

Per

Voghera Energia S.p.A.

**Centrale a Ciclo Combinato da 400 MW_E di
Voghera (PV)**

Allegato D6_01

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

Contratto FWIENV n° 1-BH-0350A

FOSTER WHEELER ITALIANA S.p.A.

VIA S. CABOTO, 1 - 20094 CORSICO (MILANO) ITALY - TEL. +39 024486.1 - FAX +39 024486.3112

CAPITALE SOCIALE I.V. € 16.500.000 - CODICE FISCALE/PARTITA IVA/REG. IMPRESE MILANO 00897360152 - R.E.A. MI N. 511367
SOCIETA' SOGGETTA ALLA DIREZIONE E COORDINAMENTO DELLA CONTROLLANTE FOSTER WHEELER CONTINENTAL EUROPE S.r.l., SOCIO UNICO

INDICE

1	INTRODUZIONE	2
2	I LIMITI DI RIFERIMENTO NORMATIVI	5
3	ELABORAZIONE DATI DI INPUT METEOCLIMATICI.....	6
3.1	ELABORAZIONI PER IL FILE METEOROLOGICO DI RIFERIMENTO	6
4	I DATI DI INPUT DEL MODELLO DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI ...	9
4.1	INQUINANTI E SITUAZIONI CONSIDERATE	9
4.2	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO CALPUFF	9
4.3	EFFETTO “BUILDING DOWNWASH”	12
4.4	DATI DI INPUT UTILIZZATI PER IL MODELLO DI SIMULAZIONE	16
4.4.1	<i>Griglia dei recettori</i>	16
4.4.2	<i>Dati relativi alle emissioni delle sorgenti puntuali</i>	17
5	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI	19
5.1	DESCRIZIONE DELLE ELABORAZIONI EFFETTUATE	19
5.2	MASSIME CONCENTRAZIONI STIMATE DAL MODELLO E ANDAMENTO DELLE CURVE DI ISOCONCENTRAZIONE.....	20
5.3	CONFRONTO CON GLI SQA.....	22
6	CONCLUSIONI.....	27

APPENDICI

APPENDICE 1: Mappe raffiguranti l'andamento delle curve di isoconcentrazione di CO, NO₂ e NO_x

1 INTRODUZIONE

In accordo a quanto indicato dalle “Linee Guida alla compilazione della Domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale”, scopo del presente documento è quello di identificare e quantificare gli effetti delle emissioni in aria, e di confrontarli con i limiti normativi, al fine di pervenire ad un giudizio di rilevanza.

Il presente studio valuta, infatti, attraverso l'utilizzo di un software modellistico per la valutazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera, gli impatti sulla qualità dell'aria a seguito delle emissioni in aria relazionabili all'esercizio della Centrale a Ciclo combinato di 400 MW_E di Voghera (PV).

La valutazione è stata condotta per il solo punto emissivo E1 (camino della turbina a gas STK-201), per gli inquinanti NO₂, NO_x e CO, ipotizzando il funzionamento della Centrale alla capacità produttiva.

I livelli attesi, in uscita dal modello, sono stati inoltre confrontati con i limiti di legge definiti dal Decreto 2 Aprile 2002, n. 60. Sono stati inoltre identificati i ricettori sensibili presenti sul territorio (centraline) per valutare l'impatto su questi bersagli vulnerabili.

2 I LIMITI DI RIFERIMENTO NORMATIVI

Prima di procedere alla descrizione delle attività eseguite per arrivare a determinare gli impatti sulla qualità dell'aria, è opportuno richiamare i limiti di qualità definiti dalla normativa per gli inquinanti rilasciati dal camino della Centrale, per i quali l'autorizzazione definisce un limite emissivo, ovvero NO_x (limite autorizzato 50 mg/Nm³ al 15% di O₂) e CO (limite autorizzato 30 mg/Nm³ al 15% di O₂).

In Italia è stato adottato il Decreto 2 Aprile 2002, n. 60, in recepimento delle direttive Comunitarie 1999/30/CE e 2000/69/CE, che definisce i limiti di qualità dell'aria ambiente per il Biossido di Zolfo, il Biossido di Azoto, gli ossidi di Azoto, le particelle, il Piombo, il Benzene e il Monossido di Carbonio. La maggior parte dei limiti di legge ivi indicati sono entrati in vigore a partire dal 1° gennaio 2005, mentre alcuni hanno una data entro la quale il limite deve essere rispettato ancora più lontana (1° gennaio 2010). Nella Tabella 2.1 sono indicati, per gli inquinanti analizzati, il periodo di mediazione, il valore limite e la data entro il quale il limite deve essere raggiunto.

Tabella 2.1 - Valori limite di qualità dell'aria (Decreto 2 Aprile 2002, n. 60)

Inquinante	Livello di protezione	Periodo di mediazione	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
NO ₂	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m ³ NO ₂ da non superare più di 18 volte per l'anno civile (corrisponde al 99.794 perc.)	1° gennaio 2010
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³ NO ₂	1° gennaio 2010
NO _x	Valore limite per la protezione della vegetazione	Anno civile	30 µg/m ³ NO _x	19 luglio 2001
CO	Valore limite per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	1° gennaio 2005

3 ELABORAZIONE DATI DI INPUT METEOCLIMATICI

I dati meteorologici rappresentativi del regime meteo climatico dell'area vasta considerata (estensione 14 km per 14 km, con baricentro corrispondente all'ubicazione della centrale di Voghera), sono stati elaborati per l'utilizzo nelle simulazioni con il modello Calpuff.

3.1 Elaborazioni per il file meteorologico di riferimento

Le caratteristiche meteo climatiche e meteo diffusive dell'area utilizzate per lo studio modellistico di dispersione degli inquinanti rilasciati dal sito petrolchimico di Gela, sono stati elaborati dal modello meteorologico LAMA gestito dal servizio ARPA SMR della Regione Emilia Romagna.

Il file meteo utilizzato contiene le informazioni orarie di tipo standard sulle condizioni meteo diffusive dell'atmosfera rappresentative dell'area di studio (direzione e velocità del vento, temperatura, Classe di stabilità, lunghezza di Monin Obukhov, ecc.). Nelle figure che seguono si riportano gli andamenti di alcune grandezze meteo diffusive significative utilizzate per le simulazioni modellistiche della dispersione degli inquinanti del caso in esame. I dati meteo utilizzati si riferiscono ad un periodo di osservazione di 3 anni: dal 1 gennaio 2005 al 31 dicembre 2007.

