Regione Sardegna. Nello SIA si era fatto riferimento ai dati di qualità dell'aria presso 5 stazioni di monitoraggio, direttamente gestite da ENDESA, diverse da quelle sopra indicate.

In sede di Istanza AIA era stato richiesto esplicitamente il confronto dei valori stimati con i dati di superficie per il 2006 monitorati dalla rete di monitoraggio regionale e riportati nel Rapporto Annuale 2006. In questo Capitolo di validazione del modello si fa quindi riferimento alle analisi già effettuate utilizzando i più recenti dati meteorologici e di qualità dell'aria tra quelli disponibili (che sono quelli relativi al 2006).

Nell'ambito delle simulazioni svolte per l'istanza AIA è stato utilizzato un codice di calcolo diverso da quello impiegato per le precedenti simulazioni nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale, ossia SAFEAIR II. Alcune prove condotte con SAFEAIR II, confrontando le concentrazioni stimate con quelle misurate nel corso del 2006, hanno infatti permesso di verificare come tale codice fornisca sovrastime eccessive, soprattutto in relazione ai valori massimi orari e giornalieri. Non è infatti ammissibile, come risulta con l'applicazione del codice SAFEAIR, che il solo contributo di ENDESA presso le stazioni di monitoraggio risulti superiore, talvolta di un fattore due o più, al valore misurato presso le postazioni, dal momento che la Centrale non è la sola sorgente di emissioni (in particolare per SO₂ e per NO_x) nell'area in esame. Per le presenti simulazioni è stato quindi prescelto di utilizzare un diverso codice, denominato AERMOD successivamente descritto. Si osservi preliminarmente che:

- i valori orari massimi assoluti stimati da SAFEAIR II e AERMOD sono simili;
- tuttavia, la stima di SAFEAIR dei percentili più elevati è superiore a quella di AERMOD. Tale fenomeno è imputabile, primariamente, alle modalità di calcolo del codice che utilizza le elaborazioni statistiche dei dati meteorologici (tipo ISC3) invece che la loro sequenza temporale.



Il codice AERMOD sopperisce in parte al difetto di eccessiva sovrastima di SAFEAIR II poiché permette la simulazione della sequenza oraria di un intero anno (8.760 ore), o più anni, di dati meteorologici consentendo di calcolare i parametri statistici (quali i percentili dei valori massimi di picco) producendo dati forse meno cautelativi ma sicuramente più idonei nel rappresentare l'effettivo contributo di ENDESA presso le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria. Come successivamente mostrato, altri fattori di sovrastima sono tuttavia ineliminabili.

La scelta di AERMOD è stata privilegiata anche in virtù della sua capacità di riprodurre i dati in quota dei parametri meteorologici. Attraverso una serie di algoritmi di calcolo il codice AERMOD è infatti in grado di ricostruire i profili verticali di velocità del vento, della direzione del vento, parametri di dispersione, temperatura e gradiente di temperatura potenziale con l'utilizzo di un set base di dati di partenza, rilevati al suolo ed in quota. Poiché le emissioni della Centrale in esame si disperdono per lo più in quota (almeno quelle degli attuali gruppi 1-2-3-4 e dei futuri gruppi 3-4-5 e TG_CC), le modalità di calcolo di AERMOD sono sembrate assai convenienti al caso in esame.

In questo Capitolo sono presentati:

- i risultati delle simulazioni eseguite sullo *Scenario Attuale*;
- i confronti tra valori stimati, misurati e limite di qualità dell'aria.

Nel presentare i risultati dello *Scenario Attuale* si è fatta distinzione tra:

- stima dei valori massimi potenziali di concentrazione, in corrispondenza alle peggiori condizioni emissive e meteorologiche: la stima così ottenuta ha valore autorizzativo, in quanto fornisce il limite superiore (con ampio margine di cautela) al contributo ENDESA allo stato di qualità dell'aria. I valori sono prevalentemente da confrontare con i valori limite di qualità dell'aria;
- stima del contributo ENDESA alla qualità dell'aria, nel corso dell'anno 2006. Questi valori tengono maggiormente conto (pur sempre con margini cautelativi) della reale situazione emissiva nel corso del 2006, e sono quindi maggiormente confrontabili con le misure effettuate presso le stazioni di monitoraggio.

La modalità tramite la quale, a partire dalle stime massime potenziali (*Scenario Base* dello *Scenario Attuale*), sono state calcolate le concentrazioni maggiormente realistiche relative al 2006 varia a seconda del parametro statistico di volta in volta analizzato: per la loro descrizione si rimanda quindi ai seguenti paragrafi dedicati alle medie annue, giornaliere ed orarie. Ipotesi comuni a tutti gli scenari (*Scenario 0, 1 e 2*, derivati da quello *Base* dello *Scenario Attuale*) sono comunque le seguenti:

- funzionamento a pieno carico di ciascun gruppo di Centrale, nelle ore di esercizio;
- i gruppi TGG e TGE sono considerati in esercizio nelle sole ore diurne (potenzialmente, tutti i giorni).

Si vedano le note alle tabelle per le ipotesi aggiuntive, diverse caso per caso.



Tra i macroinquinanti sono considerate le polveri ed il PM10 primario. In questa sede si è cautelativamente assunto che tutto il PTS emesso consista in PM10 primario. Analogamente, si ammette che tutti gli NOx emessi siano convertiti in atmosfera ad NO₂.

Per ogni inquinante sono state stimate le concentrazioni *long-term*, ossia medie annue, e le concentrazioni *short-term*, ossia massimi orari, massimi giornalieri e parametri statistici espressi in percentili. Per quanto riguarda i percentili sono stati calcolati i seguenti parametri:

- 99,7° percentile della concentrazione media oraria di SO₂, corrispondente al valore da non superare più di 24 volte all'anno;
- 99,2° percentile della concentrazione media giornaliera di SO₂, corrispondente al valore da non superare più di 3 volte all'anno;
- 99,8° percentile della concentrazione media oraria di NO₂, corrispondente al valore da non superare più di 18 volte all'anno;
- 90,4° percentile della concentrazione media giornaliera di PM10, corrispondente al valore da non superare più di 35 volte all'anno a partire dal 01/01/2005;
- 98,1° percentile della concentrazione media giornaliera di PM10, corrispondente al valore da non superare più di 7 volte all'anno a partire dal 01/01/2010.

3.1 CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI

In tabella seguente sono riportate le concentrazioni medie annue dei vari macroinquinanti presso le stazioni e all'interno del dominio di calcolo. Come preannunciato, sono riportate sia le concentrazioni che potrebbero derivare da un esercizio continuo alla massima capacità autorizzata, che quelle stimate considerando le effettive modalità di esercizio nel corso del 2006.

Per la stima realistica del contributo ENDESA alle concentrazioni medie annue occorre infatti tenere conto:

- delle ore effettive di funzionamento dei diversi gruppi della Centrale;
- del funzionamento dei diversi gruppi ad un carico inferiore a quello massimo;
- dei livelli medi di emissione, inferiori a quelli autorizzati.

Tali aspetti hanno infatti come effetto quello di ridurre le concentrazioni medie annue calcolate al suolo. Pertanto per valutare realisticamente l'entità di questa riduzione, già nello *Scenario 0* le concentrazioni medie annue sono state ridotte proporzionalmente alle ore effettive di funzionamento autorizzato di ciascun gruppo, successivamente tenendo conto del carico medio nel periodo di esercizio (*Scenario 1*) ed infine tenendo conto dei valori di concentrazione media annua al punto di emissione (*Scenario 2*). Si vedano le note alle tabelle per indicazioni numeriche.



Per ognuno degli inquinanti e scenari considerati, si riportano nelle seguenti tabelle le concentrazioni medie annue stimate dal modello presso le stazioni di monitoraggio.

Tabella 9 Concentrazioni Medie Annuali per SO₂

	Concentrazione misurata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentrazione stimata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
		Scenario 0 ⁽¹⁾	Scenario 1 ⁽²⁾	Scenario 2 ⁽³⁾
CENS15	2,9	1,78	1,21	1,04
CENSS8	4,5	1,47	1,04	0,84
CENSS3	4	1,13	0,81	0,65
CENSS1	-	1,53	1,09	0,88
CENSS4	6,2	1,32	0,93	0,76
CENSS5	3,1	1,15	0,81	0,66
CENS11	2,6	0,71	0,47	0,41
CENS12	4,4	0,52	0,35	0,30
CENS13	1,7	0,46	0,32	0,27
CENS14	3,2	0,44	0,31	0,26
CENSS6	5,1	0,63	0,43	0,37
Valore massimo della media annuale nel dominio ristretto (18 km di lato)^(*)		5,43	3,85	3,10
Valore massimo della media annuale nel dominio ampio (50 km di lato)^(*)		6,43	4,39	3,71
Limite di riferimento ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		20/50 (**)		

(1). Il funzionamento dei gruppi 1-2 e dei gruppi TGG-TGE è ipotizzato pari rispettivamente a 5.100 ore/anno e 500 ore/anno.

(2). Valori di concentrazione ridotti al 60% ed 80% rispettivamente per i gruppi 1-2 e 3-4, per tenere conto del carico medio di funzionamento.

(3). Valori di concentrazione ridotti per tenere conto che nel corso del 2006 la concentrazione media di SO₂, NO_x e PTS al punto di emissione dei gruppi 3-4 è risultata rispettivamente pari a 272, 146,25, e 6,48 mg/Nm³ contro i 400, 200, 50 a mg/Nm³ autorizzati, (come risulta dalle misure periodiche effettuate nel corso del 2006, utilizzate anche per il calcolo della concentrazione di microinquinanti).

(*). Si ricorda che per le stazioni il valore fornito in tabella è puntuale. I valori riferiti al dominio sono rappresentativi delle concentrazioni su una cella di 1 km (dominio ristretto) e 2 km di lato (dominio ampio).

(**). 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$: valore limite normato dal DM 60/02 per la protezione della vegetazione.

50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$: valore guida per la protezione della salute umana consigliato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità nel documento *Air Quality Guidelines for Europe* (World Health Organization WHO – Update and revision. EUR/IGP/EHAZ94.05/PB01, 1995). Valore non normato per le postazioni urbane o industriali dal DM 60/2002.



