

**IDENTIFICAZIONE E QUANTIFICAZIONE DEGLI EFFETTI
DELL'EMISSIONE IN ARIA E CONFRONTO CON SQA PER LA
PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA QUALE SI RICHIEDE
L'AUTORIZZAZIONE^(*)**

^(*) Il presente documento si basa sul rapporto tecnico che viene integralmente allegato alla Domanda di AIA come Allegato B26_11

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	3
2	STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	4
2.1	QUADRO NORMATIVO.....	4
2.2	DESCRIZIONE DELL'AREA CIRCOSTANTE IL SITO	8
2.3	ANALISI DEI DATI DI QUALITÀ DELL'ARIA DISPONIBILI.....	10
3	VALUTAZIONE DELLA DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI IN ATMOSFERA	13
3.1	DOMINIO DI CALCOLO	14
3.2	DATI METEOROLOGICI UTILIZZATI.....	14
3.3	CARATTERIZZAZIONE DELLE SORGENTI	15
3.4	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO.....	18
3.5	FASE DI POST-PROCESSING.....	21
3.5.1	Formazione del biossido di azoto	21
3.5.2	Calcolo dei parametri statistici.....	22
3.6	ANALISI DEI RISULTATI E CONFRONTO CON I LIMITI DI LEGGE.....	23
4	CONFRONTO CON SQA	27
5	CONCLUSIONI	29
6	BIBLIOGRAFIA	30

1 INTRODUZIONE

Nel presente documento sono esaminati gli elementi che concorrono all'identificazione ed alla quantificazione degli effetti delle emissioni in aria dell'impianto, allo scopo di pervenire alla formulazione di un giudizio di valutazione dell'impatto sulla componente "Atmosfera" ed al confronto dei conseguenti livelli di inquinamento con gli Standard di Qualità Ambientale (SQA).

Nel capitolo 2 viene presentato il quadro normativo vigente ed effettuata la caratterizzazione della zona dove l'impianto risulta ubicato, analizzando le informazioni disponibili relative allo stato della qualità dell'aria.

Nel capitolo 3 sono descritti il modello di calcolo utilizzato, i dati di input ed i risultati ottenuti, che vengono analizzati con riferimento ai limiti di legge.

Nel capitolo 4 si riporta il confronto degli effetti dell'impianto sulla componente "Atmosfera" con gli SQA unitamente ad un giudizio sul grado di soddisfazione da parte del gestore dell'impianto.

Seguono le osservazioni conclusive (capitolo 5) ed i riferimenti bibliografici (capitolo 6), che nel testo sono richiamati tra parentesi quadre "[]".

2 STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

La qualità dell'aria nel comprensorio di interesse è il risultato della sovrapposizione dei contributi alle concentrazioni degli inquinanti al suolo derivanti dalle emissioni delle sorgenti presenti e dai processi di trasformazione e dispersione atmosferica cui tali emissioni vanno incontro. Questi processi incidono in misura diversa in relazione alle caratteristiche chimico-fisiche ed alla distribuzione spaziale delle sorgenti. Di seguito, si fornisce una caratterizzazione di massima dello stato della qualità dell'aria nel sito ove risulta ubicato l'impianto, premettendo una sintesi del quadro normativo vigente.

2.1 QUADRO NORMATIVO

Di seguito, per i principali inquinanti, si richiamano gli aspetti normativi di riferimento fissati sia dal Decreto Ministeriale n. 60 del 2.4.02 che dalla normativa transitoria definita dai DPCM 28.3.83 e DPR 203/88. In particolare, il D.M. n. 60 fissa i valori limite, la data entro la quale i limiti devono essere rispettati e il margine di tolleranza e le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo.

Biossido di zolfo - SO₂

Il DM 2.4.02 n. 60 prevede limiti alle concentrazioni nell'aria ambiente sia per la protezione della salute umana sia degli ecosistemi come riportati nella tabella 2/1.

Composto		Biossido di zolfo - SO₂		
Tipo limite		1. Valore limite orario per la protezione della salute umana	2. Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	3. Valore limite per la protezione degli ecosistemi
Periodo di mediazione		1 ora	24 ore	anno civile e inverno (1° ottobre - 31 marzo)
Condizioni applicative		da non superare più di 24 volte per anno civile	da non superare più di 3 volte per anno civile	
Valore limite con margine di tolleranza alle diverse date	19-lug-99	500	-	-
	1-gen-00	500	-	-
	1-gen-01	470	-	-
	19-lug-01	-	-	20
	1-gen-02	440	-	20
	1-gen-03	410	-	20
	1-gen-04	380	-	20
	1-gen-05	350	125	20

NB. *Il carattere grassetto corsivo inserito in casella con bordo doppio e fondo colorato, rappresenta il valore limite in coincidenza della data alla quale deve essere raggiunto.*

Tabella 2/1 SO₂ Valori limite (µg/m³) da DM 2.4.02 n. 60 - Allegato I - sez. I

Il DPCM 28.3.83 e DPR 203/88 prevedevano inoltre per questo inquinante sia valori limite che valori guida validi su tutto il territorio nazionale, che in base all'articolo 38 del DM 2.4.2002, non risultano essere più in vigore a partire dal gennaio 2005. Essi vengono comunque riportati per completezza nella tabella 2/2.

inquinante	Indice statistico	Valore limite
Biossido di zolfo SO ₂	50° percentile delle medie di 24 ore rilevate nell' arco di un anno (aprile÷marzo)	80 µg/m ³
	98° percentile delle medie di 24 ore rilevate nell' arco di un anno (aprile÷marzo). Valore da non superare per più di 3 giorni consecutivi	250 µg/m ³
	50° percentile delle medie di 24 ore rilevate durante il semestre invernale (ottobre÷marzo)	130 µg/m ³

inquinante	indice statistico	Valore guida
Biossido di zolfo	media di 24 ore	100÷150 µg/m ³
SO ₂	media aritmetica delle medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno (aprile÷marzo)	40÷60 µg/m ³

Tabella 2/2 SO₂ Standard di Qualità dell'Aria (DPCM 28.3.83 + DPR 203/88) – VALORI LIMITE e VALORI GUIDA

Biossido d'Azoto (NO₂) e Ossidi di Azoto (NO_x)

Il DM 2.4.02 n. 60 prevede limiti alle concentrazioni nell'aria ambiente sia per il NO₂, ai fini della protezione della salute umana, sia per i NO_x, al fine della protezione della vegetazione, come riportati nella tabella 2/3.

Composto		Biossido di Azoto NO ₂		Ossidi di Azoto NO _x
Tipo limite		1. Valore limite orario per la protezione della salute umana	2. Valore limite annuale per la protezione della salute umana	3. Valore limite per la protezione della vegetazione
Periodo di mediazione		1 ora	Anno civile	Anno civile
Condizioni applicative		da non superare più di 18 volte per anno civile		
Valore limite con margine di tolleranza alle diverse date	19-lug-99	300	60	-
	1-gen-00	300	60	-
	1-gen-01	290	58	-
	1-gen-02	280	56	30
	1-gen-03	270	54	30
	1-gen-04	260	52	30
	1-gen-05	250	50	30
	1-gen-06	240	48	30
	1-gen-07	230	46	30
	1-gen-08	220	44	30
	1-gen-09	210	42	30
1-gen-10	200	40	30	

NB. Il carattere grassetto corsivo inserito in casella con bordo doppio e fondo colorato, rappresenta il valore limite in coincidenza della data alla quale deve essere raggiunto.

Tabella 2/3 NO₂/NO_x Valori limite (µg/m³) da DM 2.4.02 n. 60 - Allegato II - sez. I

Il DPCM 28.3.83 e DPR 203/88 prevedono inoltre per questo inquinante sia valori limite che valori guida validi su tutto il territorio nazionale riportati nella tabella 2/4.

inquinante	Indice statistico	valore limite
Biossido di azoto NO ₂	98°percentile delle medie di 1 ora rilevate nell'arco di un anno (gennaio÷dicembre)	200 µg/m ³

Inquinante	Indice statistico	valore guida
Biossido di azoto NO ₂	50°percentile delle medie di 1 ora rilevate nell'arco di un anno (gennaio÷dicembre)	50 µg/m ³
	98°percentile delle medie di 1 ora rilevate nell'arco di un anno (gennaio÷dicembre)	135 µg/m ³

Tabella 2/4 NO₂ Standard di Qualità dell'Aria (DPCM 28.3.83 + DPR 203/88) – VALORE LIMITE e VALORI GUIDA

Particolato totale aerodisperso

Il particolato totale (PTS) è soggetto ai limiti introdotti dal DPCM 28.3.83 e dal DPR 203/88 che prevedono sia valori limite che valori guida validi su tutto il territorio nazionale, riportati nella tabella 2/5.

Inquinante	indice statistico	valore limite
Particelle Sospese	media aritmetica delle medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno (aprile÷marzo)	150 µg/m ³
	95°percentile delle medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno (aprile÷marzo)	300 µg/m ³

Inquinante	indice statistico	valore guida
Particelle sospese (metodo dei fumi neri)	media di 24 ore	100÷150 µg/m ³
	media aritmetica delle medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno (aprile÷marzo)	40÷60 µg/m ³

Tabella 2/5 PTS Standard di Qualità dell'Aria (DPCM 28.3.83 + DPR 203/88) – VALORI LIMITE e VALORI GUIDA

PM10 Polveri sottili

Il DM 2.4.02 n. 60 prevede limiti alle concentrazioni nell'aria ambiente ai fini della protezione della salute umana da valutare sia sulle 24 ore sia sull'anno civile, come riportato nella tabella 2/6.