Analizzando i dati meteo diffusivi si evidenziano i seguenti aspetti:

- ✓ L'area di studio è caratterizzata dalla presenza di venti con direzione prevalente dalle direzioni SSO e SO;
- ✓ Il regime anemologico è caratterizzato dalla presenza di venti leggeri con velocità per lo più inferiori ai 5 m/sec e prevalentemente comprese tra 1 e 3 m/s;
- ✓ Lo stato della turbolenza atmosferica è generalmente classificabile mediante la classe di stabilità D Neutra; si rileva anche la presenza di frequenti condizioni molto stabili (Classe F).

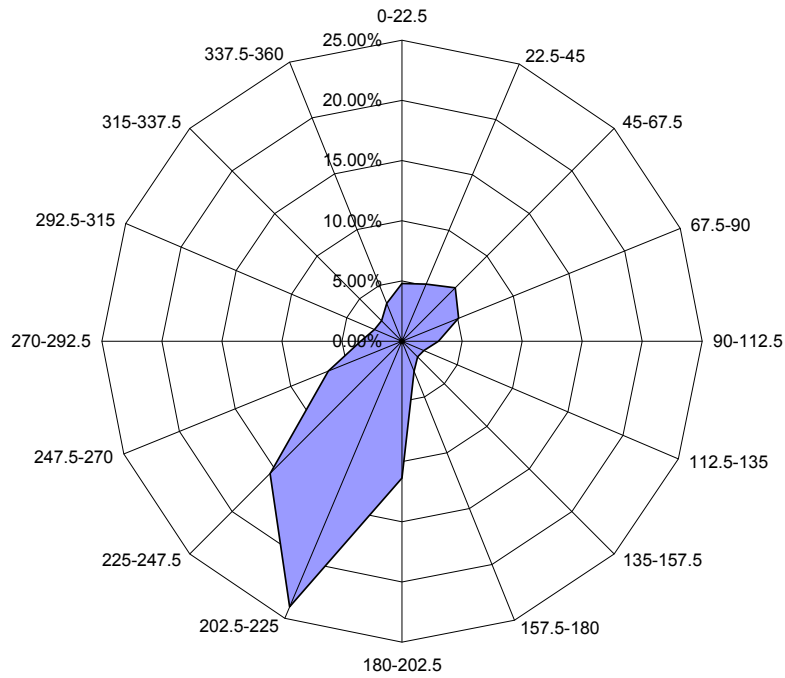


Figura 3.1 - Rosa dei venti ARPA SMR VOGHERA 2005 - 2007

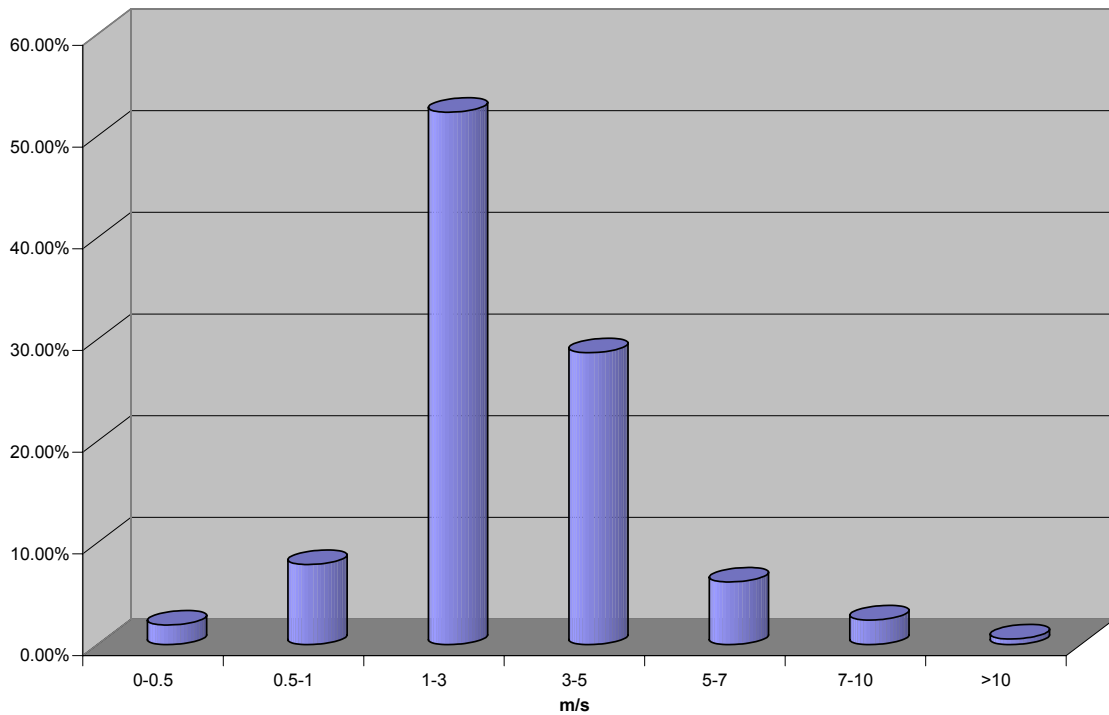


Figura 3.2 - Distribuzione Classi di Velocità del Vento - LAMA VOGHERA 2005 - 2007