Tabella 10 Concentrazioni Medie Annuali per NO₂

	Concentrazione misurata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentrazione stimata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
		Scenario 0 ⁽¹⁾	Scenario 1 ⁽²⁾	Scenario 2 ⁽³⁾
CENS15	6,6	0,85	0,61	0,54
CENSS8	-	1,12	0,82	0,69
CENSS3	13,7	0,82	0,60	0,50
CENSS1	-	1,13	0,82	0,69
CENSS4	11,2	0,99	0,72	0,60
CENSS5	-	0,88	0,64	0,54
CENS11	24,3	0,64	0,46	0,38
CENS12	22,3	0,47	0,34	0,28
CENS13	33,1	0,39	0,28	0,24
CENS14	-	0,37	0,27	0,22
CENSS6	34,0	0,57	0,41	0,34
Valore massimo della media annuale nel dominio ristretto (18 km di lato)^(*)		4,04	2,93	2,41
Valore massimo della media annuale nel dominio ampio (50 km di lato)^(*)		5,29	3,83	3,14
Limite di riferimento ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		40 (**)		

(1). Il funzionamento dei gruppi 1-2 e dei gruppi TGG-TGE è ipotizzato pari rispettivamente a 5.100 ore/anno e 500 ore/anno.

(2). Valori di concentrazione ridotti al 60% ed 80% rispettivamente per i gruppi 1-2 e 3-4, per tenere conto del carico medio di funzionamento.

(3). Valori di concentrazione ridotti per tenere conto che nel corso del 2006 la concentrazione media di SO₂, NO_x e PTS al punto di emissione dei gruppi 3-4 è risultata rispettivamente pari a 272, 146,25, e 6,48 mg/Nm³ contro i 400, 200, 50 a mg/Nm³ autorizzati, (come risulta dalle misure periodiche effettuate nel corso del 2006, utilizzate anche per il calcolo della concentrazione di microinquinanti).

(*). Si ricorda che per le stazioni il valore fornito in tabella è puntuale. I valori riferiti al dominio sono rappresentativi delle concentrazioni su una cella di 1 km (dominio ristretto) e 2 km di lato (dominio ampio).

(**). La concentrazione stimata di NO_x è cautelativamente confrontata con quella misurata di NO₂.



Tabella 11 Concentrazioni Medie Annuali per PM10

	Concentrazione misurata (*) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentrazione stimata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
		Scenario 0 ⁽¹⁾	Scenario 1 ⁽²⁾	Scenario 2 ⁽³⁾
CENS15	28	0,11	0,09	0,03
CENSS8	-	0,18	0,14	0,04
CENSS3	31	0,13	0,10	0,03
CENSS1	-	0,18	0,14	0,04
CENSS4	32,7	0,16	0,13	0,03
CENSS5	-	0,15	0,11	0,03
CENS11	35,6	0,11	0,09	0,02
CENS12	34,8	0,08	0,06	0,01
CENS13	36,7	0,07	0,05	0,01
CENS14	35,1	0,06	0,05	0,01
CENSS6	-	0,10	0,08	0,02
Valore massimo della media annuale nel dominio ristretto (18 km di lato)**)		0,70	0,54	0,12
Valore massimo della media annuale nel dominio ampio (50 km di lato)**)		0,93	0,72	0,16
Limite di riferimento ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		20/40 (***)		

(1). Il funzionamento dei gruppi 1-2 e dei gruppi TGG-TGE è ipotizzato pari rispettivamente a 5.100 ore/anno e 500 ore/anno.

(2). Valori di concentrazione ridotti al 60% ed 80% rispettivamente per i gruppi 1-2 e 3-4, per tenere conto del carico medio di funzionamento.

(3). Valori di concentrazione ridotti per tenere conto che nel corso del 2006 la concentrazione media di SO₂, NO_x e PTS al punto di emissione dei gruppi 3-4 è risultata rispettivamente pari a 272, 146,25, e 6,48 mg/Nm³ contro i 400, 200, 50 a mg/Nm³ autorizzati, (come risulta dalle misure periodiche effettuate nel corso del 2006, utilizzate anche per il calcolo della concentrazione di microinquinanti).

(*). Valori misurati per il PM10.

(**). Si ricorda che per le stazioni il valore fornito in tabella è puntuale. I valori riferiti al dominio sono rappresentativi delle concentrazioni su una cella di 1 km (dominio ristretto) e 2 km di lato (dominio ampio).

(***). Il limite è da applicarsi al PM10; in particolare quello di 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ è da rispettare a partire dal 01/1/2010, mentre il limite di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a partire dal 01/01/2005.



Confronto dei Valori Stimati con Quelli Misurati

Per tutti gli inquinanti ed in tutti gli scenari considerati, le concentrazioni medie annue stimate presso le stazioni risultano inferiori ai valori misurati nel 2006 ed abbondantemente inferiori ai limiti normativi di riferimento. Le postazioni CENS15 e CENSS8, che sono le più vicine alla Centrale, in genere presentano concentrazioni stimate più elevate rispetto alle altre stazioni. Nello *Scenario 2*, che secondo l'opinione degli scriventi è il più rappresentativo del contributo di ENDESA, il massimo valore previsto presso le postazioni della rete di Sassari è dell'ordine del 2% del limite e del 33% del valore misurato, per l'SO₂; contributi ancora minori e del tutto trascurabili nei confronti dei valori limite sono invece previsti per gli ossidi di azoto e le polveri.

Anche i valori massimi delle concentrazioni medie annue nel dominio di calcolo (ampio e ristretto), per tutti gli inquinanti, sono largamente inferiori ai relativi limiti di riferimento. In particolare, considerando lo *Scenario 0* più cautelativo si possono valutare valori rispettivamente pari a circa il 12% del limite sia per l'SO₂ che per gli ossidi di azoto. Per le polveri il contributo massimo è pari al 4,5% del limite riferito al 2010. Si consideri inoltre che tutti gli NO_x sono considerati convertiti a NO₂ e tutto il PTS come PM10.

Confronto dei Valori Stimati e Misurati con i Valori Limite

Dal confronto con i valori limite normativi, le misure effettuate dalla rete di monitoraggio mostrano che nell'area di rilevamento l'unico inquinante che merita attenzione sono le polveri sottili: i valori misurati risultano in quasi tutte le stazioni prossime al limite di 40 µg/m³ da rispettare a partire dal 2005. Le concentrazioni misurate di NO₂ e SO₂ sono nettamente inferiori ai limiti applicabili e per questi inquinanti la qualità dell'aria può quindi dirsi sufficiente o buona nella zona di Porto Torres e sufficiente nella zona di Sassari, che risultando a maggiore densità di traffico presenta ovviamente delle concentrazioni di NO₂ maggiormente elevate. In questo contesto appare quindi rilevante osservare che il contributo ENDESA è molto contenuto per tutti e tre gli inquinanti simulati; in particolare per le polveri considerando lo *Scenario 0* (che fornisce una stima delle concentrazioni derivanti dall'esercizio della Centrale alla massima capacità autorizzata), la concentrazione massima indotta sul dominio è pari al 4,5% del limite vigente a partire dal 2010.



3.1.1 Concentrazioni Massime Giornaliere

Le concentrazioni giornaliere sono state stimate per l'SO₂ ed il PM10 (assumendo che tutte le polveri emesse debbano essere assimilate a PM10), calcolandone rispettivamente il 99,2° e il 90,4° e 98,1° percentile. La media giornaliera degli ossidi di azoto, non normata, non è riportata.

Tabella 12 99,2° percentile delle Concentrazioni Giornaliere per SO₂

	Concentrazione misurata (µg/m ³)	Concentrazione stimata (µg/m ³)		
		Scenario 0 ⁽¹⁾	Scenario 1 ⁽²⁾	Scenario 2 ⁽³⁾
CENS15	-	11,09	7,53	6,74
CENSS8	-	16,43	11,37	9,77
CENSS3	-	9,66	6,66	5,73
CENSS1	-	7,71	5,32	4,56
CENSS4	-	6,56	4,51	3,87
CENSS5	-	6,99	4,78	4,15
CENS11	-	7,33	4,76	4,34
CENS12	-	6,54	4,17	3,91
CENS13	-	3,88	2,59	2,33
CENS14	-	3,53	2,37	2,12
CENSS6	-	7,12	4,58	4,24
Valore massimo del 99,2° percentile giornaliero nel dominio ristretto (18 km di lato) ^(*)		63,58	41,94	37,23
Valore massimo del 99,2° percentile giornaliero nel dominio ampio (50 km di lato) ^(*)		55,19	36,46	32,28
Limite di riferimento (µg/m³)		125		

(1). I gruppi 1-2 e 3-4 sono ipotizzati in funzione per 24 ore e i gruppi TGG-TGE nelle sole ore diurne.

(2). Valori di concentrazione ridotti al 60% ed 80% rispettivamente per i gruppi 1-2 e 3-4, per tenere conto del carico medio di funzionamento.

(3). Valori di concentrazione ridotti per tenere conto che nel corso del 2006 la concentrazione media di SO₂ e PTS al punto di emissione dei gruppi 3-4 è risultata rispettivamente pari a 272 e 6,48 mg/Nm³ contro i 400 e 50 a mg/Nm³ autorizzati (come risulta dalle misure periodiche effettuate nel corso del 2006, utilizzate anche per il calcolo della concentrazione di microinquinanti).

(*). Si ricorda che per le stazioni il valore fornito in tabella è puntuale. I valori riferiti al dominio sono rappresentativi delle concentrazioni su una cella di 1 km (dominio ristretto) e 2 km di lato (dominio ampio).