Composto		MATERIALE PARTICOLATO PM ₁₀			
		Valori espressi in µg/m ³			
Fase		Fase 1		Fase 2 (*)	
Tipo limite		1. Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	2. Valore limite annuale per la protezione della salute umana	1. Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	2. Valore limite annuale per la protezione della salute umana
Periodo di mediazione		24 ore	Anno civile	24 ore	Anno civile
Condizioni applicative		da non superare più di 35 volte l'anno		da non superare più di 7 volte l'anno	
Valore limite con margine di tolleranza alle diverse date	19-lug-99	75	48	-	-
	1-gen-00	75	48	-	-
	1-gen-01	70	46,4	-	-
	1-gen-02	65	44,8	-	-
	1-gen-03	60	43,2	-	-
	1-gen-04	55	41,6	-	-
	1-gen-05	50	40	(**)	30
	1-gen-06	50	40	(**)	28
	1-gen-07	50	40	(**)	26
	1-gen-08	50	40	(**)	24
	1-gen-09	50	40	(**)	22
1-gen-10	50	40	50	20	

(*) Valori limite indicativi da rivedere con successivo decreto sulla base della futura normativa comunitaria

(**) Da stabilire in base ai dati, in modo che sia equivalente al valore limite della fase 1

NB. Il carattere grassetto corsivo, in casella con bordo doppio e fondo colorato, rappresenta il valore limite in coincidenza della data alla quale deve essere raggiunto.

Tabella 2/6 PM₁₀ - Valori limite da DM 2.4.02 n. 60 - Allegato III

CO Monossido di carbonio

Il DM 2.4.02 n. 60 prevede limiti alla media mobile di 8 ore delle concentrazioni nell'aria ambiente ai fini della protezione della salute umana da valutare su base giornaliera, come riportato nella tabella 2/7.

Composto		Monossido di Carbonio - CO	
Tipo limite		Media massima giornaliera su 8 ore per la protezione della salute umana	
Periodo di mediazione		media mobile su 8 ore aggiornata con cadenza oraria	
Condizioni applicative			
Valore limite con margine di tolleranza alle diverse date	13-dic-00	16	
	1-gen-03	14	
	1-gen-04	12	
	1-gen-05	10	

NB. Il carattere grassetto corsivo inserito in casella con bordo doppio e fondo colorato, rappresenta il valore limite in coincidenza della data alla quale deve essere raggiunto.

Tabella 2/7 PM₁₀ Valori limite (mg/m³) da DM 2.4.02 n. 60 - Allegato VI

2.2 DESCRIZIONE DELL'AREA CIRCOSTANTE IL SITO

La Centrale turbogas di Trapani (cfr. fig. 2/1) è situata nella parte occidentale della regione Sicilia all'interno del territorio del comune di Trapani, a circa 15 km a Sud-Est del centro cittadino, in località Rilievo – Contrada Favarotta [1]. La Centrale sorge su di un'area di circa 9 ettari, situata lungo la strada provinciale n. 35, che collega la strada statale 115 con la strada statale 113.

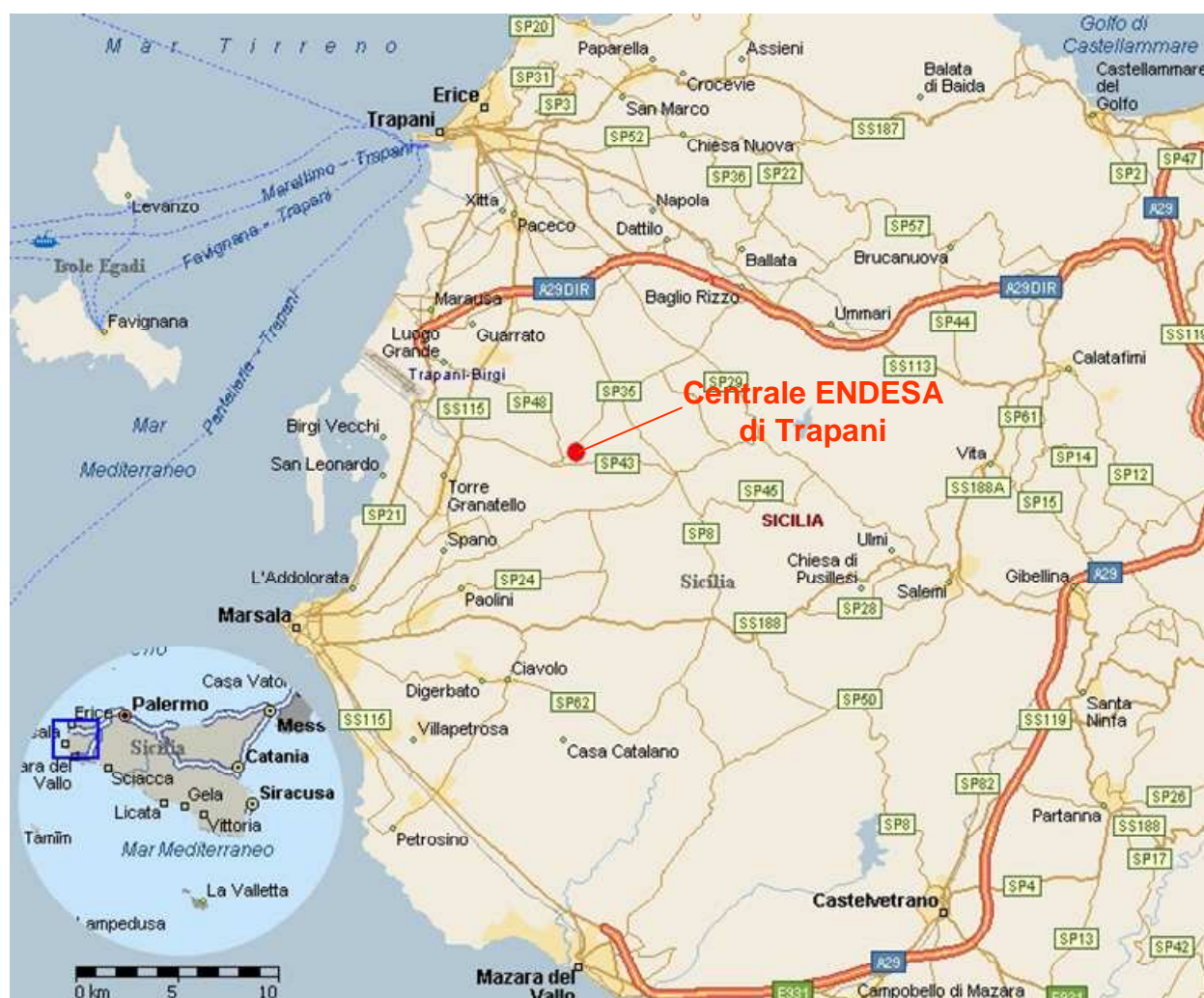


Figura2/1 Ubicazione dell'impianto (Elaborata da Microsoft® MapPoint 2004)

Oltre a Trapani, i principali centri circostanti l'impianto sono (tra parentesi sono indicate le distanze in linea d'aria) Paceco (12 km), Marsala (15.5 km) e Salemi (19.5 km).

Le principali infrastrutture ricadenti nell'area sono l'aeroporto militare di Birgi, che, recentemente ristrutturato per il servizio civile, presenta un modesto traffico giornaliero e l'autostrada A29DIR, che collega l'aeroporto con l'autostrada A29 (Palermo – Mazara del Vallo). La linea ferroviaria a binario unico Trapani – Palermo risulta poco utilizzata

per far ricorso a servizi di corriere. Il traffico stradale si sviluppa prevalentemente lungo la SS 115 che, passando per Marsala, collega Trapani con Mazara del Vallo; le strade interne, tra le quali si segnala la SP 21 (Trapani – Marsala), sono interessate soprattutto da traffico locale.

Il territorio si presenta con morfologia collinare con prevalente utilizzo agricolo; le aree produttive si trovano sparse in tutta la zona, con una maggiore concentrazione lungo la costa e le arterie stradali principali. Nei dintorni, sono di particolare interesse le aree vincolate delle saline di Paceco e Marsala.

Con riferimento al sistema cartografico nazionale, l'impianto ricade all'interno del Foglio in scala 1:10000 n. 257 "Castelvetrano", Quadrante IV, Tavoletta SE; le coordinate geografiche (Roma40) indicative sono lat. = 37°52' e long. = 12°35' (est da Greenwich). Il territorio limitrofo appartiene ai Comuni di Trapani, Marsala e, per una piccola parte, Paceco, tutti in provincia di Trapani; esso si presenta con morfologia variabile, caratterizzata dalla presenza di rilievi collinari con quote oltre i 200 m slmm (Montagnola della Borrània) che degradano verso il principale corso d'acqua, il fiume Borrània, che prende poi il nome di fiume della Marcanzotta. L'area occupata dall'impianto si trova alla quota di circa 55 m slmm.