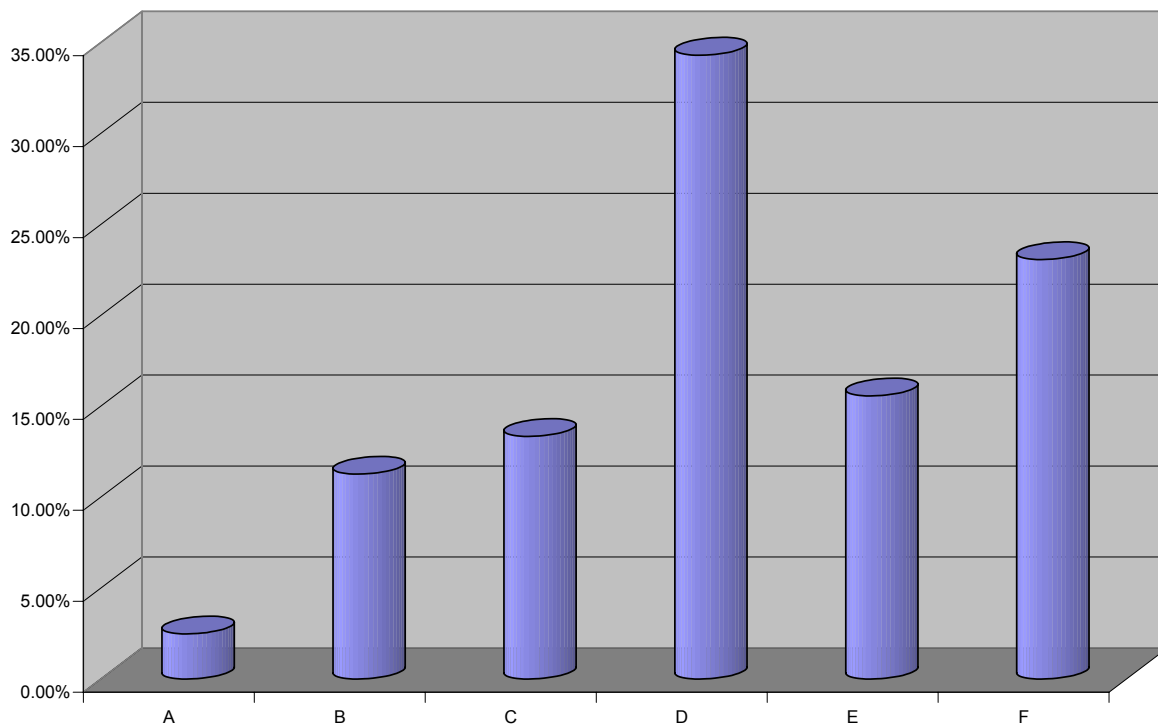


Figura 3.3 - Distribuzione Classi di Pasquill - LAMA VOGHERA 2005 – 2007

4 I DATI DI INPUT DEL MODELLO DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI

4.1 Inquinanti e situazioni considerate

La simulazione di dispersione degli inquinanti in atmosfera è stata effettuata mediante il modello di simulazione Calpuff, per i seguenti inquinanti:

- NO_x
- CO

In questo studio, in via cautelativa, si stima la concentrazione di NO₂ pari a quella degli NO_x, considerando, quindi, che tutti gli NO_x presenti reagiscono in atmosfera e originano NO₂.

4.2 Descrizione del modello di calcolo Calpuff

CALPUFF è un modello a puff multistrato non stazionario in grado di simulare il trasporto, la trasformazione e la deposizione atmosferica di inquinanti in condizioni meteo variabili non omogenee e non stazionarie. CALPUFF può utilizzare i campi meteo tridimensionali prodotti da specifici pre-processor (CALMET) oppure, nel caso di applicazioni semplificate, fa uso di misure rilevate da singole centraline meteo.

Recentemente è stato adottato da U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA) nelle proprie linee guida sulla modellistica per la qualità dell'aria (40 CFR Part 51 Appendix W - Novembre 2005) come uno dei modelli preferiti in condizioni di simulazione long-range oppure per condizioni locali caratterizzate da condizioni meteorologiche complesse, ad esempio orografia complessa e calme di vento.

I modelli a segmenti o a puff sono modelli in grado di simulare situazioni non stazionarie e sono generalmente associati a modelli di campo di vento. Di complessità intermedia tra i modelli stazionari (gaussiani) e quelli 3D (modelli euleriani e lagrangiani a particelle), consentono di descrivere la traiettoria dei fumi e quindi di seguire l'evoluzione temporale della dispersione, perché possono tenere in conto le variazioni spaziali e temporali. Sono quindi da preferirsi, rispetto ai modelli gaussiani, per studiare situazioni complesse, sia dal

punto di vista dell'orografia, sia delle emissioni, sia del campo di moto turbolento. I modelli a puff, in particolare, consentono di trattare anche le situazioni di calma di vento (Zannetti, 1990). I modelli a "segmenti" considerano il pennacchio suddiviso in un certo numero di porzioni (o segmenti) tra loro indipendenti, il cui baricentro si muove in accordo alle condizioni meteorologiche incontrate lungo il percorso. Ogni segmento produce un campo di concentrazioni al suolo calcolato col modello gaussiano e solo il segmento più prossimo al punto recettore contribuisce a stimare la concentrazione nel recettore stesso.

La Figura 4.1 - Segmentazione del pennacchio nei modelli a puff illustra la procedura descritta. La concentrazione totale ad un certo istante viene calcolata sommando i contributi di ogni singolo puff.

Nei modelli a puff, il moto del baricentro di ogni puff in cui è suddiviso il pennacchio si muove in accordo alle condizioni meteorologiche incontrate lungo il percorso. Ogni puff si espande, nelle tre direzioni cartesiane, in modo gaussiano.

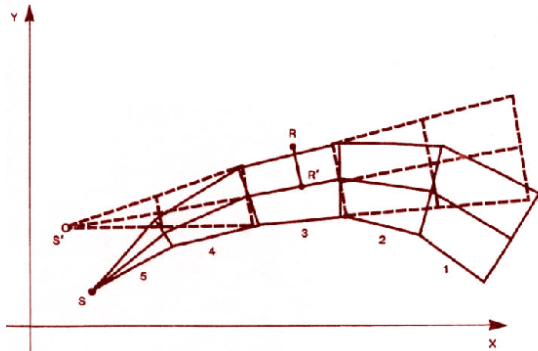


Figura 4.1 - Segmentazione del pennacchio nei modelli a puff

A differenza di quanto avviene nel modello gaussiano standard, non si fa l'ipotesi che la diffusione lungo la direzione di moto del pennacchio, x , sia trascurabile rispetto allo spostamento. Questo fa sì che, da un lato, nell'equazione che descrive questo modello, la velocità del vento non compaia più esplicitamente e, dall'altro lato, che il modello possa essere usato anche per le situazioni di vento debole o di calma. La concentrazione al suolo

nel punto recettore è la somma dei contributi di tutti i puff. L'espressione del modello a puff è la seguente (Zannetti, 1990):

$$\Delta c = \frac{\Delta M}{(2\pi)^{3/2} \sigma_h^2 \sigma_z^2} \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(x_p - x_r)^2}{\sigma_h^2}\right] \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(y_p - y_r)^2}{\sigma_h^2}\right] \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(z_p - z_r)^2}{\sigma_z^2}\right] \quad (7)$$

dove:

$\Delta M = Q \Delta t$	massa emessa nell'intervallo di tempo t [Kg]
x_p, y_p, z_p	coordinate del baricentro dell'i-esimo puff [m]
x_r, y_r, z_r	coordinate del punto recettore [m]
σ_h, σ_z	coefficienti di dispersione orizzontale e verticale [m], determinabili

Gli algoritmi di CALPUFF consentono di considerare l'effetto scia generato dagli edifici prossimi alla sorgente, della fase transizionale del pennacchio, della orografia complessa del terreno, della deposizione secca ed umida. Il modello può simulare sia sorgenti puntiformi che areali.