Tabella 13 90,4° e 98,1° percentili delle Concentrazioni Giornaliere per PM10

	Concentrazione massima misurata e numero dei superamenti (*) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentrazione stimata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
		Scenario 0 ⁽¹⁾		Scenario 1 ⁽²⁾		Scenario 2 ⁽³⁾	
		90,4°	98,1°	90,4°	98,1°	90,4°	98,1°
CENS15	54,3 [2]	0,442	0,646	0,349	0,515	0,187	0,283
CENSS8	-	0,382	0,747	0,301	0,595	0,120	0,277
CENSS3	78,9 [4]	0,289	0,418	0,227	0,331	0,086	0,137
CENSS1	-	0,403	0,523	0,317	0,412	0,126	0,165
CENSS4	68,6 [10]	0,349	0,441	0,275	0,346	0,108	0,139
CENSS5	-	0,299	0,407	0,235	0,321	0,096	0,133
CENS11	74,7 [18]	0,149	0,299	0,111	0,220	0,052	0,114
CENS12	63,6 [14]	0,101	0,210	0,077	0,155	0,036	0,085
CENS13	72,4 [18]	0,100	0,179	0,077	0,139	0,035	0,068
CENS14	73,0 [8]	0,096	0,190	0,074	0,149	0,033	0,073
CENSS6	-	0,125	0,240	0,093	0,177	0,045	0,094
Valore massimo dei diversi parametri nel dominio ristretto (18 km di lato) (**)		1,54	2,89	1,15	2,16	0,75	1,09
Valore massimo dei diversi parametri nel dominio ampio (50 km di lato) (**)		1,35	2,69	1,02	2,00	0,50	0,76
Limite di riferimento per PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		50 dal 01/01/2005 – 90,4° percentile 50 dal 01/01/2010 – 98,1° percentile					

(1). I gruppi 1-2 e 3-4 sono ipotizzati in funzione per 24 ore e i gruppi TGG-TGE nelle sole ore diurne.

(2). Valori di concentrazione ridotti al 60% ed 80% rispettivamente per i gruppi 1-2 e 3-4, per tenere conto del carico medio di funzionamento.

(3). Valori di concentrazione ridotti per tenere conto che nel corso del 2006 la concentrazione media di SO₂ e PTS al punto di emissione dei gruppi 3-4 è risultata rispettivamente pari a 272 e 6,48 mg/Nm³ contro i 400 e 50 a mg/Nm³ autorizzati, (come risulta dalle misure periodiche effettuate nel corso del 2006, utilizzate anche per il calcolo della concentrazione di microinquinanti).

(*). Il valore di concentrazione riportato corrisponde al massimo assoluto della concentrazione media giornaliera. Tra parentesi è indicato il numero di superamenti del limite di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, che è ammesso sino a 35 volte l'anno.

(**). Si ricorda che per le stazioni il valore fornito in tabella è puntuale. I valori riferiti al dominio sono rappresentativi delle concentrazioni su una cella di 1 km (dominio ristretto) e 2 km di lato (dominio ampio).



Confronto dei Valori Stimati con Quelli Misurati

L'unico inquinante per il quale siano disponibili misure sono le polveri sottili e per esse sono disponibili i soli valori massimi misurati (e non i relativi percentili). La differenza tra percentili stimati e valori massimi misurati è comunque così elevata (ordini di grandezza), che risulta evidente un trascurabile contributo ENDESA alle concentrazioni totali. Tale conclusione è per altro rafforzata dal confronto tra il massimo assoluto della media annua registrato nel dominio di calcolo ed i valori massimi registrati presso le stazioni di misura.

Confronto dei Valori Stimati con Quelli Limite

Per i due inquinanti in oggetto ed in tutti gli scenari considerati, le concentrazioni massime giornaliere stimate risultano inferiori ai relativi limiti normativi di riferimento. Presso tutte le stazioni della rete di Porto Torres la massima concentrazione stimata di SO₂ è inferiore al 10% del valore limite nello *Scenario 0* e ancor inferiore negli altri scenari. Il valore massimo all'interno del dominio ristretto è dell'ordine del 50% del limite: valore quindi non del tutto trascurabile e in qualche modo da monitorare. Si osservi tuttavia che nello *Scenario 2*, ritenuto maggiormente rappresentativo del vero contributo ENDESA, il valore massimo diviene inferiore al 30% del limite. Il contributo ENDESA alle concentrazioni giornaliere di polveri è invece trascurabile: circa pari al 7% del limite nel punto di massimo impatto del dominio e del tutto trascurabile presso le stazioni (valida anche cautelativamente considerando lo *Scenario 0* ed assumendo a riferimento il limite applicabile a partire dal 2010).

Le concentrazioni medie giornaliere misurate mostrano valori superiori al limite applicabile ma in nessuna stazione il limite è stato superato oltre 35 volte e quindi i valori normativi debbono ritenersi rispettati, con limitato margine. Considerando la relativa criticità delle concentrazioni di polveri emersa anche nel considerare le concentrazioni medie annue, è quindi importante sottolineare lo scarso contributo ENDESA a tali valori.

3.1.2 Concentrazioni Massime Orarie

Il confronto tra concentrazioni massime orarie stimate e misurate è il più difficile. Le concentrazioni di picco non dipendono infatti dalle condizioni di esercizio e meteorologiche medie, bensì dalle specifiche condizioni che si verificano di ora in ora.

A fini autorizzativi, è certamente corretto valutare la situazione peggiore: considerare cioè il caso che in ogni situazione meteorologica lo scenario emissivo possa risultare quello massimo possibile. Nel confronto con i valori misurati, questo approccio può portare a sovrastime eccessive e prive di significato. Per mostrare l'entità del fenomeno, sono state confrontate le concentrazioni stimate e misurate presso le stazioni di monitoraggio, ammettendo uno scenario emissivo corrispondente a quello 0.



La stazione presso la quale si palesa la maggior sovrastima è la CENSS8: la concentrazione oraria massima di SO₂ misurata dalla stazione nel corso del 2006 è infatti risultata pari a 33,4 µg/m³, mentre la massima concentrazione stimata ammettendo lo *Scenario 0* è risultata di ben 126 µg/m³.

Tuttavia, analizzando i primi 10 valori di picco calcolati dal codice in corrispondenza dello *Scenario 0* ed incrociandoli con i dati emissivi specifici delle singole ore in cui tali massimi risultano verificarsi, si trova la seguente sequenza.

Gruppo	Potenza Effettiva (MW)	Potenza assunta nello Scenario 0 (MW)	Concentrazione Massima Stimata (µg/m ³)
04/02/2006 ore 14:00			
1	49	160	126,3
2	47	160	
3	280	320	
4	276	320	
5	0	40	
6	0	40	
27/11/2006 ore 11:00			
1	0	160	112,8
2	41	160	
3	234	320	
4	253	320	
5	0	40	
6	0	40	
09/07/2006 ore 8:00			
1	0	160	109,7
2	74	160	
3	267	320	
4	272	320	
5	0	40	
6	0	40	
24/05/2006 ore 9:00			
1	40	160	109,3
2	0	160	
3	213	320	
4	301	320	
5	0	40	
6	0	40	
16/05/2006 ore 8:00			
1	54	160	106,6
2	0	160	
3	280	320	
4	280	320	
5	0	40	
6	0	40	



15/07/2006 ore 8:00			
1	61	160	106,2
2	61	160	
3	252	320	
4	283	320	
5	0	40	
6	0	40	
22/07/2006 ore 8:00			
1	128	160	105,8
2	136	160	
3	298	320	
4	289	320	
5	0	40	
6	0	40	
13/04/2006 ore 10:00			
1	0	160	102,5
2	0	160	
3	0	320	
4	298	320	
5	0	40	
6	38	40	
03/07/2006 ore 8:00			
1	0	160	100,9
2	86	160	
3	300	320	
4	297	320	
5	0	40	
6	0	40	
05/04/2006 ore 9:00			
1	111	160	98,8
2	114	160	
3	213	320	
4	212	320	
5	0	40	
6	0	40	

Dalla tabella precedente si evince facilmente come il massimo assoluto veramente attribuibile alla Centrale, nel corso del 2006, non possa essere calcolato ammettendo un esercizio continuo della Centrale stessa: in corrispondenza degli orari in cui sono stimate le massime concentrazioni presso la stazione CENSS8, la Centrale era sempre in condizioni di regime assai ridotto. D'altra parte, un valore realistico potrebbe essere desunto solamente tramite la conoscenza e la simulazione, momento per momento, della effettiva concentrazione e potenza. Questa procedura richiede tempi di calcolo e di gestione dei dati eccessivi e non realistici.



Nel seguito di questo documento si riportano quindi:

- i valori statistici di concentrazione previsti dalla norma, confrontati con i valori limite (si ricorda che il *Rapporto sulla Qualità dell'Aria* non riporta i valori misurati dei parametri statistici qui in esame, ma solo per i valori massimi orari). I valori stimati si riferiscono allo *Scenario 0 ed allo Scenario 2*, che tiene conto della concentrazione media al punto di emissione dei gruppi 3-4, nel corso del 2006;
- i valori massimi assoluti nello *Scenario 2*, da confrontare con il valore massimo assoluto misurato.

Non è possibile un confronto diretto dei parametri statistici stimati con quello misurati, non essendo disponibili le misure. Per le polveri, le cui concentrazioni di picco orarie non sono normate, non è effettuato alcun confronto.



Tabella 14 Massimo Assoluto e 99,7° percentile della Concentrazione Oraria per SO₂

	Concentrazione Misurata	Concentrazione stimata (µg/m ³)		
	Massima	Massima	99,7 percentile	
	(µg/m ³)	Scenario 2 ⁽²⁾	Scenario 0 ⁽¹⁾	Scenario 2 ⁽²⁾
CENS15	50,8	91,9	74,6	67,9
CENSS8	33,4	96,8	59,8	52,5
CENSS3	171,2	74,2	43,1	37,9
CENSS1	-	70,4	31,6	27,8
CENSS4	84,9	63,6	29,9	26,4
CENSS5	104,7	57,8	27,9	24,6
CENS11	22,0	89,6	63,8	60,4
CENS12	49,1	64,8	34,8	32,4
CENS13	36,1	27,3	26,7	24,6
CENS14	30,2	23,0	24,3	22,1
CENSS6	25,6	79,6	46,7	44,3
Valore massimo del 99,7° percentile nel dominio ristretto (18 km di lato) ^(*)		-	303,3	278,3
Valore massimo del 99,7° percentile nel dominio ampio (50 km di lato) ^(*)		-	167,0	156,0
Limite di riferimento (µg/m³)		350 µg/Nm ³ da non superare più di 24 volte l'anno		

(1). I gruppi 1-2 e 3-4 sono ipotizzati in funzione per 24 ore e i gruppi TGG-TGE nelle sole ore diurne.