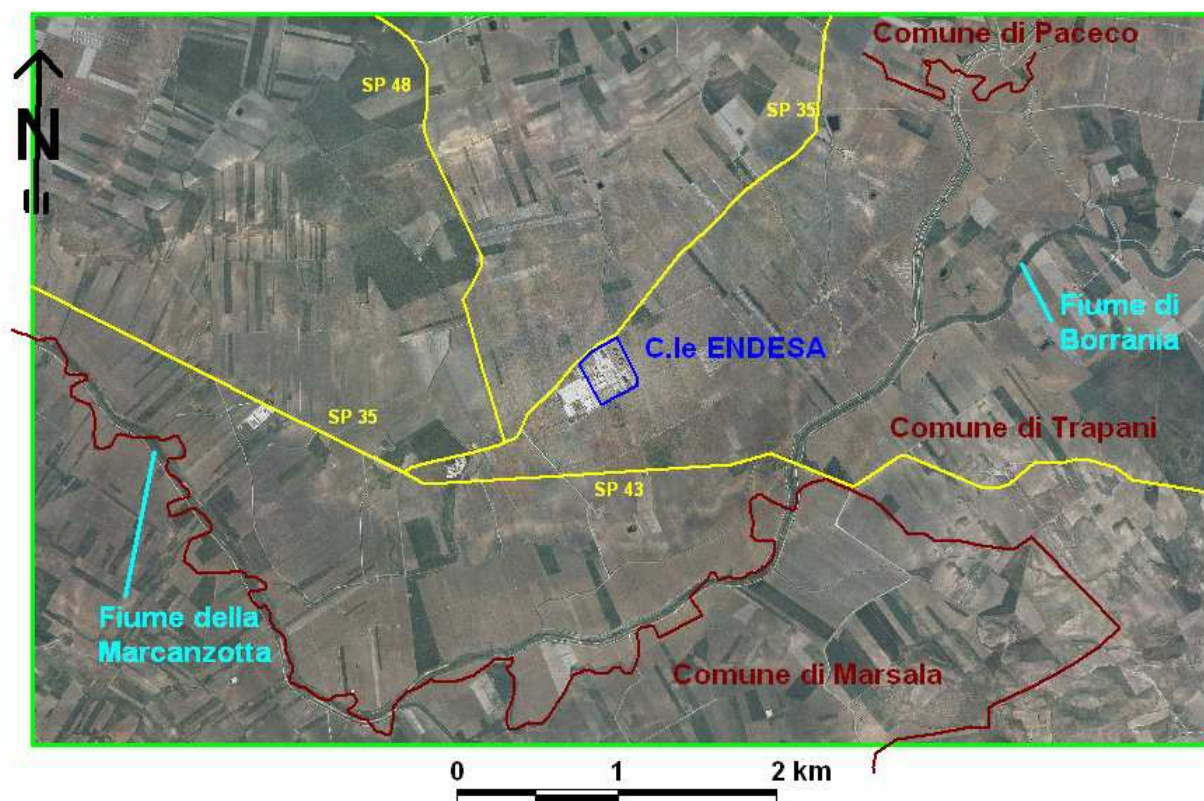


Figura2/2 Area circostante l'impianto

Il sistema viario è costituito da strade provinciali di tipo locale, caratterizzate da scarso traffico: la già citata SP 35, di accesso alla Centrale Endesa, che collega la SS 115 con la SS 113, la SP 48 che collega la SP 35 con la SS 115 all'altezza della località Rilievo e la SP 43, che collega la SP 35 con la SP 8.

A parte l'area occupata dalla centrale termoelettrica e dalla adiacente stazione di trasformazione (di proprietà Terna), il territorio risulta dedicato interamente all'uso agricolo (quasi esclusivamente vite) e, in misura minore, alla pastorizia.

Il centro abitato più vicino alla centrale è Rilievo, che dista in linea d'aria circa 4.5 km dall'impianto in direzione Nord- Ovest, mentre i luoghi circostanti risultano in gran parte disabitata, con la presenza di numerose cascate in stato di abbandono.

2.3 ANALISI DEI DATI DI QUALITÀ DELL'ARIA DISPONIBILI

La Provincia Regionale di Trapani ha iniziato, a partire dal mese di luglio del 1999, un programma di monitoraggio della qualità dell'aria, da effettuare a mezzo di un laboratorio mobile, che prevedeva, nella fase iniziale, lo svolgimento di almeno due campagne di misura in ciascuno dei principali comuni del territorio provinciale [2]. Gli inquinanti monitorati sono CO, NO₂, SO₂, O₃, idrocarburi non metanici (NMHC) e Polveri Totali Sospese (PTS). I comuni interessati sono stati Mazara del Vallo (1999), Alcamo, Trapani e Marsala (2000), Castelvetrano (2001). Attualmente il laboratorio mobile risulta non funzionante [3].

Con riferimento alla possibilità di esprimere un giudizio sulla qualità dell'aria nel sito in cui è ubicato l'impianto (zona agricola, scarsamente abitata e con scarso traffico veicolare) a partire dai risultati ottenuti in siti differenti, è necessario osservare che le suddette campagne di misura sono mirate alla quantificazione dell'inquinamento urbano, interessante la maggior parte della popolazione residente. Tuttavia, in presenza di valori misurati non direttamente correlati con la presenza di sorgenti di tipo urbano (tipicamente il traffico veicolare) è possibile estrapolare informazioni utili anche per l'area in studio. In particolare, alla luce delle simulazioni modellistiche descritte nel capitolo 3, risulta particolarmente rilevante riuscire a quantificare per l'area in studio, i valori di fondo di NO₂ e O₃.

Nella tabella 2/8 si esaminano i risultati delle campagne eseguite a Trapani e a Marsala, che, tra quelli monitorati, risultano essere i centri più vicini all'area di indagine.

Postazione	Trapani 1 Via G.B Fardella	Trapani 2 Via Palermo	Marsala 1 P.za Matteotti	Marsala 2 P.za Pizzo
descrizione	traffico scorrevole	traffico intenso	traffico intenso	traffico scorrevole
durata	2 settimane (primavera 2000)	2 settimane (primavera 2000)	2 settimane (tarda primavera 2000)	2 settimane (tarda primavera 2000)
CO	influenzato dal traffico veicolare valori di fondo inferiori a 2 mg/m ³	influenzato dal traffico veicolare valori di fondo inferiori a 2 mg/m ³	influenzato dal traffico veicolare valori di fondo inferiori a 3 mg/m ³	influenzato dal traffico veicolare valori di fondo inferiori a 3 mg/m ³
NO ₂	influenzato dal traffico veicolare valori di fondo inferiori a 50 µg/m ³	influenzato dal traffico veicolare valori di fondo inferiori a 50 µg/m ³	ben correlato con il traffico veicolare valori di fondo inferiori a 50 µg/m ³	influenzato dal traffico veicolare valori di fondo inferiori a 50 µg/m ³
SO ₂	in concentrazioni trascurabili (assenza di impianti industriali)	non disponibile	in concentrazioni trascurabili (assenza di impianti industriali)	in concentrazioni trascurabili (assenza di impianti industriali)
O ₃	debolmente inversamente correlato alla concentrazione di NO ₂ valori massimi inferiori a 70 µg/m ³	debolmente inversamente correlato alla concentrazione di NO ₂ valori massimi inferiori a 90 µg/m ³	inversamente correlato alla concentrazione di NO ₂ valori massimi inferiori a 80 µg/m ³	debolmente inversamente correlato alla concentrazione di NO ₂ valori massimi tra 150 e 160 µg/m ³
NMHC	molto elevati generati dal traffico veicolare	non disponibile	molto elevati generati dal traffico veicolare	molto elevati generati dal traffico veicolare
PTS	media giornaliera con andamento non interpretabile	media giornaliera con andamento non interpretabile	media giornaliera con andamento non interpretabile	media giornaliera con andamento non interpretabile

Tabella 2/8 Sintesi dei risultati di alcune campagne di monitoraggio eseguite in provincia di Trapani

Dall'esame della tabella si deduce che a parte il contributo dovuto al traffico veicolare, l'inquinamento risulta nel complesso modesto; in particolare, in assenza di tale sorgente, sono registrati valori di concentrazione di NO₂ inferiori a 50 µg/m³.

Per quanto riguarda l'ozono, pur essendo i valori di concentrazione inversamente correlati con le ore a maggiore traffico, è da rilevare una certa disomogeneità dei dati che non consente una estrapolazione sui valori di concentrazione di tale parametro al sito in esame. Infatti, i tipici valori di fondo dell'O₃, principalmente di origine antropica, variano tra 40 e 70 µg/m³, ma possono arrivare anche a 120÷140 µg/m³ per 1 ora. In Europa le concentrazioni orarie massime possono superare i 300 µg/m³ nelle aree rurali

e i 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle aree urbanizzate. Il tipico andamento annuale prevede i valori più elevati nelle ore più calde della giornata e nelle stagione estiva.

Nella figura 2/3 si riporta un andamento tipo ipotizzato per il sito in esame, con i valori corrispondenti alle ore più assolate superiori a 175 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nella stagione calda (da marzo a settembre) e superiori a 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per i restanti mesi.