La trattazione matematica del modello è piuttosto complessa e si rinvia al manuale tecnico di CALPUFF per ulteriori approfondimenti (Scire et al., 2000).

Le simulazioni modellistiche sono state condotte sulla base delle seguenti ipotesi:

- ✓ Area di studio con orografia semplice;
- ✓ Opzione partial plume penetration per il trattamento delle inversioni termiche in quota;
- ✓ Calcolo dei coefficienti di dispersione partendo dai dati meteorologica disponibili (opzione Micrometeorology);
- ✓ Terreno Rurale;
- ✓ Valutazione dell'effetto downwash, dovuto alla presenza degli edifici dell'impianto;
- ✓ Si trascura la perdita di massa per deposizione umida e secca (Plume Depletion).

4.3 Effetto “building downwash”

Le simulazioni modellistiche relative alla centrale in oggetto sono condotte prendendo in considerazione uno dei fenomeni che influenzano maggiormente la dispersione degli inquinanti emessi in atmosfera, in termini di localizzazione dei massimi di ricaduta al suolo e della loro magnitudo, ovvero gli effetti di Building Downwash .

Il fenomeno fisico definito come “Building Downwash” riguarda gli effetti aerodinamici (wake effects e cavity) che si manifestano a causa della presenza di edifici od ostacoli in prossimità dei camini, determinando un abbassamento del pennacchio con un incremento delle ricadute nelle zone limitrofe alla sorgente.

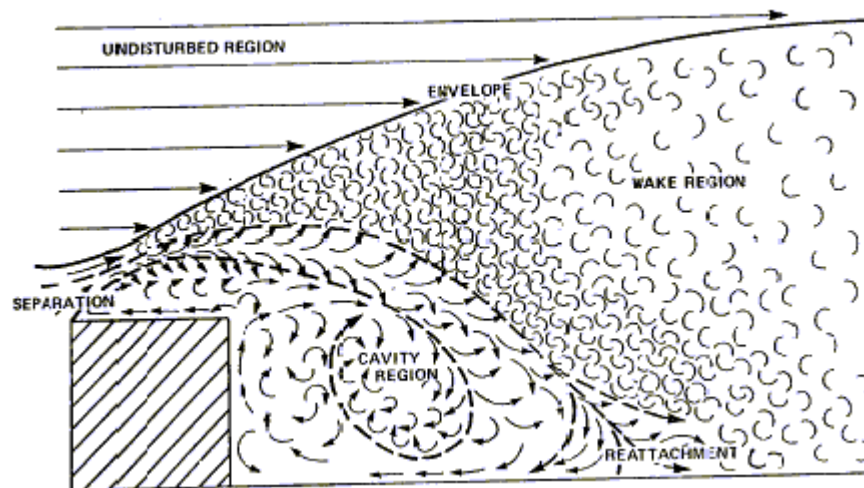


Figura 4.2 - Effetti Aerodinamici dovuti a Building Downwash

Il Building Downwash influenza notevolmente la dispersione degli inquinanti con l'aumento delle concentrazioni nelle zone limitrofe ai camini.

Gli effetti di building downwash sono rilevabili solo se le sorgenti ricadono all'interno di un'area di influenza dei singoli edifici definita da un cerchio di raggio pari a $5L$, dove L è il valore minore tra l'altezza dell'edificio (BH) e la larghezza proiettata su un piano perpendicolare alla direzione del vento (PBW). Tuttavia la massima estensione dell'area di influenza non supera gli 800 m dai camini.

Pertanto la definizione dell'area di influenza varia con l'angolo di direzione del vento.

DETERMINATION OF THE IMMEDIATE VICINITY, R,
FOR THREE TYPES OF STRUCTURES

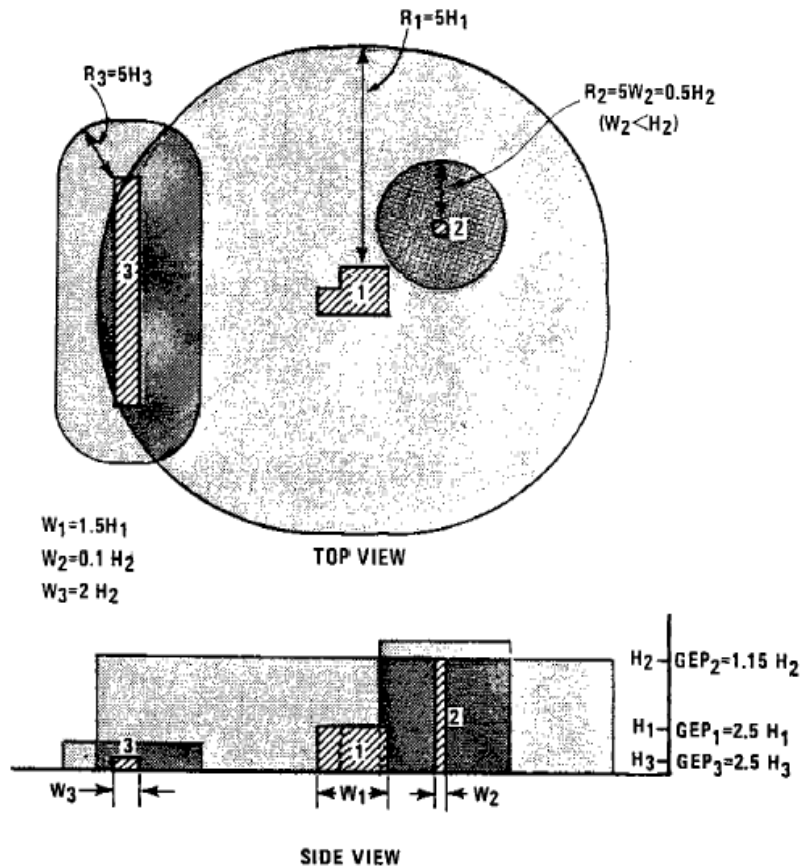


Figura 4.3 Distanze d'influenza edifici sulle sorgenti

Per dimensionare le altezze dei camini in modo da evitare gli effetti di Building Downwash determinati dalla presenza di edifici adiacenti, si fa riferimento alle linee guida GEP (Guideline for Determination of Good Engineering Practice Stack Height) sviluppate dalla U.S.EPA.