(2). Valori di concentrazione ridotti per tenere conto che nel corso del 2006 la concentrazione media di SO₂ ed NO_x al punto di emissione dei gruppi 3-4 è risultata pari a 272 e 146,25 mg/Nm³ contro i 400 e 200 mg/Nm³ autorizzati (come risulta dalle misure periodiche effettuate nel corso del 2006, utilizzate anche per il calcolo della concentrazione di microinquinanti).

(*). Si ricorda che per le stazioni il valore fornito in tabella è puntuale. I valori riferiti al dominio sono rappresentativi delle concentrazioni su una cella di 1 km (dominio ristretto) e 2 km di lato (dominio ampio).



Tabella 15 Massimo Assoluto e 99,8° percentile della Concentrazione Oraria per NO₂

	Concentrazione Misurata	Concentrazione stimata (µg/m ³)		
		Massima	Massima	99,8 percentile
	(µg/m ³)	Scenario 2 ⁽²⁾	Scenario 0 ⁽¹⁾	Scenario 2 ⁽²⁾
CENS15	129,2	72,66	61,43	57,7
CENSS8	-	68,45	42,90	39,5
CENSS3	117,7	39,41	28,48	26,1
CENSS1	-	41,82	21,88	20,1
CENSS4	66,8	37,40	19,71	18,1
CENSS5	-	34,73	19,51	17,8
CENS11	285,6	78,3	25,8	24,7
CENS12	127,9	55,3	18,0	17,2
CENS13	206,1	27,5	14,3	13,5
CENS14	-	23,6	13,4	12,5
CENSS6	123,3	70,1	22,6	21,7
Valore massimo e massimo del 99,8° percentile nel dominio ristretto (18 km di lato) ^(*)		-	171,6	157,1
Valore massimo e massimo del 99,8° percentile nel dominio ampio (50 km di lato) ^(*)		-	76,0	71,6
Limite di riferimento (µg/m³)	200 µg/Nm ³ da non superare più di 18 volte l'anno ^(**)			

(1). I gruppi 1-2 e 3-4 sono ipotizzati in funzione per 24 ore e i gruppi TGG-TGE nelle sole ore diurne.

(2). Valori di concentrazione ridotti per tenere conto che nel corso del 2006 la concentrazione media di SO₂ ed NO_x al punto di emissione dei gruppi 3-4 è risultata pari a 272 e 146,25 mg/Nm³ contro i 400 e 200 mg/Nm³ autorizzati (come risulta dalle misure periodiche effettuate nel corso del 2006, utilizzate anche per il calcolo della concentrazione di microinquinanti).

(*). Si ricorda che per le stazioni il valore fornito in tabella è puntuale. I valori riferiti al dominio sono rappresentativi delle concentrazioni su una cella di 1 km (dominio ristretto) e 2 km di lato (dominio ampio).

(**). Valore valido per l'NO₂, cautelativamente confrontato con la concentrazione oraria di NO_x.



Confronto dei Valori Stimati con Quelli Misurati

Nonostante le modalità applicative qui utilizzate siano meno cautelative di quelle utilizzate in precedenza con il modello SAFEAIR II, è evidente che le concentrazioni stimate continuano ad essere sovrastimate: nei casi estremi delle postazioni corrispondenti alle stazioni CENSS8 e CENS11, il massimo assoluto stimato delle concentrazioni di biossido di zolfo (nello *Scenario 2*) è dell'ordine del triplo di quello misurato. La precedente tabella inerente il confronto dei più elevati 10 valori di concentrazione dell'SO₂ calcolati presso la stazione CENSS8 con la potenza effettivamente in esercizio in tali momenti, evidenzia il motivo all'origine di tale palese sovrastima. Si ritiene quindi che il confronto tra dati stimati e calcolati abbia, nel caso specifico delle concentrazioni massime, solo valore indicativo e non possa essere utilizzato per una effettiva stima del contributo ENDESA.

Si nota in ogni caso:

- il maggior contributo ENDESA presso le stazioni maggiormente prossime alla Centrale (CENSS8 e CENS15) rispetto alle altre;
- un contributo rilevante presso le stazioni della rete di Sassari, dovuto all'influenza dei rilievi montuosi presso cui sorge la città.

Per il biossido di azoto, il contributo ENDESA alle concentrazioni ambientali risulta in ogni caso maggiormente limitato (nel caso peggiore pari a circa il 55% del misurato). Assumendo che per gli ossidi di azoto il livello di sovrastima sia paragonabile a quello relativo all'SO₂, il vero contributo risulta quindi poco significativo.

Confronto dei Valori Stimati e Misurati con i Valori Limite

I valori di concentrazione misurati evidenziano la diversa collocazione delle reti di Porto Torres e Sassari:

- a Porto Torres le concentrazioni di biossido di zolfo sono maggiormente elevate, in relazione alla prossimità delle sorgenti a carattere industriale;
- a Sassari, il traffico determina concentrazioni maggiormente elevate del biossido di azoto.

I dati misurati non evidenziano comunque alcun superamento dei limiti normativi riferiti ai parametri qui analizzati, con forse l'unica eccezione relativa al biossido di azoto e per la sola stazione CENS11 (dove il massimo assoluto di 285 µg/m³ è significativamente superiore al limite e si può quindi ipotizzare che il parametro normato, ossia il 99,8°percentile, sia prossimo al limite stesso, superiore od inferiore ad esso). Si conferma quindi che in relazione al biossido di zolfo e biossido di azoto la qualità dell'aria, nell'area in esame, risulta sufficiente ed addirittura buona presso Porto Torres (a Porto Torres il margine tra massimi valori misurati e limite è ampio).

Di per sé le attività ENDESA non comportano il superamento dei limiti di qualità dell'aria relativi alle concentrazioni di picco in nessun punto del dominio. I massimi assoluti stimati nel dominio ristretto sono più prossimi ai limiti normativi, ma allo stesso tempo è necessario precisare che essi sono raggiunti in prossimità dei rilievi montuosi,



dove da un punto di vista strettamente formale i limiti definiti per la protezione della popolazione non sarebbero applicabili. I valori di picco stimati con l'applicazione di una griglia ad elevata risoluzione (ossia quello del dominio ristretto) sono nettamente superiori a quelli ottenuti con una griglia a passo grossolano: ciò evidenzia che i valori di picco ottenuti con la griglia ristretta sono molto localizzati (in prossimità di singoli rilievi montuosi), e non sono rappresentativi degli effettivi su superfici dell'ordine del km quadrato (come richiesto dal DM 60/2002). Risulta quindi rilevante stimare la porzione di territorio entro il quale sono superati certi margini di sicurezza rispetto al limite normativo (si veda la tabella seguente).

Tabella 16 *Porzioni di Territorio con Concentrazioni Orarie Superiori a Determinati Limiti (dominio ristretto)*

Concentrazione $\mu\text{g}/\text{m}^3$	% di Celle del Dominio Ristretto in cui i Parametri Statistici delle Concentrazioni Orarie Sotto Indicati sono Superiori ai Valori della Colonna di Sinistra			
	99,7° percentile SO ₂		99,8° percentile NO ₂	
	Scenario 0	Scenario 2	Scenario 0	Scenario 2
50	33,6	25,1	22,8	17,9
100	3,41	3,12	1,63	1,44
150	1,90	1,63	0,35	0,10
200	0,90	0,72	0	0
250	0,43	0,28	0	0
300	0,01	0	0	0

Come si osserva il margine per le concentrazioni prossime al limite (350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per SO₂ e 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per NO₂) risulta assai limitato solo in porzioni di territorio assai ridotte (come successivamente meglio commentato nel *Paragrafo 3.4*).

Inoltre, in relazione al biossido di zolfo, occorre considerare che le maggiori sorgenti di tale inquinante, nel territorio in esame, sono costituite dalla sola Centrale ENDESA e dall'area industriale di Porto Torres, posta ad Est della Centrale. Nel calcolo delle concentrazioni di picco, risulta rilevante valutare in quali condizioni le concentrazioni dei due complessi possono sommarsi, dando luogo, eventualmente, a situazioni critiche. Le concentrazioni possono effettivamente sommarsi in caso di venti da Ovest o da Est, i primi dei quali non infrequenti. Tuttavia, con questi venti si hanno concentrazioni dovute alla Centrale ENDESA maggiormente contenute, in quanto non vi sono significativi rilievi orografici che possono determinare valori di picco (come avviene con venti dal settore settentrionale). Non è quindi prevedibile che nelle situazioni in cui le emissioni ENDESA determinano i massimi valori di concentrazione (vento dal settore settentrionale) si possano avere rilevanti effetti somma con altrettanto critiche concentrazioni connesse alle emissioni dell'area industriale di Porto Torres.



3.2 DISTRIBUZIONE DELLE CONCENTRAZIONI AL SUOLO

Nelle seguenti *Figure* sono presentate le mappe di concentrazione al suolo ed i commenti sono essenzialmente riferiti alle concentrazioni del biossido di zolfo, in considerazione della maggiore rilevanza di questo inquinante rispetto agli altri.

In *Figura 3* sono presentate le concentrazioni medie annuali del biossido di zolfo nelle ipotesi emissive corrispondenti allo *Scenario Attuale 0* per il dominio ristretto.

Nella successiva *Figura 4* sono presentate le stesse grandezze (concentrazioni medie annuali del biossido di zolfo), ma nelle ipotesi emissive dello *Scenario Attuale 2* per il dominio ristretto.

Dal confronto diretto delle *Figure 3 e 4* emerge che nello *Scenario Attuale 0* si riscontrano dei valori di ricaduta a terra degli inquinanti maggiori di quelli relativi allo *Scenario Attuale 2* in tutto il dominio, con i massimi che si verificano in prossimità dei rilievi orografici.

Infine in *Figura 5* è mostrata la distribuzione del 99,7° percentile delle concentrazioni orarie di biossido di zolfo, ancora nelle ipotesi dello *Scenario Attuale 2*, ma nel dominio ampio. Per la valutazione delle concentrazioni di picco, è quindi riportata una mappa che presenta il valore dei percentili delle concentrazioni orarie stimate presso ogni singolo punto: le concentrazioni rappresentate non devono quindi intendersi come contemporanee.