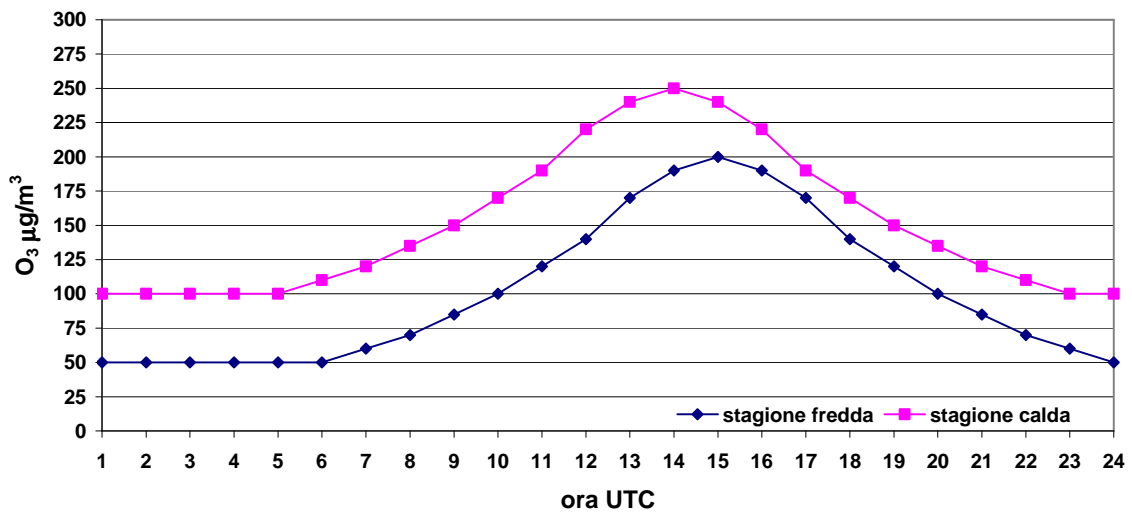


Figura 2/3 Andamento ipotizzato O_3

Da notare che, in presenza di valori effettivi inferiori a quelli ipotizzati, le simulazioni modellistiche risulteranno cautelative.

3 VALUTAZIONE DELLA DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI IN ATMOSFERA

La stima degli effetti delle emissioni in atmosfera dei composti inquinanti generati dall'esercizio dell'impianto è stata condotta seguendo lo schema metodologico riportato nella figura 3/1.

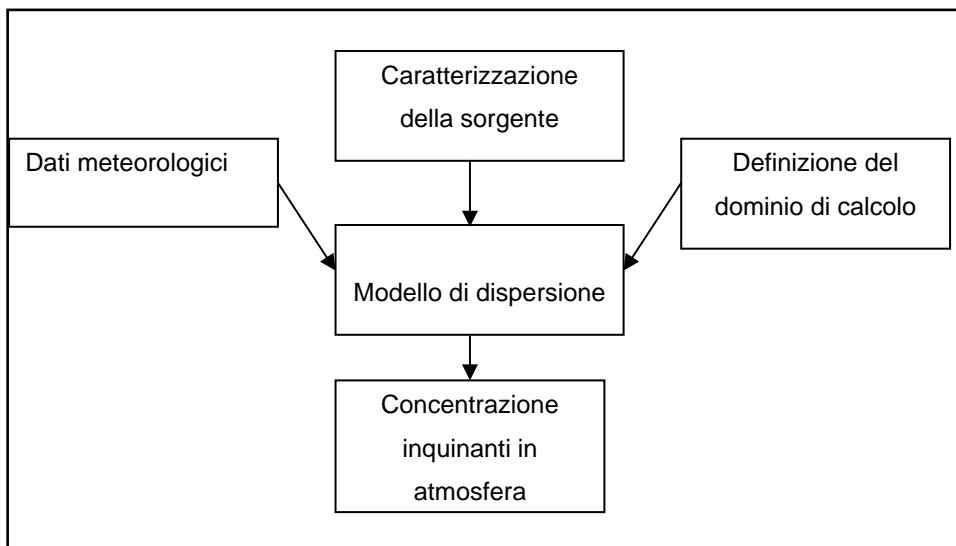


Figura 3/1 Schema metodologico semplificato

Le simulazioni modellistiche sono state condotte facendo riferimento ad uno scenario annuale con dati di input orari, in modo tale da poter confrontare i risultati ottenuti con i limiti stabiliti dalla normativa vigente, che richiede, oltre al valor medio annuale, la valutazione del numero di superamenti del limite del valor medio orario o giornaliero della concentrazione dell'inquinante considerato. Per la caratterizzazione emissiva dell'impianto si è fatto riferimento ai valori di concentrazione misurati con cadenza annuale al camino.

3.1 DOMINIO DI CALCOLO

Il dominio di calcolo utilizzato nelle simulazioni modellistiche è stato definito considerando le caratteristiche orografiche del territorio, le direzioni dei venti prevalenti, nonché le caratteristiche dei rilasci in atmosfera da parte delle sorgenti individuate (altezza camini, temperature e velocità dei fumi, ratei di emissione).

In particolare, in base ai risultati di alcune simulazioni modellistiche preliminari, è stato adottato un dominio di calcolo rettangolare di dimensioni 35 x 25 km² orientato a Nord, opportunamente decentrato rispetto all'ubicazione dell'impianto, in modo da comprendere le aree di potenziale massima ricaduta delle emissioni in atmosfera.

L'orografia dell'area è stata considerata importando nel modello i dati altimetrici disponibili con passo di circa 250 m.

I punti di calcolo sono stati disposti su una griglia a maglia quadrata con le seguenti caratteristiche:

- Area di calcolo: 34000 x 24500 m²
- Interasse orizzontale: 500 m
- Interasse verticale: 500 m
- Punti di calcolo: 69 x 50 = 3450
- Quota di calcolo: livello del terreno

Nella figura 3/2 si riporta una rappresentazione tridimensionale dell'area di indagine unitamente all'ubicazione dei punti di calcolo (in tale figura ed in quelle simili il sistema di riferimento utilizzato e quello UTM-WGS 84 Fuso 33).

3.2 DATI METEOROLOGICI UTILIZZATI

I dati meteorologici utilizzati fanno riferimento alla stazione di rilevamento del SIAS – Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano denominata Trapani Fontanasalsa ed ubicata a circa 8 km a Nord-Ovest dell'impianto. L'analisi dettagliata di tali dati è riportata nell'Allegato D5, cui si rimanda anche per gli aspetti climatologici del sito.

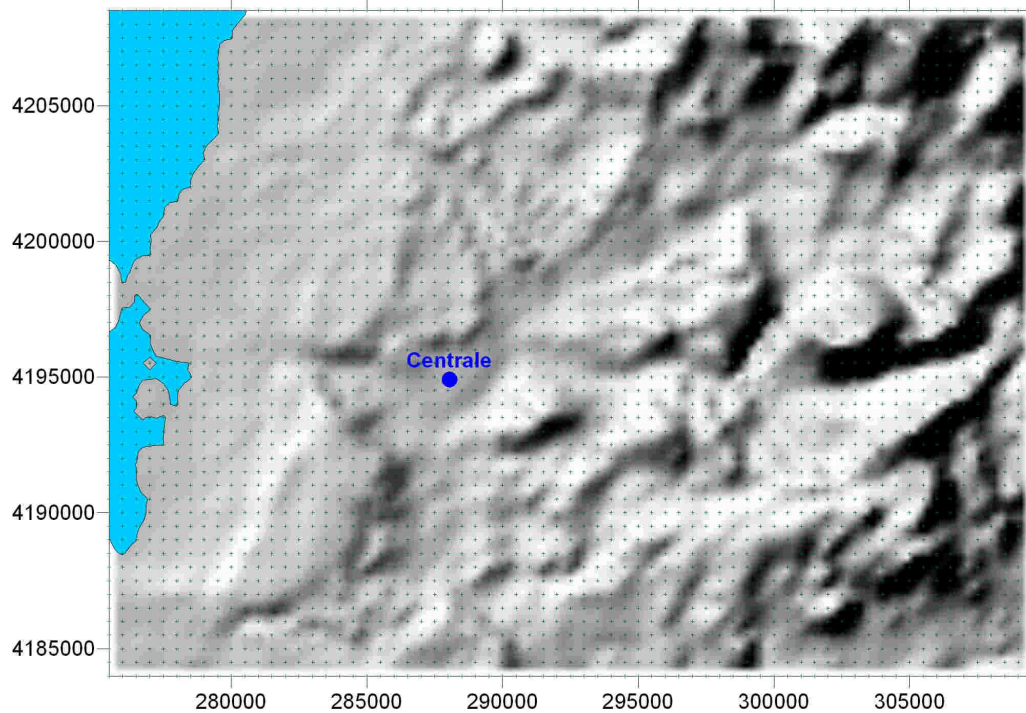


Figura 3/2 Dominio di calcolo

3.3 CARATTERIZZAZIONE DELLE SORGENTI

La centrale di Trapani (cfr. fig. 3/3) è composta da 2 gruppi turbogas a ciclo aperto da 85 MW ciascuno, alimentati a gas naturale e, in alternativa, a gasolio. Attualmente si fa ricorso esclusivamente al metano, mentre il gasolio viene utilizzato per il solo generatore diesel di emergenza [1].