L'altezza della sorgente secondo le GEP è calcolata mediante la seguente relazione:

$$H_g = H + 1.5L$$

dove H_g costituisce l'altezza del camino misurata dal terreno, H è l'altezza delle strutture vicine rispetto al suolo, L è la dimensione inferiore tra la lunghezza o la larghezza proiettata (su un piano perpendicolare alla direzione del vento) delle strutture vicine.

In relazione alla presenza di edifici prossimi al camino della Centrale di Voghera e all'altezza dello stesso camino che non permette di escludere possibili interferenze dei fumi con la scia aerodinamica degli edifici ("downwash"), sulla base dei criteri fissati dall'EPA (EPA, 1985), sono state introdotte nel modello, tra i dati di input, le informazioni necessarie ai fini del calcolo degli effetti di tali interferenze per mezzo di un opportuno modello di calcolo.

In letteratura, diversi sono gli algoritmi sviluppati per calcolare gli effetti di Building DownWash; CALPUFF, il modello utilizzato in questo studio, contiene gli algoritmi sviluppati da Huber-Snyder e Schulman-Scire, attualmente accettati da USEPA.

Nella figura seguente e' riportato il layout degli edifici significativi per i fenomeni di BDW (altezze superiori ai 10 m) nella configurazione prevista per l'impianto energetico.

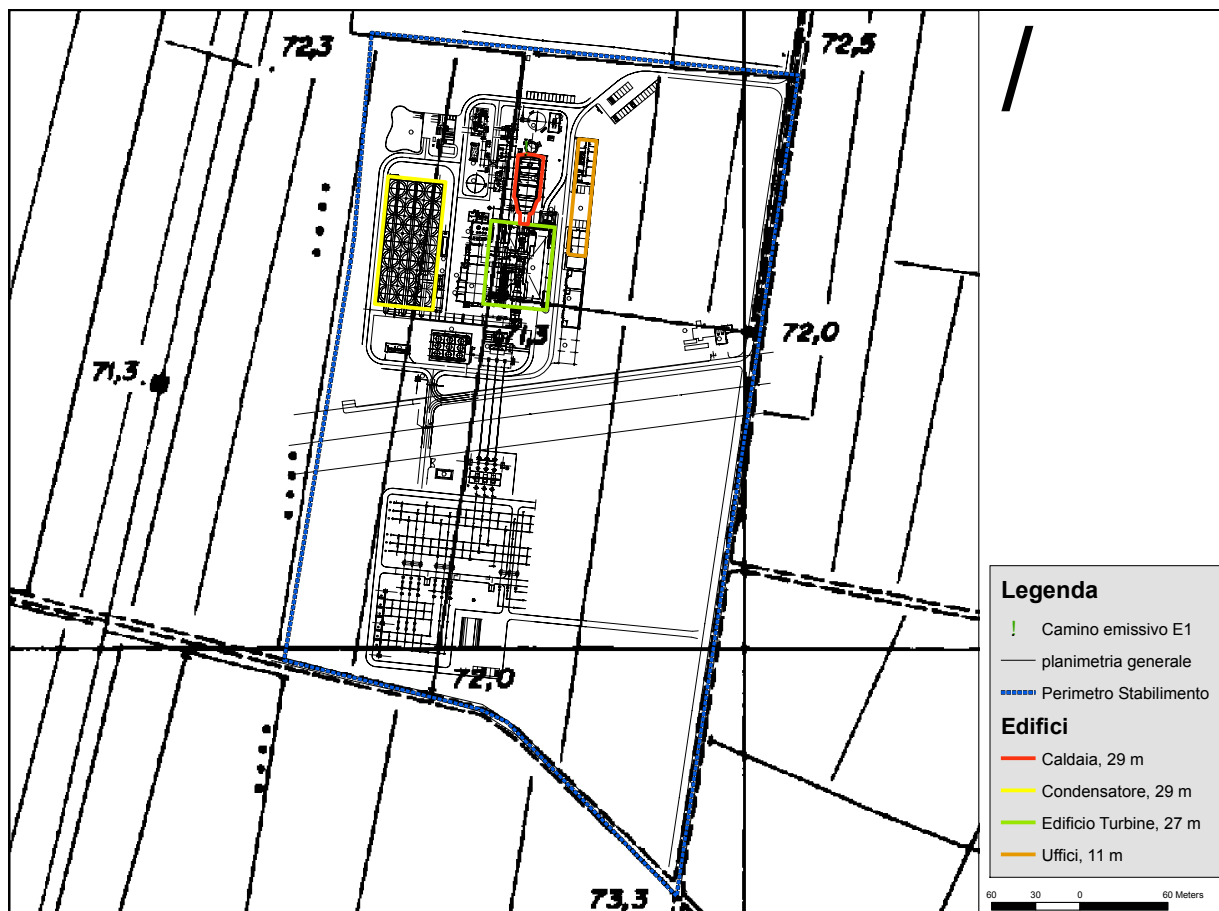


Figura 4.4 – Effetto “Building downwash”: edifici considerati

Analizzando la planimetria dell'impianto (Figura 4.4) si evince che gli edifici con un'altezza superiore ai 10 m posti nelle vicinanze del camino (riportati con miglior dettaglio in Figura 4.5), e di cui quindi si è tenuto conto nel valutare l'effetto "building downwash" sono:

- ✓ Condensatore (H=29 m)
- ✓ Edificio Turbine (H=27 m)
- ✓ Caldaia HRSG (H=29 m)
- ✓ Uffici (H=11 m)