Come si osserva, le concentrazioni di picco, che non dipendono dalla frequenza con la quale il vento spira in determinate direzioni, sono sostanzialmente determinate dall'orografia: i massimi si manifestano nei pressi di Punta Argentera e Punta de lu Curnu, ad oltre 18 km verso Sud-SudOvest dalla Centrale. L'andamento orografico in corrispondenza del Comune di Sassari, ad oltre 10 km a Sud-Est della Centrale, laddove le quote del terreno sono superiori ai 200 m s.l.m., impedisce la dispersione atmosferica degli inquinanti producendo quindi un inevitabile effetto di accumulo delle concentrazioni. Pertanto, in corrispondenza della cittadina di Sassari (peraltro già osservato nelle cinque stazioni di monitoraggio urbane di Sassari) si evidenziano degli incrementi di concentrazione che comunque non comportano livelli superiori ai relativi limiti normativi e quindi non risultano critici per la popolazione della salute umana.

Le concentrazioni medie annue per entrambi gli scenari relativi alla situazione attuale mostrano un andamento simile, ma le prevalenti direzioni del vento determinano valori relativamente meno significativi, rispetto al caso precedente, ed una minore incidenza dell'orografia nel determinare valori di picco localizzati. Le mappe delle medie annue mostrano comunque dei massimi in corrispondenza dei monti che si trovano oltre 2 km a Sud e Sud-SudOvest dalla Centrale (Monte San Giusta e Monte Alvaro); tali valori non risultano di per sé critici (abbondantemente inferiori ai limiti di riferimento normativi



come presentato dai risultati tabellari) tanto più anche che si presentano in zone montuose prive di popolazione e centri abitati, laddove quindi i limiti normativi per la protezione della salute umana non risultano applicabili. Nelle zone in pianura, verso Sud-Est, e presso la cittadina di Porto Torres si stimano delle concentrazioni annue inferiori all'1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e quindi del tutto trascurabili.

3.3 CONCLUSIONI INERENTI LA VALIDAZIONE DEL MODELLO

Le misure di qualità dell'aria effettuate dalla rete di Porto Torres evidenziano una situazione buona in relazione alle concentrazioni sia medie che di picco degli ossidi di azoto e zolfo. Le misure presso la rete di Sassari sono ancora migliori per gli ossidi di zolfo mentre le concentrazioni degli ossidi di azoto risultano inferiori ai limiti con minore margine, a causa del traffico locale.

Il contributo ENDESA alle concentrazioni medie misurate di questi due inquinanti è limitato (e quindi a maggior ragione il contributo ENDESA è limitato nei confronti dei limiti di qualità dell'aria). E' stata mostrata la difficoltà con la quale è possibile stimare il contributo di ENDESA alle concentrazioni di picco sia di SO_2 che NO_2 ; in alcune stazioni (quelle più prossime alla Centrale e presumibilmente quelle effettivamente maggiormente impattate da ENDESA) il solo contributo stimato è risultato superiore di un fattore circa 3 al totale misurato. Si deve tuttavia osservare che presso le stazioni in cui si verifica la maggiore sovrastima (CENSS8 e CENS11), il valore misurato è limitato (tra i più bassi dell'intera area): gli impatti effettivi non sono quindi critici.

Viceversa le polveri sottili misurate dalle stazioni della rete mostrano concentrazioni medie annue prossime ai valori limite, e sono quindi, in certo qual modo, maggiormente critiche, pur in assenza di fenomeni allarmanti. Appare quindi rilevante constatare che il contributo ENDESA alle concentrazioni ambientali è assai limitato e risulta ordini di grandezza inferiore ai limiti vigenti in tema di qualità dell'aria.

Spostando l'attenzione dalle postazioni di misura ai valori di concentrazione stimati all'interno del dominio, si osserva che le concentrazioni medie annue di tutti gli inquinanti (macroinquinanti e microinquinanti) sono lontane dai limiti vigenti e quindi il contributo ENDESA ai livelli di inquinamento è limitato e per alcuni inquinanti del tutto trascurabile (ordini di grandezza inferiori ai limiti vigenti). Per i soli ossidi di azoto e zolfo e per le sole concentrazioni di picco sono previste concentrazioni inferiori ai limiti di legge ma relativamente elevate. Occorre tuttavia considerare quanto già enunciato in merito ai livelli di sovrastima e considerare che i massimi si manifestano in aree ove formalmente i limiti inerenti le concentrazioni di picco (volti alla protezione della popolazione) non sono applicabili.



4 SCENARI FUTURI

In questo Capitolo sono presentati:

- i risultati delle simulazioni eseguite per i due scenari futuri ipotizzati per lo sviluppo della Centrale (*Scenario Futuro 1* e *Scenario Futuro 2*);
- i confronti tra le stime degli impatti indotti dagli scenari futuri e lo stato emissivo attuale della Centrale.

Tra i macroinquinanti sono considerate le polveri ed il PM10 primario. In questa sede si è cautelativamente assunto che tutto il PTS emesso consista in PM10 primario. Analogamente, si ammette che tutti gli NOx emessi siano convertiti in atmosfera ad NO₂.

Per ogni inquinante sono state stimate le concentrazioni *long-term*, ossia medie annue, e le concentrazioni *short-term*, ossia massimi orari, massimi nelle 8 ore (solo per il CO), massimi giornalieri e parametri statistici espressi in percentili.

Per quanto riguarda i percentili sono stati calcolati i seguenti parametri:

- 99,7° percentile della concentrazione media oraria di SO₂, corrispondente al valore da non superare più di 24 volte all'anno;
- 99,2° percentile della concentrazione media giornaliera di SO₂, corrispondente al valore da non superare più di 3 volte all'anno;
- 99,8° percentile della concentrazione media oraria di NO₂, corrispondente al valore da non superare più di 18 volte all'anno;
- 90,4° percentile della concentrazione media giornaliera di PM10, corrispondente al valore da non superare più di 35 volte all'anno a partire dal 01/01/2005;
- 98,1° percentile della concentrazione media giornaliera di PM10, corrispondente al valore da non superare più di 7 volte all'anno a partire dal 01/01/2010.

4.1 CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI

In tabella seguente sono riportate le concentrazioni medie annue dei vari macroinquinanti presso le stazioni e all'interno del dominio di calcolo. Sono riportate le concentrazioni che potrebbero derivare da un esercizio continuo alla massima capacità autorizzata.

Per ognuno degli inquinanti e scenari considerati, si riportano nelle seguenti tabelle le concentrazioni medie annue stimate dal modello presso le stazioni di monitoraggio.



Tabella 17 Concentrazioni Medie Annuali per SO₂ – Scenari Futuro 1 e Futuro 2

	Concentrazione stimata (µg/m ³) ⁽¹⁾	
	Scenario Futuro 1	Scenario Futuro 2
	CENS15	0,71
CENSS8	0,77	0,41
CENSS3	0,70	0,39
CENSS1	0,96	0,54
CENSS4	0,81	0,46
CENSS5	0,68	0,39
CENS11	0,34	0,18
CENS12	0,25	0,14
CENS13	0,25	0,14
CENS14	0,24	0,14
CENSS6	0,30	0,17
Valore massimo della media annuale nel dominio ristretto (18 km di lato)^(*)	3,57	1,95
Valore massimo della media annuale nel dominio ampio (50 km di lato)^(*)	3,49	1,95
Limite di riferimento (µg/m³)	20/50 (**)	

(1). Nello scenario emissivo il funzionamento dei gruppi TGG e TGE è ipotizzato pari a 500 ore/anno.

(*) Si ricorda che per le stazioni il valore fornito in tabella è puntuale. I valori riferiti al dominio sono rappresentativi delle concentrazioni su una cella di 1 km (dominio ristretto) e 2 km di lato (dominio ampio).

(**). 20 µg/m³: valore limite normato dal DM 60/02 per la protezione della vegetazione.

50 µg/m³: valore guida per la protezione della salute umana consigliato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità nel documento *Air Quality Guidelines for Europe* (World Health Organization WHO – Update and revision. EUR/IGP/EHAZ94.05/PB01, 1995). Valore non normato per le postazioni urbane o industriali dal DM 60/2002.



Tabella 18 Concentrazioni Medie Annuali per NO₂ – Scenari Futuro 1 e Futuro 2

	Concentrazione stimata (µg/m ³) ⁽¹⁾	
	Scenario Futuro 1 ⁽²⁾	Scenario Futuro 2 ^{(2),(3)}
CENS15	0,46	0,33
CENSS8	0,47	0,32
CENSS3	0,41	0,29
CENSS1	0,57	0,41
CENSS4	0,48	0,35
CENSS5	0,41	0,29
CENS11	0,20	0,13
CENS12	0,15	0,10
CENS13	0,15	0,11
CENS14	0,15	0,11
CENSS6	0,18	0,12
Valore massimo della media annuale nel dominio ristretto (18 km di lato)^(*)	1,97	1,34
Valore massimo della media annuale nel dominio ampio (50 km di lato)^(*)	1,93	1,34
Limite di riferimento (µg/m³)	40 ^(**)	

(1). Nello scenario emissivo il funzionamento dei gruppi TGG e TGE è ipotizzato pari a 500 ore/anno.

(2). Valori di emissione pari a 150 mg/Nm³ per NO_x del gruppo 5 a carbone.

(3). Valori di emissione pari a 40 mg/Nm³, come media oraria, di NO_x per il gruppo TG-CC.

(*) . Si ricorda che per le stazioni il valore fornito in tabella è puntuale. I valori riferiti al dominio sono rappresentativi delle concentrazioni su una cella di 1 km (dominio ristretto) e 2 km di lato (dominio ampio).

(**). La concentrazione stimata di NO_x è cautelativamente confrontata con quella misurata di NO₂.