Figura 3/3 Vista dell'impianto

La produzione di energia elettrica avviene in modo indipendente nei due gruppi. La tecnologia su cui si basa il processo produttivo è esemplificata nella figura 3/4. I componenti principali di ciascuna unità turbogas sono [1]:

- **Air Intake:** fornisce l'aria comburente, preventivamente filtrata, aspirandola dall'esterno;
- **Turbina a gas:** è composta dal compressore dell'aria, dai combustori e dalla turbina di espansione, coassiale al compressore, nella quale si espandono i gas prodotti dalla combustione, che sono poi convogliati al camino, alto 19 m;
- **Alternatore:** messo in rotazione dalla turbina, trasforma l'energia meccanica in energia elettrica;
- **Trasformatore principale:** nel quale l'energia elettrica prodotta dagli alternatori viene elevata alla tensione adeguata per essere erogata sulla rete elettrica nazionale a 150 kV.
- **Gruppo elettrogeno:** l'impianto è dotato di un gruppo elettrogeno di emergenza da 2.5 MVA che consente di realizzare sia l'avviamento di un gruppo turbogas in assenza di tensione sulla rete sia l'alimentazione dei servizi ausiliari in caso di disservizi sulla rete 20 kV;
- **Caldaie:** altre sono presenti due caldaie per il riscaldamento del gas naturale (metano) aventi una potenza di 1800000 Kcal/h in grado di produrre acqua calda a 90 °C. I fumi convogliati scaricano in un camino metallico alto circa 8 m.

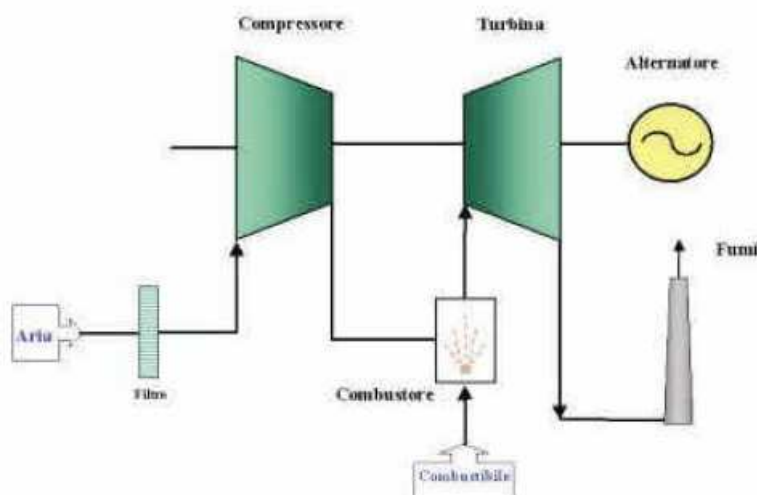


Figura 3/4 Schema semplificato dell'impianto (tratto da [1])

Nella fase di esercizio, l'impatto sulla qualità dell'aria della Centrale di Trapani deriva dalle emissioni dei prodotti della combustione attraverso i camini, mentre sono trascurabili i contributi delle caldaie e del generatore diesel di emergenza.

L'impianto non opera a ciclo produttivo continuo, ma è in grado di rispondere in tempo reale alle necessità regionali di energia elettrica e pertanto si presta adeguatamente ai servizi di punta e di emergenza, sia per la rapidità di entrata in servizio (alcuni minuti) che per la flessibilità nelle variazioni di carico. Esso può pertanto trovarsi in una delle seguenti condizioni:

- produzione pianificata, in base al programma redatto dal GRTN;
- produzione in emergenza, in caso di guasti sul altri impianti e/o disservizi sulla rete;
- impianto in fase non produttiva (standby).

Non potendo predeterminare il periodo di effettivo funzionamento, si è fatto ricorso al seguente metodo basato su un criterio probabilistico:

- si è preso come riferimento l'anno 2003 in cui l'impianto ha funzionato con un livello di produzione superiore alla media, con 3390 ore complessive di funzionamento e una potenza lorda prodotta pari a 241 GWh [1];
- in base ai tabulati di esercizio relativi al periodo 01/2003 – 06/2006 sono state stimate le probabilità dei seguenti eventi riferiti a ciascun giorno dell'anno:
 - nessuno dei due gruppi è entrato in funzione (p = 50%);
 - almeno un gruppo è entrato in funzione (p = 50%);
 - entrambi i gruppi sono entrati in funzione (p = 10%);;
- è stato definito un modello matematico in grado di riprodurre gli eventi elencati al punto precedente generando in modo casuale un vettore probabilistico;
- nel giorno in cui un gruppo è in funzione, questo lavora per 17 ore alla massima potenza (dalle 04 alle 21 ora UTC).

In base a quanto detto si ha che sia le probabilità di entrata in esercizio che le ore di funzionamento sono state sovrastimate a scopo cautelativo. Diverse analisi effettuate variando il solo vettore probabilistico hanno dato risultati molto simili tra loro in termini dei parametri statistici calcolati. Nella tabelle 3/1 e 3/2 si riportano le ore di funzionamento, le caratteristiche geometriche ed i valori di emissione (ricavati dai rilievi

sperimentali svolti presso l'impianto con cadenza annuale, cfr. Scheda B7_2) utilizzati come input nelle simulazioni modellistiche.

Sorgente Nome	Potenza netta MW	Ore anno complessive di funzionamento	combustibile	CIMINIERA	
				altezza [m]	diametro equivalente [m]
GR 1	80	3927 (di cui 748 di funzionamento contemporaneo)	metano	19	6.8
GR 2	80		metano	19	6.8

Tabella 3/1 - Caratteristiche delle emissioni

Sorgente Nome	Temp °C	Portata secchi O ₂ rif. Nm ³ /h	velocità uscita m/s	concentrazioni			
				SO ₂ mg/Nm ³	NO _x mg/Nm ³	CO mg/Nm ³	Polveri mg/Nm ³
GR 1	515	843000	5	---	180	1.3	---
GR 2	515	843000	5	---	180	1.3	---

Tabella 3/2 - Condizioni di emissione

3.4 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

La scelta del modello di calcolo da utilizzare nello studio della dispersione degli inquinanti emessi dal camino è principalmente condizionata dalle caratteristiche del periodo temporale di simulazione da assumere per verificare la rispondenza ai limiti di legge. L'esigenza di determinare i percentili delle medie orarie delle concentrazioni di inquinanti al suolo richiede l'adozione di un modello di tipo "short-term", che consenta di valutare i valori medi orari delle concentrazioni.

Tra i diversi modelli disponibili è stato scelto il modello ISCST3 (Industrial Source Complex Short Term ver. 3), che risulta conforme alle caratteristiche richieste dall'applicazione in esame ed è uno dei modelli raccomandati dall'Environmental Protection Agency degli Stati Uniti [4]. Il modello ISCST3 è classificato dall'EPA come "preferred" per una svariata tipologia di sorgenti e per siti ad orografia piana o leggermente ondulata e, come tecnica di "screening" per siti ad orografia complessa.

A livello nazionale l'utilizzo dei modelli EPA è stato consigliato dal gruppo di lavoro "Reti di rilevamento per il controllo della qualità dell'aria" dell'Istituto Superiore di Sanità [5] e da ANPA [6].

Il modello ISCST utilizza un'equazione di tipo gaussiano stazionario (stazionarietà dei parametri meteorologici e di emissione) per la simulazione della diffusione del pennacchio emesso dalla sorgente ed è in grado di calcolare sia le concentrazioni che

le deposizioni degli inquinanti [7], [8] e [9]. Il sovrinnalzamento del pennacchio, definito con il termine "plume rise", è calcolato con le formule di Briggs; la velocità del vento, necessaria al calcolo di questo parametro, è estrapolata alla quota di emissione con una legge di potenza. Per il calcolo dei parametri di diffusione, sia orizzontale (σ_y) che verticale (σ_z), possono essere utilizzate le curve di Pasquill-Gifford, valide per siti rurali, o le funzioni di Briggs-urban, per siti urbani.

Il modello ISCST è in grado di considerare contemporaneamente un numero illimitato di sorgenti di tipo puntuali, areali, e di volume; può quindi essere impiegato per la stima del contributo all'inquinamento atmosferico di sorgenti con caratteristiche fisiche differenti. Sorgenti di tipo lineare possono essere modellate come caso particolare delle sorgenti areali.

Inoltre il modello ISCST è in grado di considerare effetti di scia dovuti al camino e a edifici situati in prossimità della sorgente di emissione. Nel primo caso ("stack-tip downwash"), condizioni meteorologiche caratterizzate da venti tesi possono portare al suolo pennacchi dotati di una debole spinta dinamica. Nel secondo caso ("building wake effects"), viene considerato invece l'effetto di distorsione del flusso causato dalla presenza di edifici di notevoli dimensioni e la possibilità che tale distorsione trascini il pennacchio al suolo.