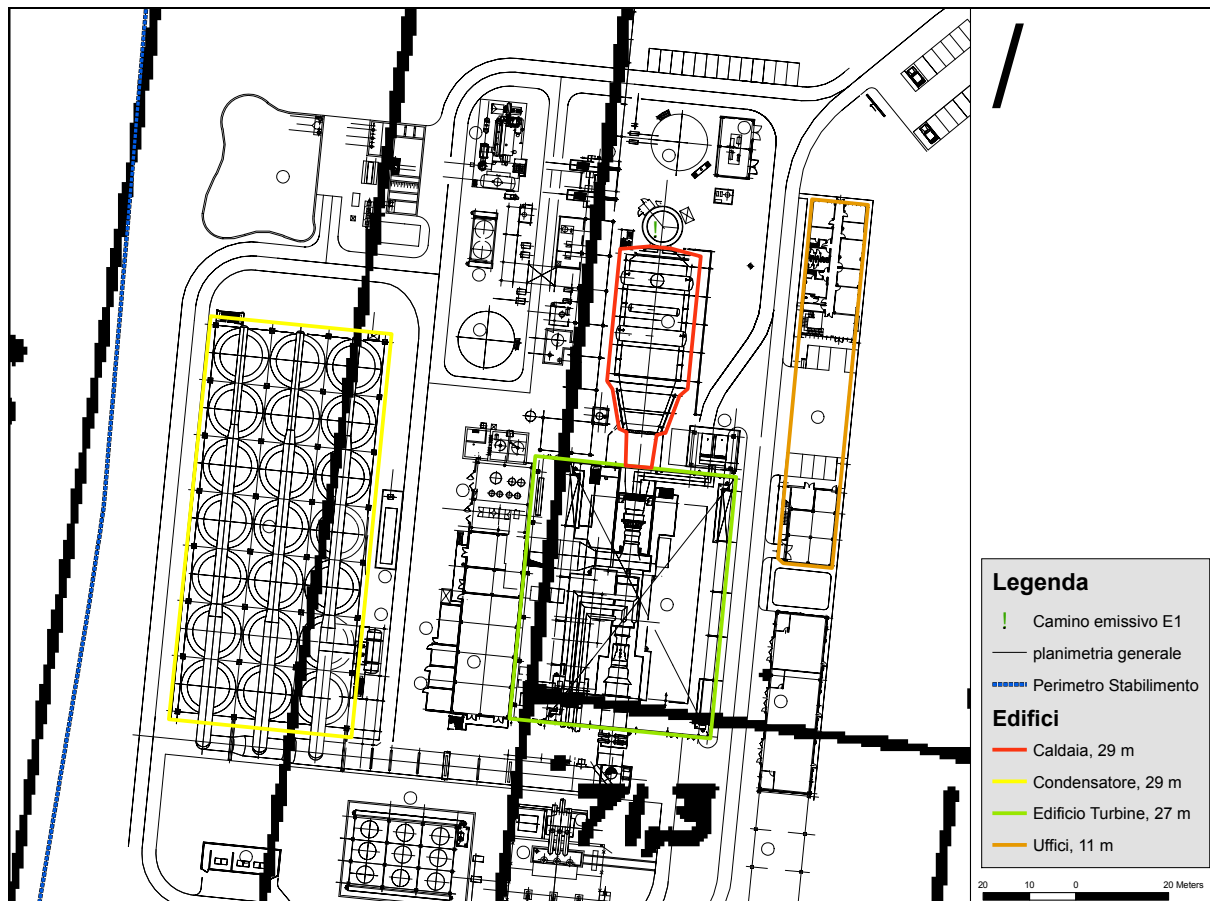


Figura 4.5 – Effetto "Building downwash": zoom sugli edifici considerati

Analizzando la presenza degli effetti di Building DownWash per la sorgente emissiva della Centrale in oggetto, si osserva come gli effetti di Building DownWash generati dagli edifici siano nulli. Ciò è confermato dalla stima dell'altezza minima che non risente delle turbolenza secondo le GEP, pari a 72.5 m, inferiore alla altezza geometrica dei camini pari a 80 m.

4.4 Dati di input utilizzati per il modello di simulazione

4.4.1 Griglia dei recettori

L'area di studio presa in esame ha forma quadrata di 14 km per 14 km: l'angolo Sud-Ovest del reticolo di riferimento è stato posizionato nel punto di coordinate WGS84/UTM Fuso 32 E = 490769 m, N = 4979121 m, in modo tale che l'impianto risulti localizzato al centro dell'area di studio.

I valori delle concentrazioni vengono simulati in corrispondenza di una serie di punti appartenenti ad una griglia di calcolo regolare caratterizzata da una maglia regolare con passo di 300 m. Nella Figura 4.6 si riporta l'estensione e la localizzazione della griglia di calcolo utilizzata nelle simulazioni modellistiche.

Alla griglia regolare dei punti recettori sono stati inseriti anche diversi ricettori discreti in corrispondenza in corrispondenza delle centraline di monitoraggio.

La regione Lombardia dispone di una rete di rilevamento della qualità dell'aria sul territorio. La rete insistente sull'area vasta è attualmente composta da 3 centraline appartenenti alla rete di rilevamento della Regione Lombardia.

L'elenco delle centraline di monitoraggio presenti nell'area vasta, con le relative coordinate, sono riportati nella tabella seguente e mappate nella Figura 4.6.

Tabella 4.1 – Informazioni relative alle Stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria nell'area vasta considerata (Fonte: ARPA Lombardia)

Numero	Centralina	Coordinata X (m)	Coordinata Y (m)	Parametri rilevati
1	Voghera Pozzoni	500665	4982899	PM ₁₀ - NO ₂ - CO - O ₃ - Benzene
2	Voghera Repubblica	500562	4981380	NO ₂ - CO
3	Cornale	493239	4987408	NO ₂ - PM _{2.5} - CO - O ₃ - Benzene