Tabella 19 Concentrazioni Medie Annuali per PM10 – Scenari Futuro 1 e Futuro 2

	Concentrazione stimata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁽¹⁾	
	Scenario Futuro 1 ⁽²⁾	Scenario Futuro 2 ⁽²⁾
	CENS15	0,09
CENSS8	0,09	0,05
CENSS3	0,08	0,05
CENSS1	0,12	0,06
CENSS4	0,10	0,05
CENSS5	0,08	0,05
CENS11	0,04	0,02
CENS12	0,03	0,02
CENS13	0,03	0,02
CENS14	0,03	0,02
CENSS6	0,04	0,02
Valore massimo della media annuale nel dominio ristretto (18 km di lato)^(*)	0,43	0,23
Valore massimo della media annuale nel dominio ampio (50 km di lato)^(*)	0,42	0,23
Limite di riferimento ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	20/40 ^(**)	

(1). Nello scenario emissivo il funzionamento dei gruppi TGG e TGE è ipotizzato pari a 500 ore/anno.

(2). Valori di emissione pari a 20 mg/Nm³ per PTS del gruppo 5 a carbone.

(*). Si ricorda che per le stazioni il valore fornito in tabella è puntuale. I valori riferiti al dominio sono rappresentativi delle concentrazioni su una cella di 1 km (dominio ristretto) e 2 km di lato (dominio ampio).

(**). Il limite è da applicarsi al PM10; in particolare quello di 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ è da rispettare a partire dal 01/1/2010, mentre il limite di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a partire dal 01/01/2005.



Tabella 20 Concentrazioni Medie Annuali per CO – Scenari Futuro 1 e Futuro 2

	Concentrazione stimata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁽¹⁾	
	Scenario Futuro 1	Scenario Futuro 2
	CENS15	0,38
CENSS8	0,42	0,25
CENSS3	0,38	0,24
CENSS1	0,52	0,33
CENSS4	0,44	0,28
CENSS5	0,37	0,24
CENS11	0,19	0,11
CENS12	0,14	0,09
CENS13	0,13	0,09
CENS14	0,13	0,09
CENSS6	0,17	0,10
Valore massimo della media annuale nel dominio ristretto (18 km di lato)^(*)	1,95	1,20
Valore massimo della media annuale nel dominio ampio (50 km di lato)^(*)	1,91	1,20
Limite di riferimento ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	350 (**)	

(1). Nello scenario emissivo il funzionamento dei gruppi TGG e TGE è ipotizzato pari a 500 ore/anno.

(*). Si ricorda che per le stazioni il valore fornito in tabella è puntuale. I valori riferiti al dominio sono rappresentativi delle concentrazioni su una cella di 1 km (dominio ristretto) e 2 km di lato (dominio ampio).

(**). Valore obiettivo tratto *Horizontal Guidance IPPC H1* della *Environmental Agency* (Agenzia Ambientale Britannica).

Allo stato attuale non sono presenti valori limite normativi per la concentrazione media annuale di CO. Ad ogni modo nel presente documento è stato considerato a riferimento il valore obiettivo di $350 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dalla *Horizontal Guidance IPPC H1* della *Environmental Agency* (Agenzia Ambientale Britannica). I risultati ottenuti per le concentrazioni medie annuali di CO mostrano per gli scenari futuri dei valori massimi nei domini di calcolo considerati che sono dell'ordine di qualche unità di $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ e quindi due ordini di grandezza inferiori al valore obiettivo di $350 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.



Confronto dei Valori Stimati con i Valori Limite

Le simulazioni effettuate mostrano che, nell'area di rilevamento, nessuno degli inquinanti rivela particolari criticità. Dal confronto con i valori limite normativi emerge che le concentrazioni stimate di NO₂, SO₂, PTS e CO sono nettamente inferiori ai limiti applicabili (i valori massimi sono di uno o due ordini di grandezza inferiori rispetto al valore limite).

Inoltre, confrontando i risultati previsti negli scenari futuri con quelli delle attuali emissioni prodotte dalla Centrale, emerge la considerazione che entrambe le configurazioni studiate rappresentano un miglioramento della attuale situazione emissiva.



4.2 RISULTATI DI SHORT-TERM: CONCENTRAZIONI MASSIME GIORNALIERE E MASSIME ORARIE

39

4.2.1 Concentrazioni Massime Giornaliere

Per tutti gli scenari considerati, le concentrazioni giornaliere sono state stimate per l'SO₂ ed il PM10 (assumendo che tutte le polveri emesse debbano essere assimilate a PM10), calcolandone rispettivamente il 99,2° e il 90,4° e 98,1° percentile. La media giornaliera degli ossidi di azoto, non normata, non è riportata.

Tabella 21 99,2° percentile delle Concentrazioni Giornaliere per SO₂ – Scenari Futuro 1 e Futuro 2

	Concentrazione stimata (µg/m ³) ⁽¹⁾	
	Scenario Futuro 1	Scenario Futuro 2
CENS15	4,78	2,78
CENSS8	6,65	3,74
CENSS3	4,62	2,66
CENSS1	3,95	2,29
CENSS4	3,20	1,88
CENSS5	3,16	1,85
CENS11	2,51	1,34
CENS12	1,44	0,86
CENS13	1,40	0,85
CENS14	1,40	0,85
CENSS6	1,90	1,00
Valore massimo del 99,2° percentile giornaliero nel dominio ristretto (18 km di lato) ^(*)	26,49	13,02
Valore massimo del 99,2° percentile giornaliero nel dominio ampio (50 km di lato) ^(*)	20,33	10,94
Limite di riferimento (µg/m ³)	125	

(1). Negli scenari emissivi è ipotizzato il funzionamento nelle sole ore diurne quello dei gruppi TGG e TGE e in continuo negli altri gruppi.

(*). Si ricorda che per le stazioni il valore fornito in tabella è puntuale. I valori riferiti al dominio sono rappresentativi delle concentrazioni su una cella di 1 km (dominio ristretto) e 2 km di lato (dominio ampio).



Tabella 22 90,4° e 98,1° percentili delle Concentrazioni Giornaliere per PM10 – Scenari Futuro 1 e Futuro 2

	Concentrazione stimata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁽¹⁾			
	Scenario Futuro 1 ⁽²⁾		Scenario Futuro 2 ⁽²⁾	
	90,4°	98,1°	90,4°	98,1°
CENS15	0,33	0,57	0,21	0,37
CENSS8	0,30	0,65	0,17	0,40
CENSS3	0,25	0,38	0,15	0,23
CENSS1	0,35	0,48	0,21	0,29
CENSS4	0,31	0,40	0,19	0,25
CENSS5	0,25	0,36	0,16	0,22
CENS11	0,11	0,25	0,07	0,13
CENS12	0,09	0,15	0,05	0,09
CENS13	0,08	0,16	0,05	0,10
CENS14	0,08	0,16	0,05	0,37
CENSS6	0,11	0,19	0,06	0,11
Valore massimo del percentile nel dominio ristretto (18 km di lato) ^(*)	1,30	2,63	0,69	1,26
Valore massimo del percentile nel dominio ampio (50 km di lato) ^(*)	1,19	2,21	0,67	1,16
Limite di riferimento per PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	50 dal 01/01/2005 – 90,4° percentile 50 dal 01/01/2010 – 98,1° percentile			

(1). Negli scenari emissivi è ipotizzato il funzionamento nelle sole ore diurne quello dei gruppi TGG e TGE e in continuo negli altri gruppi.

(2). Valori di emissione pari a 20 mg/Nm³ per PTS del gruppo 5 a carbone.

(*) Si ricorda che per le stazioni il valore fornito in tabella è puntuale. I valori riferiti al dominio sono rappresentativi delle concentrazioni su una cella di 1 km (dominio ristretto) e 2 km di lato (dominio ampio).



Confronto dei Valori Stimati con i Valori Limite

Per i due inquinanti in oggetto ed in tutti gli scenari considerati, le concentrazioni massime giornaliere stimate risultano fortemente inferiori ai relativi limiti normativi di riferimento: i valori massimi di un ordine di grandezza, mentre i valori misurati nelle stazioni di ben due o tre ordini di grandezza.

Confrontando direttamente i risultati delle simulazioni negli scenari futuri con quelli ottenuti secondo la configurazione attuale emerge che adottando ciascuno degli scenari ipotizzati si ottiene una riduzione della concentrazione di inquinanti ed un conseguente miglioramento della qualità dell'aria.



4.2.2 Concentrazioni Massime Orarie

Per tutti gli scenari considerati, le concentrazioni massime orarie sono state stimate per l'SO₂ e NO₂, calcolandone rispettivamente il 99,7° e il 99,8° percentile. I massimi orari delle polveri, non normati, non sono riportati.

Tabella 23 99,7° percentile della Concentrazione Oraria per SO₂ – Scenari Futuro 1 e Futuro 2

	Concentrazione stimata (µg/m ³) ⁽¹⁾	
	Scenario Futuro 1	Scenario Futuro 2
CENS15	26,79	15,26
CENSS8	28,78	16,40
CENSS3	20,15	11,62
CENSS1	15,09	8,97
CENSS4	13,59	8,13
CENSS5	13,53	7,74
CENS11	11,96	6,38
CENS12	8,16	4,83
CENS13	6,89	4,17
CENS14	6,93	4,21
CENSS6	9,36	5,18
Valore massimo del 99,7° percentile nel dominio ristretto (18 km di lato) ^(*)	145,31	80,78
Valore massimo del 99,7° percentile nel dominio ampio (50 km di lato) ^(*)	51,91	29,27
Limite di riferimento (µg/m³)	350 µg/Nm ³ da non superare più di 24 volte l'anno	

(1). Negli scenari emissivi è ipotizzato il funzionamento nelle sole ore diurne quello dei gruppi TGG e TGE e in continuo negli altri gruppi.

(*). Si ricorda che per le stazioni il valore fornito in tabella è puntuale. I valori riferiti al dominio sono rappresentativi delle concentrazioni su una cella di 1 km (dominio ristretto) e 2 km di lato (dominio ampio).