Nel modello ISCST3 il trattamento dell'orografia, come tecnica di screening, avviene attraverso gli algoritmi del modello U.S. EPA COMPLEX-I, consentendo, inoltre, una gestione completamente integrata con le indicazioni contenute nelle già citate Guidelines EPA per quanto riguarda i siti in cui è presente sia terreno pianeggiante che orograficamente complesso. Infatti, come previsto dalle Guidelines per ricettori che si trovano a quote intermedie, cioè quelli la cui quota è compresa tra la sommità del camino e l'asse di livellamento del pennacchio, l'ISCST3 applica sia l'algoritmo per terreno piano sia l'algoritmo per terreno complesso e seleziona quello che tra i due produce l'impatto più elevato (figura 3/5).

Nel modello il trattamento del terreno complesso prevede un comportamento del pennacchio differente rispetto al terreno piano; in particolare l'algoritmo si basa sulle seguenti assunzioni:

- l'asse del pennacchio si mantiene alla quota di stabilizzazione quando passa sui rilievi montuosi in condizioni stabili (categorie E e F), mentre viene effettuata una correzione pari a metà altezza in condizioni instabili o neutre (categorie A, B, C e D);

- la quota dell'asse centrale del pennacchio rispetto al suolo non è mai inferiore a 10 m;
- l'altezza dello strato di rimescolamento segue l'orografia;
- modifica della distribuzione laterale con una distribuzione uniforme delle concentrazioni su un settore di ampiezza pari a 22.5°.

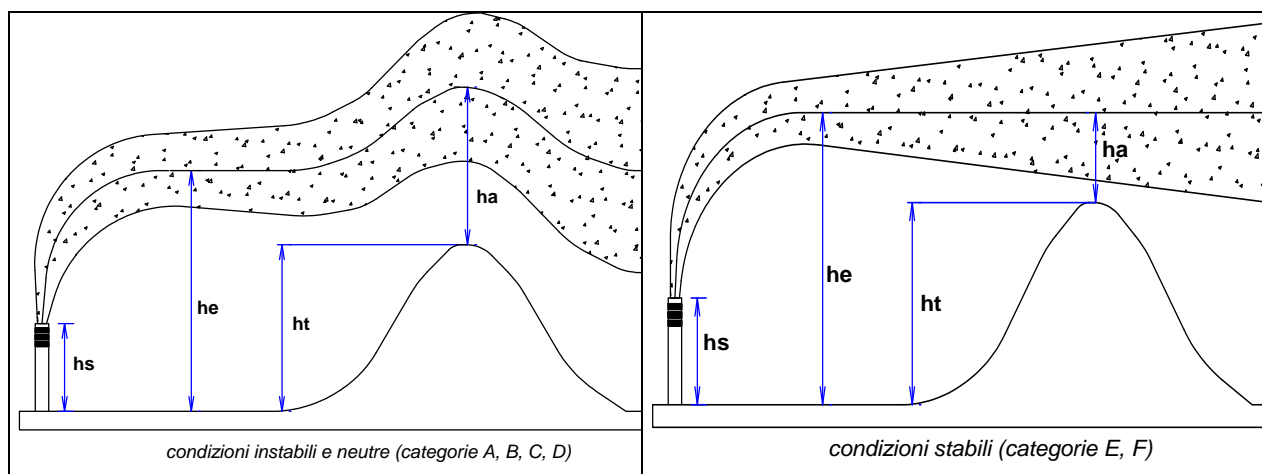


Figura 3/5 Interazione del pennacchio con l'orografia nel modello ISCST3

Si assume pertanto che, in condizioni di instabilità atmosferica, la complessità del terreno ed il susseguente generarsi di vortici termici, siano in grado di influenzare la quota di livellamento del pennacchio, contrariamente a quanto avviene in condizioni stabili (classi E ed F) nelle quali la quota di livellamento del pennacchio non è modificata dall'orografia e, quindi, il pennacchio può impattare direttamente al suolo. Tale caratteristica lo rende un utile strumento di "screening" con caratteristiche di conservatività ed una generale tendenza alla sovrastima delle concentrazioni.

Nella tabella 3/3 vengono evidenziate le principali opzioni utilizzate per le simulazioni condotte con il modello ISCST3

Parametri dispersivi	Parametri di Pasquill Gifford
Dati meteorologici	Singola stazione
Tipo di terreno	Complesso
Routine per calma di vento	Considerata
Simulazione del plume rise	Considerata
Land Use	Terreno agricolo
Effetto scia della ciminiera	Considerato
Building downwash	Trascurato

Tabella 3/3 - Principali opzioni utilizzate nel modello ISC

3.5 FASE DI POST-PROCESSING

In base alle caratteristiche del modello utilizzato, gli inquinanti considerati sono diversificati solo dal rateo di emissione, in quanto il modello trascura le possibili reazioni chimiche subite in atmosfera dal singolo inquinante gassoso. In particolare, per quanto riguarda gli ossidi di azoto, le simulazioni modellistiche consentono la stima delle concentrazioni di NO_x, mentre la legislazione pone limiti, oltre che su gli ossidi di azoto totali, anche per le concentrazioni di biossido di azoto (NO₂). All'atto dell'emissione, generalmente l'NO₂ costituisce una frazione limitata (qualche per cento) degli NO_x, costituiti principalmente da NO: l'NO₂ si forma, a partire dall'NO, attraverso reazioni chimiche che dipendono fortemente sia dalle condizioni meteorologiche sia dalle concentrazioni di ozono (O₃) e degli idrocarburi presenti in atmosfera.

Inoltre, il codice di calcolo utilizzato, essendo di tipo "short-term", per ciascun punto ricevente calcola le concentrazioni medie orarie ma non i relativi parametri statistici per il confronto con i valori limite espressi dalla normativa vigente.

Entrambe le situazioni implicano una elaborazione dell'output del modello, che, nel caso in esame, sono state eseguite mediante l'utilizzo di post-processor appositamente scritti in linguaggio Perl [10] come di seguito descritto.

3.5.1 Formazione del biossido di azoto

Le principali reazioni chimiche interessanti gli ossidi di azoto sono la reazione di formazione e quella di fotodissociazione del biossido di azoto:



Conservativamente è stata trascurata la reazione (2), mentre la (1) è stata assunta completamente spostata a destra: si forma NO₂ fino al completo esaurimento di uno dei 2 composti (O₃ e NO) al primo membro. Per l'individuazione del composto limitante della reazione è stato considerato quanto segue:

- la concentrazione di NO al ricettore è stata calcolata assumendo all'emissione, in mancanza di dati sperimentali, un rapporto NO/NO_x pari a 1 (in realtà tale rapporto risulta di qualche per cento inferiore all'unità, tuttavia tale incertezza è ampiamente compensata dall'ipotesi cautelativa di cui al punto successivo);
- sono stati considerati livelli di concentrazione oraria limitante di O₃ superiore a quelli normalmente attesi in zone come quella in studio, individuati come descritto nel paragrafo 2.3, con valori massimi nelle ore più assolate estive pari a 250 µg/m³.

In base a quanto riportato sopra, tenendo conto dei relativi pesi molecolari, è possibile calcolare la concentrazione di NO₂ per ciascun punto del dominio calcolo.

3.5.2 Calcolo dei parametri statistici

Il post-processore elabora per ciascuno dei punti ricettori le concentrazioni medie orarie e fornisce le principali grandezze statistiche di interesse (valore medio, media mobile, valore massimo, percentile). Dovendo elaborare una grande quantità di dati, particolare cura è stata posta nell'ottimizzazione dei tempi di calcolo (nel caso in esame sono stati complessivamente elaborate 2.85 10⁶ valori in circa 4 ore di elaborazione).

3.6 ANALISI DEI RISULTATI E CONFRONTO CON I LIMITI DI LEGGE

Sulla base delle informazioni riportate sopra, tenendo conto della tipologia degli inquinanti specifici emessi dall'impianto (NO_x e CO), sono state condotte le valutazioni modellistiche della dispersione al suolo limitatamente al caso degli NO_x/NO_2 . Infatti, per quanto riguarda il CO , gli impianti di produzione di energia elettrica non presentano particolari problemi per il rispetto dei limiti di legge, che sono di 3 ordini di grandezza superiori a quelli degli altri inquinanti, mentre i valori emessi sono decisamente contenuti, avvenendo la combustione in eccesso di ossigeno. Le successive figure presentano le mappe di concentrazione al suolo relativamente ai parametri direttamente confrontabili con i limiti di legge. Nella figura 3/6 si riporta l'andamento del valore di concentrazione oraria di NO_2 superato per 18 volte in un anno civile, per il quale è previsto un limite pari a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