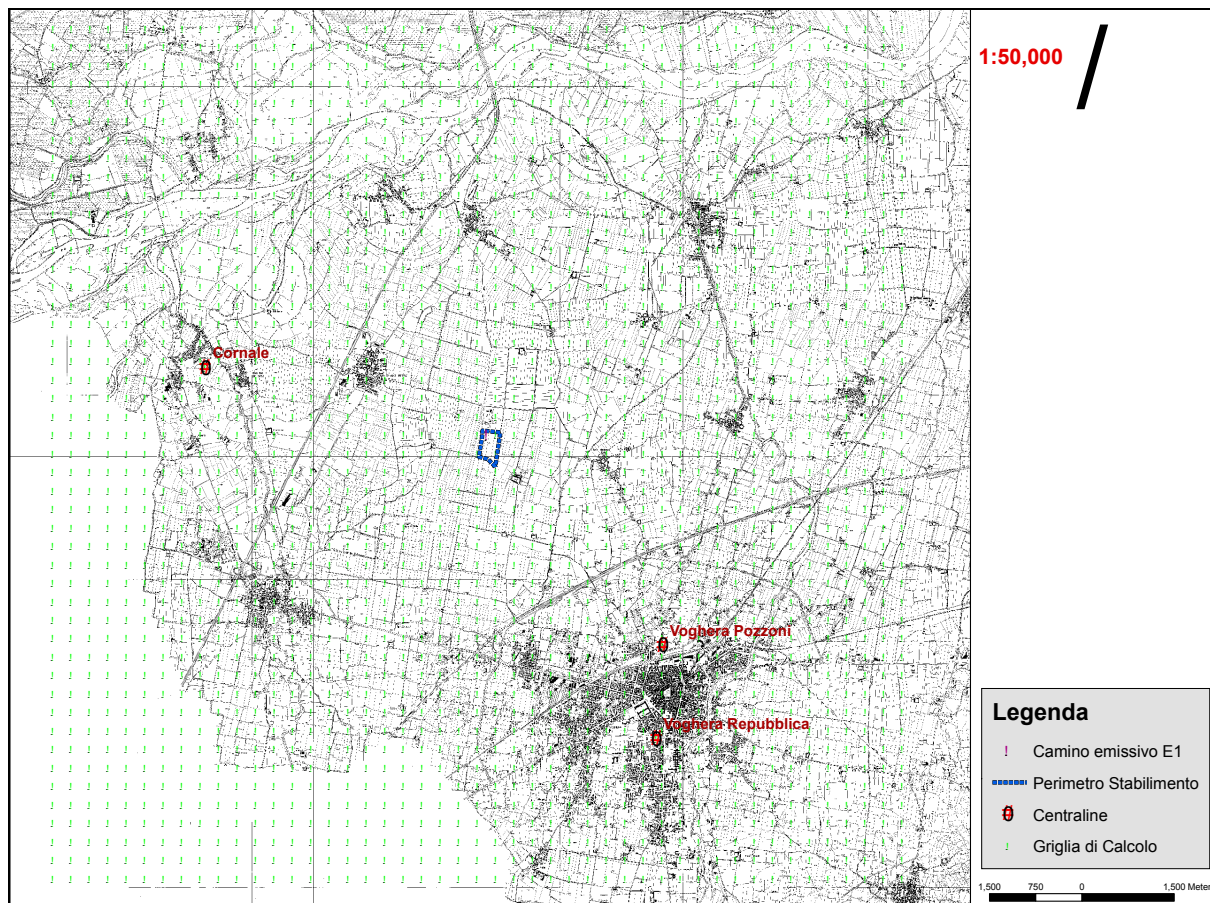


Figura 4.6 - Griglia di calcolo e centraline di monitoraggio

4.4.2 Dati relativi alle emissioni delle sorgenti puntuali

Per il punto emissivo considerato (punto emissivo E1 - camino turbina a gas (STK-201)) camino verticale e puntuale, è necessario procedere alla caratterizzazione delle seguenti principali tipologie di informazione:

1. Caratteristiche geometriche della sorgente: posizione, altezza e diametro del camino di emissione;
2. Caratteristiche emissive: temperatura e velocità dei fumi, ore di funzionamento, portata e tipologia degli inquinanti rilasciati (flusso di massa in g/s).

Nelle tabella di seguito sono riportate le caratteristiche geometriche ed emissive della sorgente emissiva della centrale a ciclo combinato:

Tabella 4.2 - Caratteristiche fisiche del camino della centrale a ciclo combinato di Voghera

Punto emissivo	Coordinata X	Coordinata Y	Diametro camino	Altezza Camino
	m	m	m	m
E1	497830	4986320	6,6	80

Tabella 4.3 - Caratteristiche emissive del camino della centrale a ciclo combinato di Voghera alla capacità produttiva

Descrizione	Unità di misura	Valore
Portata fumi (al 15% di O ₂)	Nm ³ /h	2.140.000
Portata reale	m ³ /h	2.463.260
Ore di funzionamento impianto	ore/anno	8760
Velocità fumi	m/s	20
Temperatura fumi	°C	100
	K	373.15
Flusso di massa NO _x	kg/h	107
	g/s	29.7
Flusso di massa CO	kg/h	64.2
	g/s	17.83

5 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

5.1 Descrizione delle elaborazioni effettuate

Come già riportato nei precedenti paragrafi sono state svolte alcune simulazioni modellistiche con il fine di determinare la variazione indotta sulla qualità dell'aria preesistente a seguito dell'attività del sito produttivo.

I risultati delle simulazioni sono riassunti mediante mappe di isoconcentrazione che rappresentano la distribuzione dei valori di concentrazione di inquinanti in atmosfera. Per ogni scenario considerato sono riportate le mappe relative alle concentrazioni atmosferiche mediate su differenti periodi temporali (secondo quanto indicato dal Decreto 2 Aprile 2002, n. 60), al fine di verificare il carico inquinante gravante mediamente sul territorio e per identificare eventuali episodi di criticità sulla qualità dell'aria.

Inoltre si riportano le figure che evidenzino, per ciascun scenario analizzato (qualora ci siano superamenti dei limiti di legge), i punti dove sono previsti i superamenti, distinguendoli tra quelli dove il numero di superamenti è superiore o inferiore al numero stabilito dalla normativa.

I risultati mediati su periodi temporali diversi dall'anno (ovvero 8 ore) rappresentano, per il CO, la massima concentrazione che si può verificare nel corso dell'anno solo. Per gli NO₂, la normativa di riferimento fissa per le concentrazioni medie orarie, il numero di volte che la concentrazione limite può essere superata in un anno; i risultati prodotti rappresentano quindi il corrispondente percentile della concentrazione massima (nell'intervallo temporale fissato). I valori annuali sono invece mediati sull'anno completo.

Per gli NO_x, invece, la normativa definisce un limite medio annuale per la protezione della vegetazione.

L'insieme degli scenari affrontati è riassunto nella tabella seguente, distinto per ciascun inquinante e periodo temporale.

Tabella 5.1 - Riassunto degli scenari considerati

Inquinante	Periodo di mediazione
CO	Massime medie su 8 ore
NO ₂	99.794 percentile delle Massime medie orarie
	Medie annuali
NO _x	Medie annuali

In generale gli ossidi di azoto NO_x comprendono una serie di composti (NO, N₂O, NO₂, ecc.) generati dai processi di combustione per reazione diretta tra l'azoto e l'ossigeno dell'aria ad alta temperatura (> 1.200 °C). Per questo motivo i limiti normativi (Decreto Ministeriale del 2 aprile 2002, n. 60) fissano un valore limite più restrittivo per l'NO_x rispetto agli NO₂.

Come già ribadito in precedenza, cautelativamente in questo studio si è assunto che tutti gli NO_x rilasciati dal camino della centrale, reagiscono in atmosfera originando NO₂. Gli NO_x coincidono quindi con gli NO₂.

5.2 Massime concentrazioni stimate dal modello e andamento delle curve di isoconcentrazione

I massimi valori di concentrazione stimati sono riassunti nella Tabella 5.2, dove sono indicati anche i limiti di legge e le coordinate dei punti di massima concentrazione.