Tabella 24 99,8° percentile della Concentrazione Oraria per NO₂– Scenari Futuro 1 e Futuro 2

	Concentrazione stimata (µg/m ³) ⁽¹⁾	
	Scenario 2 ⁽²⁾	Scenario 3 ⁽²⁾
CENS15	39,07	32,94
CENSS8	29,99	24,01
CENSS3	20,08	16,31
CENSS1	15,49	12,85
CENSS4	13,76	10,77
CENSS5	13,47	11,39
CENS11	10,93	8,40
CENS12	9,05	7,18
CENS13	9,28	7,89
CENS14	9,34	7,94
CENSS6	9,41	7,25
Valore massimo del 99,8° percentile nel dominio ristretto (18 km di lato) ^(*)	103,53	73,93
Valore massimo del 99,8° percentile nel dominio ampio (50 km di lato) ^(*)	48,78	40,66
Limite di riferimento (µg/m³)	200 µg/Nm ³ da non superare più di 18 volte l'anno ^(**)	

(1). Negli scenari emissivi è ipotizzato il funzionamento nelle sole ore diurne quello dei gruppi TGG e TGE e in continuo negli altri gruppi.

(2) Valori di emissione pari a 40 mg/Nm³, come media oraria, di NO_x per il gruppo TG-CC.

(*). Si ricorda che per le stazioni il valore fornito in tabella è puntuale. I valori riferiti al dominio sono rappresentativi delle concentrazioni su una cella di 1 km (dominio ristretto) e 2 km di lato (dominio ampio).

(**). Valore valido per l'NO₂, cautelativamente confrontato con la concentrazione oraria di NO_x.



I risultati delle simulazioni relative agli scenari futuri non prevedono alcun superamento dei limiti normativi riferiti ai parametri qui analizzati. I valori massimi dei percentili sono abbondantemente inferiori al limite di riferimento previsto dalla normativa vigente.

I valori di picco stimati con l'applicazione di una griglia ad elevata risoluzione (ossia quello del dominio ristretto) sono nettamente superiori a quelli ottenuti con una griglia a passo grossolano: i valori di picco ottenuti con la griglia ristretta sono puntuali e localizzati in prossimità di singoli rilievi montuosi; essi non sono rappresentativi per superfici dell'ordine del km quadrato (come richiesto dal DM 60/2002). Risulta quindi rilevante stimare la porzione di territorio entro il quale sono superati certi margini di sicurezza rispetto al limite normativo (si veda la *Tabella* seguente).

Come si osserva, la percentuale di territorio entro cui le concentrazioni sono superiori al 25% del limite normativo (350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per SO_2 e 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per NO_2) risulta decisamente ridotta.

Tabella 25 *Porzioni di Territorio con Concentrazioni Orarie Superiori a Determinati Limiti (dominio ristretto)*

Concentrazione $\mu\text{g}/\text{m}^3$	% di Celle del Dominio Ristretto in cui i Parametri Statistici delle Concentrazioni Orarie Sotto Indicati sono Superiori ai Valori della Colonna di Sinistra			
	99,7° percentile SO_2		99,8° percentile NO_2	
	Scenario Futuro 1	Scenario Futuro 2	Scenario Futuro 1	Scenario Futuro 2 ⁽¹⁾
50	1,44	0,88	2,58	1,64
100	0,93	0	0,39	0
150	0,25	0	0	0
200	0	0	0	0
250	0	0	0	0
300	0	0	0	0

(1). Valori di emissione pari a 40 mg/Nm^3 , come media oraria, di NO_x per il gruppo TG-CC.



Tabella 26 Concentrazione Media nelle 8 ore per CO – Scenari Futuro 1 e Futuro 2

	Concentrazione stimata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁽¹⁾	
	Scenario Futuro 1	Scenario Futuro 2
CENS15	9,43	5,54
CENSS8	9,52	5,66
CENSS3	7,90	5,02
CENSS1	6,17	3,94
CENSS4	5,51	3,54
CENSS5	4,77	3,07
CENS11	7,14	4,03
CENS12	4,09	2,34
CENS13	2,39	1,51
CENS14	2,22	1,43
CENSS6	3,44	2,06
Valore massimo nel dominio ristretto (18 km di lato) ^(*)	57,81	32,42
Valore massimo nel dominio ampio (50 km di lato) ^(*)	62,12	34,51
Limite di riferimento ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ^(**)	10.000	

(1). Negli scenari emissivi è ipotizzato il funzionamento nelle sole ore diurne quello dei gruppi TGG e TGE e in continuo negli altri gruppi.

(*). Si ricorda che per le stazioni il valore fornito in tabella è puntuale. I valori riferiti al dominio sono rappresentativi delle concentrazioni su una cella di 1 km (dominio ristretto) e 2 km di lato (dominio ampio).

(**). Valore obiettivo tratto *Horizontal Guidance IPPC H1* della *Environmental Agency* (Agenzia Ambientale Britannica).

Analizzando i dati riportati in **Tabella 26** si evince che le concentrazioni stimate di CO sono abbondantemente inferiori al limite di riferimento considerato: i valori massimi sia nel dominio ristretto che in quello esteso sono più piccoli di 3 ordini di grandezza, mentre i valori stimati in prossimità delle stazioni di misura risultano inferiori alla decina di $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e pertanto sono minori di quattro ordini di grandezza rispetto al valore obiettivo.



4.3 RISULTATI PER I MICROINQUINANTI

Per gli scenari futuri sono state stimate le concentrazioni *long-term*, ossia medie annue, dei microinquinanti.

Oltre alle stime di dispersione atmosferica di SO₂, NO_x e polveri totali, sono stati simulati anche i seguenti principali microinquinanti: Cadmio (Cd), Tallio (Tl), Mercurio (Hg), Nichel (Ni), Arsenico (As), Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e diossine e furani (PCDD/PCDF). Le emissioni di tali inquinanti sono state considerate solo per i gruppi a carbone (3-4-5 nello *Scenario Futuro 1* e 4-5 nello *Scenario Futuro 2*), tenendo conto dei valori medi ottenuti dalle misure eseguite sui gruppi 3-4 nel corso dell'anno 2006.

Per ogni inquinante sono state stimate solo le concentrazioni di *long-term*, ossia medie annue, in modo da poter confrontare i valori stimati con i limiti di riferimento vigenti. Per quanto riguarda tali limiti, il Dlgs 152/07 (*Attuazione della direttiva 2004/107/Ce concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente*) indica i valori obiettivo per la concentrazione nell'aria ambiente dell'arsenico, del cadmio, del nichel e del benzo(a)pirene, calcolati come media annuale.

Per il Tallio, il cui valore limite di emissione è associato a quello del cadmio, si assumerà un valore limite di qualità dell'aria uguale a quello del cadmio stesso.

Nel caso del mercurio, in mancanza di limiti legislativi, si è fatto riferimento alle indicazioni della WHO. Il limite, definito come media annua, è pari a 1 µg/m³ espresso come vapori di mercurio inorganico.

Per quanto riguarda invece diossine e furani (PCDD/PCDF), attualmente non sono vigenti, né a livello nazionale né a livello internazionale, limiti per le concentrazioni in atmosfera. Inoltre, l'esposizione per inalazione diretta costituisce solo una minima percentuale dell'esposizione totale, che avviene principalmente per via alimentare. La concentrazione in aria in ambiente urbano di PCDD/PCDF equivalenti è stimata intorno a 1pg/m³. L'attuale TDI (Dose Giornaliera Tollerabile) è pari a 1-4 pg/m³.

La stima delle concentrazioni medie annue è stata condotta analogamente ai macroinquinanti, come indicato nel **Paragrafo 3.1**. Per ognuno dei microinquinanti si riportano nelle seguenti tabelle le concentrazioni medie annue stimate dal modello presso le stazioni di monitoraggio, nonostante per questi inquinanti non siano disponibili misure strumentali presso le stazioni ottenute nel corso del 2006 in modo da poter effettuare il confronto con i livelli di inquinamento di fondo.



Tabella 27 Concentrazioni Medie Annuali per Cadmio (Cd) – Scenari Futuro 1 e Futuro 2

	Concentrazione stimata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	Scenario Futuro 1	Scenario Futuro 2
CENS15	2,07E-07	1,23E-07
CENSS8	2,28E-07	1,33E-07
CENSS3	2,07E-07	1,28E-07
CENSS1	2,85E-07	1,77E-07
CENSS4	2,40E-07	1,51E-07
CENSS5	2,03E-07	1,27E-07
CENSS6	9,03E-08	5,56E-08
CENS11	1,01E-07	6,10E-08
CENS12	7,38E-08	4,57E-08
CENS13	7,25E-08	4,61E-08
CENS14	7,20E-08	4,60E-08
Valore massimo della media annua nel dominio ristretto (18 km di lato)	1,06E-06	6,48E-07
Valore massimo della media annua nel dominio ampio (50 km di lato)	1,04E-06	6,48E-07
Limite di riferimento	5 ng/m^3 (oppure 5,0E-03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	



Tabella 28 Concentrazioni Medie Annuali per Tallio (Tl) – Scenari Futuro 1 e Futuro 2

	Concentrazione stimata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	Scenario 2	Scenario 3
CENS15	1,57E-06	9,33E-07
CENSS8	1,74E-06	1,01E-06
CENSS3	1,57E-06	9,74E-07
CENSS1	2,16E-06	1,35E-06
CENSS4	1,83E-06	1,15E-06
CENSS5	1,54E-06	9,68E-07
CENSS6	6,86E-07	4,23E-07
CENS11	7,70E-07	4,64E-07
CENS12	5,61E-07	3,48E-07
CENS13	5,51E-07	3,50E-07
CENS14	5,47E-07	3,49E-07
Valore massimo della media annua nel dominio ristretto (18 km di lato)	8,07E-06	4,92E-06
Valore massimo della media annua nel dominio ampio (50 km di lato)	7,91E-06	4,92E-06
Limite di riferimento	5 ng/m^3 (oppure 5,0E-03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	



Tabella 29 Concentrazioni Medie Annuali per Mercurio (Hg) – Scenari Futuro 1 e Futuro 2