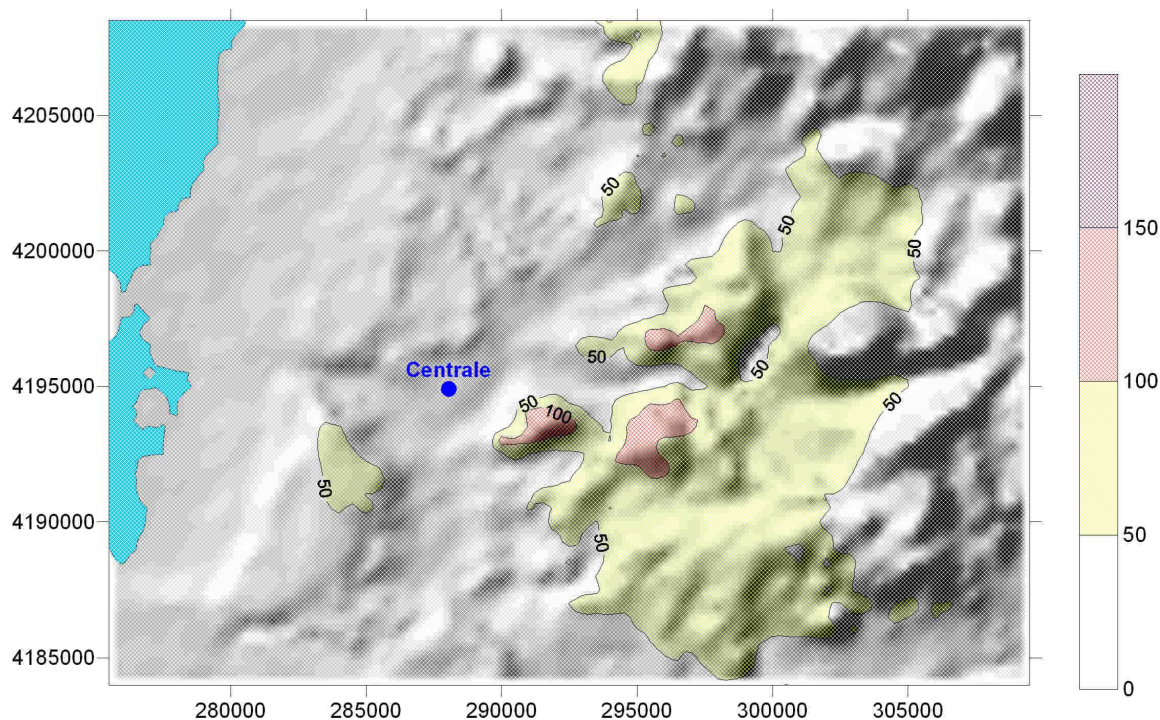


Figura 3/6 NO_2 : concentrazioni medie orarie superate per 18 ore/anno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

I valori più elevati, sempre inferiori a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, si presentano in corrispondenza dei rilievi collinari ad Est dell'impianto, e comunque in zone poco estese e scarsamente abitate. Nella figura 3/7 si riporta l'andamento della media annuale delle concentrazioni medie orarie di NO_2 , per il quale è previsto un valore limite di protezione della salute umana pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Anche in questo caso, i valori più elevati di tale parametro,

sempre inferiori a $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, si presentano in corrispondenza dei rilievi collinari immediatamente ad Est dell'impianto.

Nella figura 3/8 si riporta l'andamento della media annuale delle concentrazioni orarie di NO_x , per il quale è previsto un valore limite di protezione della vegetazione pari a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

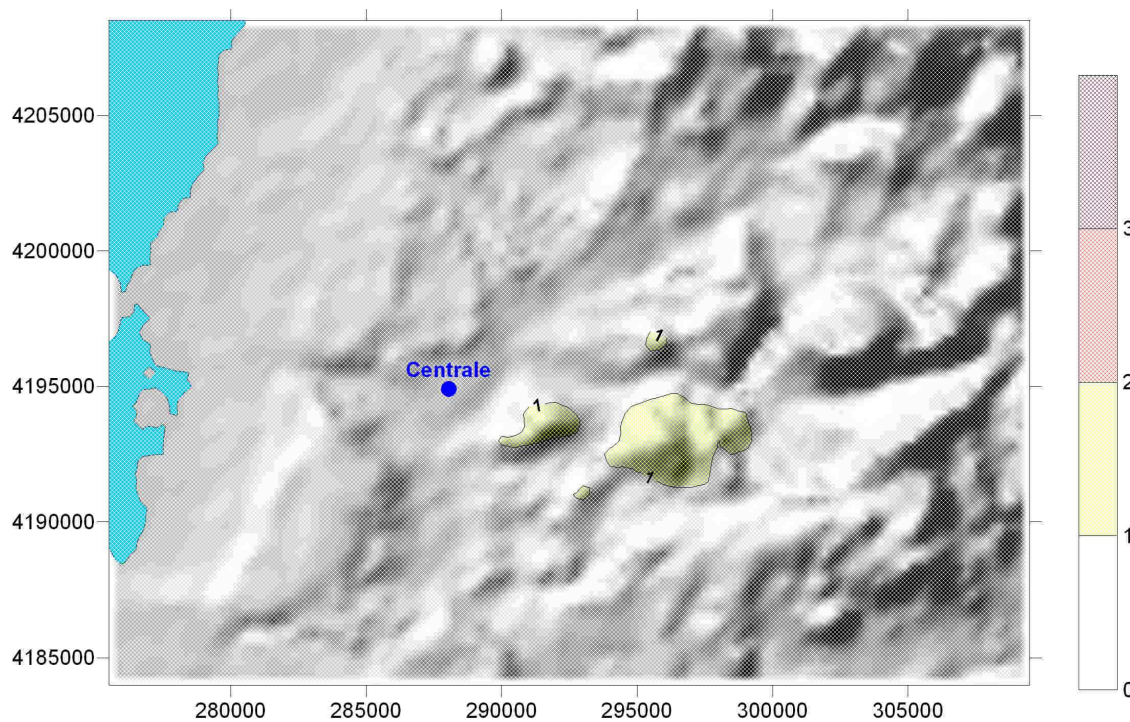


Figura 3/7 NO_2 : media annuale delle concentrazioni medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

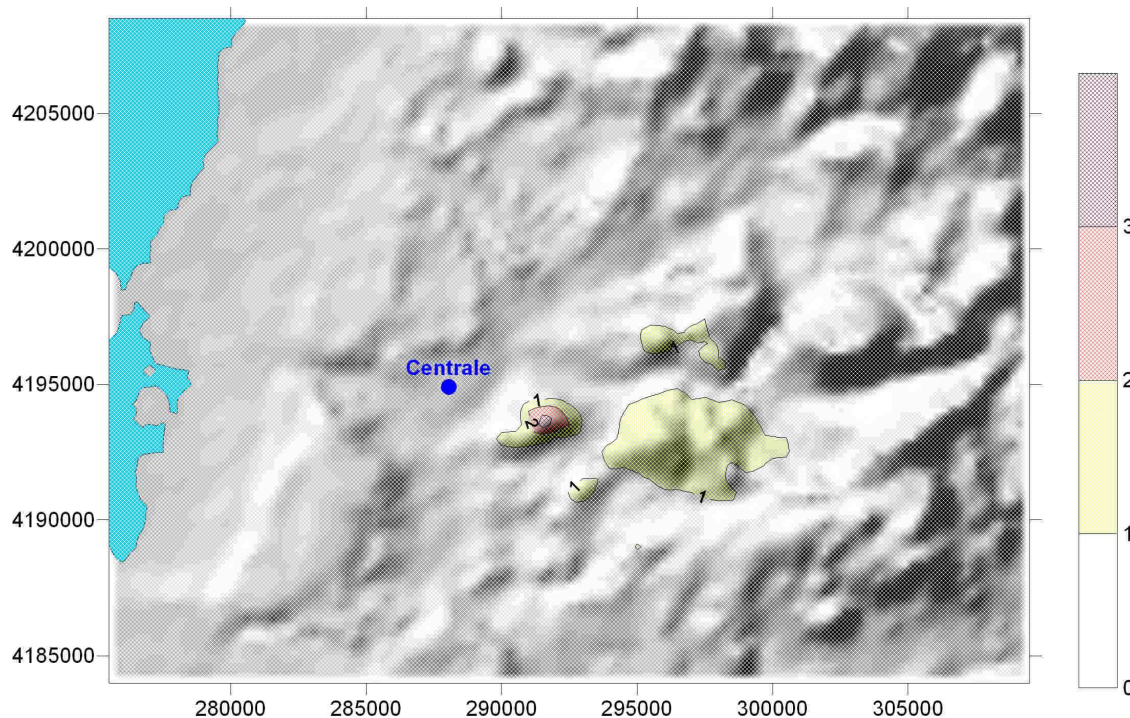


Figura 3/8 NO_x : media annuale delle concentrazioni medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Anche per tale parametro i valori più elevati risultano ben al di sotto del limite di legge. Infine, risulta significativa la mappatura, riportata in figura 3/9, relativa al 98° percentile delle medie orarie della concentrazione di NO₂: tale parametro attualmente vigente in via transitoria fino al 2010, presenta una distribuzione spaziale ben correlata alla direzione dei venti prevalenti nel sito in esame. In questo caso, il valore massimo calcolato (7.9 µg/m³) è nettamente inferiore al valore limite (200 µg/m³).