	Concentrazione stimata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	Scenario Futuro 1	Scenario Futuro 2
CENS15	4,75E-06	2,82E-06
CENSS8	5,26E-06	3,07E-06
CENSS3	4,76E-06	2,95E-06
CENSS1	6,55E-06	4,08E-06
CENSS4	5,53E-06	3,47E-06
CENSS5	4,66E-06	2,93E-06
CENSS6	2,08E-06	1,28E-06
CENS11	2,33E-06	1,40E-06
CENS12	1,70E-06	1,05E-06
CENS13	1,67E-06	1,06E-06
CENS14	1,66E-06	1,06E-06
Valore massimo della media annua nel dominio ristretto (18 km di lato)	2,44E-05	1,49E-05
Valore massimo della media annua nel dominio ampio (50 km di lato)	2,40E-05	1,49E-05
Limite di riferimento	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	



Tabella 30 Concentrazioni Medie Annuali per Nichel (Ni) – Scenari Futuro 1 e Futuro 2

	Concentrazione stimata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	Scenario Futuro 1	Scenario Futuro 2
CENS15	3,10E-06	1,84E-06
CENSS8	3,43E-06	2,00E-06
CENSS3	3,10E-06	1,92E-06
CENSS1	4,27E-06	2,66E-06
CENSS4	3,60E-06	2,26E-06
CENSS5	3,04E-06	1,91E-06
CENSS6	1,35E-06	8,34E-07
CENS11	1,52E-06	9,15E-07
CENS12	1,11E-06	6,86E-07
CENS13	1,09E-06	6,91E-07
CENS14	1,08E-06	6,90E-07
Valore massimo della media annua nel dominio ristretto (18 km di lato)	1,59E-05	9,71E-06
Valore massimo della media annua nel dominio ampio (50 km di lato)	1,56E-05	9,72E-06
Limite di riferimento	20 ng/m^3 (oppure 0,02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	



Tabella 31 Concentrazioni Medie Annuali per Arsenico (As) – Scenari Futuro 1 e Futuro 2

	Concentrazione stimata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	Scenario Futuro 1	Scenario Futuro 2
CENS15	2,89E-06	1,72E-06
CENSS8	3,20E-06	1,87E-06
CENSS3	2,89E-06	1,79E-06
CENSS1	3,99E-06	2,48E-06
CENSS4	3,36E-06	2,11E-06
CENSS5	2,84E-06	1,78E-06
CENSS6	1,26E-06	7,78E-07
CENS11	1,42E-06	8,54E-07
CENS12	1,03E-06	6,40E-07
CENS13	1,02E-06	6,45E-07
CENS14	1,01E-06	6,44E-07
Valore massimo della media annua nel dominio ristretto (18 km di lato)	1,49E-05	9,07E-06
Valore massimo della media annua nel dominio ampio (50 km di lato)	1,46E-05	9,07E-06
Limite di riferimento	6 ng/m ³ (oppure 6,0E-03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	



Tabella 32 Concentrazioni Medie Annuali per IPA – Scenari Futuro 1 e Futuro 2

	Concentrazione stimata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	Scenario Futuro 1	Scenario Futuro 2
CENS15	1,24E-08	7,37E-09
CENSS8	1,37E-08	8,00E-09
CENSS3	1,24E-08	7,69E-09
CENSS1	1,71E-08	1,06E-08
CENSS4	1,44E-08	9,04E-09
CENSS5	1,22E-08	7,64E-09
CENSS6	5,42E-09	3,34E-09
CENS11	6,08E-09	3,66E-09
CENS12	4,43E-09	2,74E-09
CENS13	4,35E-09	2,76E-09
CENS14	4,32E-09	2,76E-09
Valore massimo della media annua nel dominio ristretto (18 km di lato)	6,37E-08	3,89E-08
Valore massimo della media annua nel dominio ampio (50 km di lato)	6,24E-08	3,89E-08
Limite di riferimento	1 ng/m^3 (oppure 1,0E-03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	



Tabella 33 Concentrazioni Medie Annuali per Diossine e Furani (PCDD/PCDF) – Scenari Futuro 1 e Futuro 2

	Concentrazione stimata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	Scenario Futuro 1	Scenario Futuro 2
CENS15	3,93E-13	2,33E-13
CENSS8	4,34E-13	2,53E-13
CENSS3	3,93E-13	2,43E-13
CENSS1	5,41E-13	3,37E-13
CENSS4	4,56E-13	2,86E-13
CENSS5	3,85E-13	2,42E-13
CENSS6	1,72E-13	1,06E-13
CENS11	1,92E-13	1,16E-13
CENS12	1,40E-13	8,69E-14
CENS13	1,38E-13	8,75E-14
CENS14	1,37E-13	8,73E-14
Valore massimo della media annua nel dominio ristretto (18 km di lato)	2,02E-12	1,23E-12
Valore massimo della media annua nel dominio ampio (50 km di lato)	1,98E-12	1,23E-12
Limite di riferimento	1 pg/m ³ (oppure 1,0E-06 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	

Confronto dei Valori Stimati con i Valori Limite

Per tutti i microinquinanti e in tutti gli scenari considerati, le concentrazioni medie annue stimate presso le stazioni e quelle massime nel dominio di calcolo ristretto (18 km di lato) risultano abbondantemente inferiori (dai 2 agli 8 ordini di grandezza) ai relativi limiti normativi (o valori obiettivo) di riferimento.

L'inquinante le cui concentrazioni risultano maggiormente prossime al limite di riferimento è l'Arsenico.



4.4 DISTRIBUZIONE DELLE CONCENTRAZIONI AL SUOLO

Nelle seguenti *Figure* sono presentate le mappe di concentrazione al suolo ed i commenti sono essenzialmente riferiti alle concentrazioni del biossido di zolfo e degli ossidi di azoto, in considerazione della maggiore rilevanza di questi inquinanti rispetto agli altri.

Nelle *Figure 6, 7, 8 e 9* sono presentate le concentrazioni medie annuali del biossido di zolfo e degli ossidi di azoto rispettivamente nelle ipotesi emissive corrispondenti agli *Scenari Futuro 1 e Futuro 2*, nel dominio ristretto.

Nelle successive *Figure 10, 11, 12 e 13* sono rappresentate le distribuzioni del 99,7° percentile delle concentrazioni orarie del biossido di zolfo e del 99,8° percentile delle concentrazioni di ossidi di azoto, sempre nelle ipotesi degli *Scenari Futuro 1 e Futuro 2*, nel dominio ristretto.

Infine le *Figure 14 e 15* presentano la distribuzione del 99,7° percentile delle concentrazioni orarie di biossido di zolfo rispettivamente nelle ipotesi degli *Scenari Futuro 1 e Futuro 2* per il dominio esteso. Come precedentemente evidenziato nel commento dei dati tabellari, a causa della diversa risoluzione spaziale delle griglie e quindi alla diversa ricostruzione orografica, le concentrazioni previste presso uno stesso luogo con l'utilizzo dei due domini sono leggermente diverse. Le differenze tra le due simulazioni forniscono quindi, anche se in modo qualitativo, una indicazione sui livelli di incertezza legati ai risultati ottenuti.

Come si osserva, le concentrazioni di picco, che non dipendono dalla frequenza con la quale il vento spira in determinate direzioni, sono sostanzialmente determinate dall'orografia:

- nel dominio ristretto i massimi si manifestano nei pressi dei monti che si trovano oltre 2 km a Sud-Sud Ovest dalla Centrale (Monte San Giusta e Monte Alvaro) e le concentrazioni sono limitate nelle zone dell'entroterra verso Sud-Est. I valori massimi di concentrazione non si verificano in zone popolate e quindi non si ritengono critici per la protezione della salute umana; inoltre, mentre per quanto riguarda gli ossidi di zolfo si può notare una significativa riduzione delle concentrazioni al suolo nello *Scenario Futuro 2* rispetto allo *Scenario Futuro 1*, per gli ossidi di Azoto, sebbene si verifichi comunque un'apprezzabile riduzione delle concentrazioni, le differenze sono più limitate.
- nel dominio esteso, i massimi (inferiori ai precedenti) si manifestano nei pressi di Punta Argentera e Punta de lu Curnu, ad oltre 18 km verso Sud-SudOvest dalla Centrale. L'andamento orografico in corrispondenza del Comune di Sassari, ad oltre 10 km a Sud-Est della Centrale, laddove le quote del terreno sono superiori ai 200 m s.l.m., impedisce la dispersione atmosferica degli inquinanti producendo quindi un inevitabile effetto di accumulo delle concentrazioni. Anche in prossimità della città



di Sassari si evidenziano degli incrementi di concentrazione che comunque non comportano criticità in relazione ai loro valori.

Le concentrazioni medie annue mostrano un andamento simile a quello delle concentrazioni di picco, in quanto, in ogni caso, l'effetto orografico è dominante su quello indotto dalla distribuzione delle frequenze di provenienza dei venti. Le mappe mostrano dei massimi in corrispondenza dei monti che si trovano oltre 2 km a Sud e Sud-Ovest dalla Centrale (Monte San Giusta e Monte Alvaro); tali valori non risultano di per sé critici (abbondantemente inferiori ai limiti di riferimento normativi come presentato dai risultati tabellari) tanto più anche che si presentano in zone montuose prive di popolazione e centri abitati, laddove quindi i limiti normativi per la protezione della salute umana non risultano applicabili. Per tutti gli scenari, nelle zone in pianura, verso Sud-Est, e presso la cittadina di Porto Torres si stimano delle concentrazioni annue inferiori all'1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e quindi del tutto trascurabili. Dal confronto tra lo *Scenario Futuro 1* e quello *Futuro 2* emerge che le ricadute al suolo di inquinanti presso le zone di pianura risultano del tutto confrontabili, mentre i valori massimi risultano generalmente inferiori nello *Scenario Futuro 2*.

4.5 CONCLUSIONI

In tutte le simulazioni realizzate negli scenari futuri si è osservato un significativo margine dei valori di concentrazione stimati per tutti gli inquinanti, rispetto ai limiti; occorre inoltre considerare quanto già enunciato in merito ai livelli di sovrastima e considerare che i massimi si manifestano in aree ove formalmente i limiti inerenti le concentrazioni di picco (volti alla protezione della popolazione) non sono applicabili.

Inoltre dal confronto diretto dei nuovi scenari con quelli attuali si evince che nelle configurazioni future il contributo ENDESA ai livelli di inquinamento sarà inferiore rispetto all'attuale e per alcuni inquinanti del tutto trascurabile.