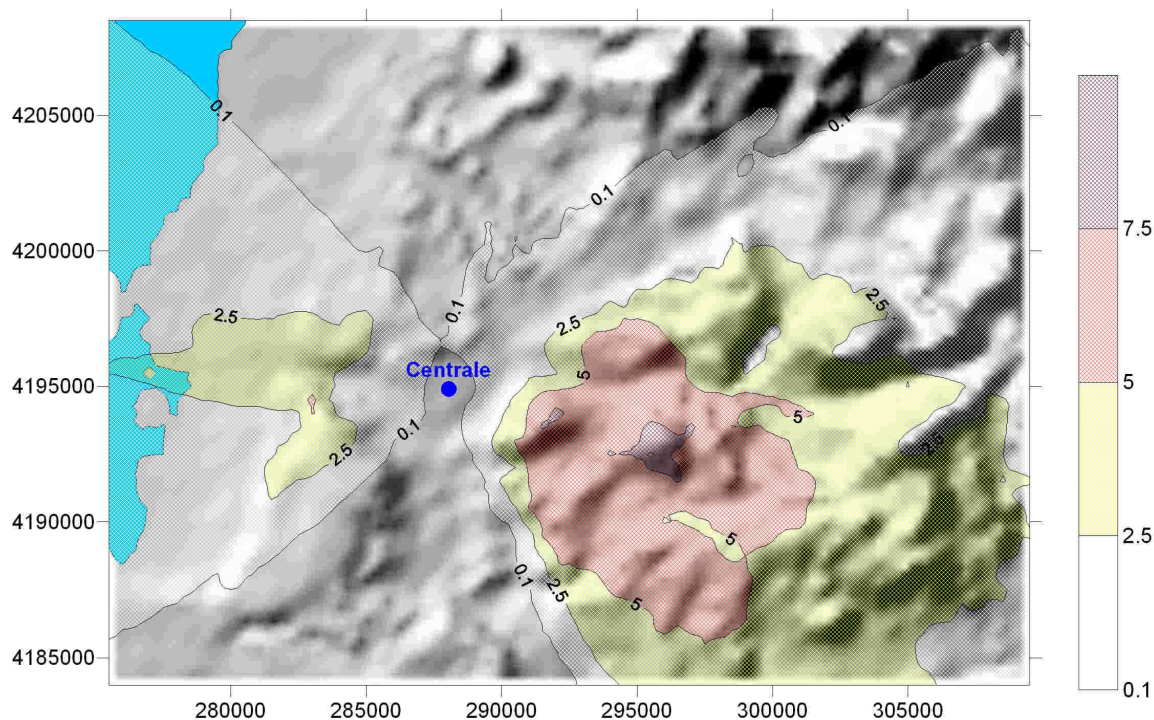


Figura 3/9 NO₂: 98°percentile delle concentrazioni medie orarie (µg/m³)

Con riferimento ai parametri statistici definiti dalla normativa vigente la successiva tabella 3/4 illustra i valori massimi stimati dal modello di calcolo.

Biossido di azoto (NO₂)		Limite	Impianto
Normativa	Parametro	(µg/m³)	(µg/m³)
valori guida 203/88	50 percentile orario	50	0
valore limite 203/88	98 percentile orario	200	7.9
D.M. 2 Apr 2002 n.60	Media annuale	40	1.6
D.M. 2 Apr 2002 n.60	Concentrazione superata per 18h/anno (percentile orario 99.7945)	200	135.5
Ossidi di azoto totali (NO_x)			
D.M. 2 Apr 2002 n.60	Media annuale (Protezione vegetazione)	30	3.5

Tabella 3/4 Confronto con i limiti di legge

Dall'esame della tabella precedente si vede che il valore più restrittivo previsto per la concentrazione di NO₂ (media oraria superata per più di 18 ore/anno) nel punto di massimo impatto è pari a circa il 68% del rispettivo limite di legge. Si ricorda che tale risultato è ottenuto in base ad ipotesi cautelative relative alle ore di funzionamento dell'impianto e alla possibilità di trasformazione di NO in NO₂. In termini di concentrazioni medie annuali il contributo stimato dell'impianto ai rispettivi limiti di legge è di poco superiore al 10% del valore limite nel caso degli NO_x, mentre è pari al solo 4% nel caso degli NO₂.

4 CONFRONTO CON SQA

Per ciascuna componente della matrice ambientale i criteri di soddisfazione sono generalmente due, uno relativo al controllo del livello totale di inquinamento e l'altro relativo al controllo degli incrementi di inquinamento dovuti alla proposta impiantistica. In tale ambito sono definite le seguenti grandezze:

- SQA, lo standard di qualità ambientale, rappresentato dai limiti definiti nell'ambito della normativa vigente;
- L_F , il livello di inquinamento finale, rappresentato dalla sovrapposizione del contributo dell'impianto al livello di inquinamento preesistente;
- C_A , il contributo aggiuntivo all'inquinamento dovuto all'impianto.

I criteri di soddisfazione sono i seguenti:

$$L_F < SQA \quad (1)$$

(per il controllo del livello di inquinamento complessivo nell'area)

$$C_A \ll SQA \quad (2)$$

(per il controllo degli incrementi di inquinamento nell'area)

Con particolare riferimento alla componente atmosfera, la qualità dell'aria complessiva con l'impianto in esercizio, è ben descritta, nel caso in esame, dalla concentrazione di NO_x/NO_2 , e risulterà dalla sovrapposizione del livello di fondo più il contributo della centrale termoelettrica. Per tale inquinante i parametri più gravosi dal punto di vista del rispetto dei limiti di legge sono il valore superato per 18 ore anno ed il 98° percentile, che vengono qui assunti come SQA di riferimento.

In mancanza di dati sperimentali diretti, tenendo conto di quanto riportato nel capitolo 2, si può assumere per il sito un valore cautelativo di concentrazione di fondo (in assenza dell'impianto) per NO_2 pari a $50 \mu g/m^3$.

Nella tabella 4/1 si riportano, i valori rappresentativi delle grandezze che consentono di effettuare, per la componente in esame, i confronti (1) e (2) per l'area di massima ricaduta delle emissioni dell'impianto.

SQA		fondo $\mu\text{g}/\text{m}^3$	C_A $\mu\text{g}/\text{m}^3$	L_F $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$L_F < SQA$	C_A/SQA %
descrizione	valore					
valore superato per 18 ore/anno	200	50	135.0	185.0	OK	67.5
98°percentile	200	50	8.0	58.0	OK	4.0

Tabella 4/1 Confronto con gli SQA

Dall'esame della tabella precedente, tenendo conto che per la maggior parte dell'area interessata il contributo dell'impianto è nettamente inferiore a quello considerato nella valutazione, si deduce che la proposta impiantistica risulta pienamente soddisfacente sia dal punti di vista del livello di inquinamento finale che da quello dell'entità del proprio contributo all'inquinamento atmosferico dell'area circostante.

5 CONCLUSIONI

Nel presente documento sono stati esaminati gli effetti dell'esercizio della centrale Turbogas di Trapani sulla componente "Atmosfera", con il supporto del modello di dispersione ISCST3, sviluppato e raccomandato dall' Agenzia Statunitense di Protezione dell'Ambiente (US EPA) e riconosciuto a livello internazionale.

Dopo aver definito l'area di indagine, ne sono state evidenziate le principali caratteristiche (uso del territorio, orografia, presenza di centri abitati, infrastrutture, ecc.) ed è stato esaminato lo stato della qualità dell'aria in base alle informazioni disponibili, anche in relazione al quadro normativo vigente.

L'applicazione del modello matematico, preceduta dall'analisi dei dati di input (dominio di calcolo, caratteristiche delle sorgenti, condizioni meteorologiche, ecc.), ha consentito di valutare i valori medi orari delle concentrazioni al suolo, per un intero anno, in tutta l'area di studio (costituita da un dominio rettangolare di dimensioni 34 x 25 km²). Utilizzando un apposito post-processore, a partire da tali valori sono stati calcolati gli indici statistici previsti dalla normativa vigente.

Presso i punti ricettori i limiti di legge risultano rispettati con ampio margine, senza necessità di interventi di mitigazione. Inoltre, in base al confronto con gli SQA opportunamente individuati, l'impianto è risultato pienamente soddisfacente sia dal punto di vista del livello di inquinamento finale che da quello dell'entità del proprio contributo all'inquinamento atmosferico dell'area circostante.

6 **BIBLIOGRAFIA**

- [1] ENDESA Italia, Centrale Turbogas di Trapani – Dichiarazione ambientale 2005

- [2] Provincia Regionale di Trapani, Attività di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico, http://www.provincia.trapani.it/Menu_sx/Ambiente/index.htm

- [3] Regione Siciliana, Relazione sullo stato dell'ambiente in Sicilia 2005

- [4] EPA, Guideline on Air Quality Model, Appendix W to PART 51, 7-1-99 Edition

- [5] Istituto Superiore di Sanità (1990): "Modelli per la progettazione e valutazione di una rete di rilevamento per il controllo della qualità dell'aria", Rapporto ISTISAN 90/32, ISSN-0391-1675)

- [6] ANPA, I modelli nella valutazione della qualità dell'aria, RTI CTN_ACE 2/2000, 2000

- [7] Finzi G. et al., Gestione della qualità dell'aria – Modelli di simulazione e previsione, McGraw-Hill, 2001

- [8] U.S. Environmental Protection Agency, User's guide for the Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion models, Volume I – User Instructions, 1995

- [9] U.S. Environmental Protection Agency, User's guide for the Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion models, Volume II – Description of model algorithms, 1995

- [10] Bellini A., Guidi A., Perl e Internet, McGraw-Hill, 1998