In generale analizzando le distribuzioni spaziali delle concentrazioni al suolo ottenute con il modello CALPUFF si evidenzia come le concentrazioni massime di ricaduta si hanno in direzione est-nord-est rispetto al camino emissivo della centrale a ciclo combinato, tranne che per la ricaduta a breve termine (concentrazioni a 8 ore) del CO, che è caratterizzata da un picco massimo di concentrazione localizzata ad ovest.

Facendo un'analisi per ogni inquinante si può osservare che:

- ✓ Per il CO la massima ricaduta si verifica nei pressi del confine dello stabilimento, in direzione sud est rispetto al camino di emissione e a circa 340 m da esso. Il valore massimo ($14.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è notevolmente inferiore al limite di legge fissato a $10 \text{ mg}/\text{m}^3$.
- ✓ Per l'NO₂ il punto di massima concentrazione del 99.794-esimo percentile della massima oraria è localizzata a poco più di un chilometro di distanza dal camino di emissione, in direzione Nord-Est. Il picco massimo rispetta largamente i limiti di legge, in quanto è caratterizzato da un massimo di $34.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$, contro i $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fissati dalla legge. Il valore medio annuale cade sempre in direzione nord-est ed è caratterizzato da valori inferiori al $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (limite di legge: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$);
- ✓ Per gli NO_x il valore limite annuale fissato dalla legge per la protezione della vegetazione è di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$; il punto di massimo della concentrazione media annua stimata dal modello ricade a nord-est dell'impianto, con un valore di $0.88 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (come già descritto per gli NO₂).

È quindi possibile constatare che per tutti gli inquinanti le concentrazioni attese risultano essere inferiori ai limiti di legge.

L'andamento delle curve di isoconcentrazione per CO, NO₂ ed NO_x, sono raffigurate sulle mappe in Appendice 1.

Tabella 5.2 - Massime concentrazioni stimate dal modello di calcolo Calpuff per ciascuna simulazione effettuata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Inquinante	Periodo di mediazione	Limite di legge ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Conc. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Coordinate (m)	
CO	Media massima 8 ore	10000	14,20	497669	4986022
NO ₂	99.794-esimo perc. massimo orario	200	34,82	498869	4986621
	Media annuale	40	0,88	498869	4986621
NO _x	Media annuale	30	0,88	498869	4986621

5.3 Confronto con gli SQA

In corrispondenza dei recettori sensibili considerati (centraline) le simulazioni effettuate hanno dato i valori riportati nella tabella seguente (valori espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabella 5.3 - Valori stimati dal modello Calpuff nei punti corrispondenti alla localizzazione delle centraline di monitoraggio in ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Centralina	Coordinate (m)		CO	NO ₂	
	X	Y	Media massima 8 ore	99.794-esimo perc. massimo orario	Media annuale
Voghera Pozzoni	500665	4982899	2,949	11,423	0,114
Voghera Repubblica	500562	4981380	2,289	8,511	0,084
Cornale	493239	4987408	2,002	7,008	0,068

Come definito dalle linee guida ministeriali le immissioni vengono con gli standard di qualità ambientale (SQA), al fine di pervenire ad un giudizio di rilevanza.

Per ciascun inquinante in analisi, la valutazione sarà basata sul confronto tra il contributo aggiuntivo che il processo in esame determina al livello di inquinamento nell'area geografica interessata (C_A), il livello finale d'inquinamento nell'area (L_F) ed il corrispondente requisito di qualità ambientale (SQA). I criteri di soddisfazione sono due:

$$C_A \ll SQA$$

$$L_F < SQA$$

Dove:

SQA sono i limiti di legge

C_A è il contributo aggiuntivo della centrale (stimato dal modello)

L_F è il livello di inquinamento finale.

Il primo criterio $CA \ll SQA$, come si deduce dalla Tabella 5.2, è rispettato, in quanto:

- ✓ Per il CO si ha una massima concentrazione (sulle 8 ore) di 14.20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ rispetto ai 10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fissati dalla normativa (SQA);
- ✓ Per l'NO₂ il punto di massimo del 99.794-esimo percentile della concentrazione massima oraria è di 34.82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a confronto dei 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fissati dalla normativa (SQA), mentre la concentrazione media annuale è di 0.88 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (l'SQA è 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$);
- ✓ Per l'NO_x il picco di concentrazione massima annuale è di 0.88 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ rispetto ai 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ stabiliti dalla normativa.

Di seguito si riportano le tabelle che mostrano i dati misurati negli anni 2005 – 2006 - 2007 presso le centraline di monitoraggio.

Tabella 5.4 – Valori medi della massima su 8 ore nelle centraline di monitoraggio in (mg/m^3) per il CO – Anni 2005 - 2006 – 2007

CO (Valore limite: 10 mg/m^3)			
Centralina	2005	2006	2007
Cornale	2,53	7,26	3,45
Pozzoni	4,36	6,25	4,11
Repubblica	3,33	2,51	2,34

Tabella 5.5 – Valori medi del 99.70-esimo percentile della concentrazione massima oraria nelle centraline di monitoraggio in ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per gli NO₂– Anni 2005 - 2006 – 2007

NO ₂ (valore limite: 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
Centralina	2005	2006	2007
Cornale	59,00	72,00	75,00
Pozzoni	87,65	97,00	93,00
Repubblica	154,43	105,09	142,00

Tabella 5.6 – Valori della concentrazione media annuale nelle centraline di monitoraggio in ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per gli NO_2 – Anni 2005 - 2006 – 2007

NO_2 (valore limite: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$)			
Centralina	2005	2006	2007
Cornale	18,44	23,41	20,33
Pozzoni	33,86	25,08	30,96
Repubblica	39,66	34,93	28,08

Tabella 5.7 – Valori della concentrazione media annuale nelle centraline di monitoraggio in ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per gli NO_x – Anni 2005 - 2006 – 2007

NO_x (valore limite: $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$)			
Centralina	2005	2006	2007
Cornale	49,00	52,86	37,83
Pozzoni	54,35	40,43	62,42
Repubblica	75,23	66,51	56,31

I dati del 2006 e del 2007 delle centraline sono già gli L_F (livelli di inquinamento finale) perché la centrale in questi anni era già in funzione. È quindi possibile stabilire che anche il secondo criterio $L_F < \text{SQA}$ è rispettato, in quanto in tutte le centraline presenti nell'area vasta il valore di concentrazione misurato è inferiore ai valori limite fissati dalla normativa.

Considerando che i dati del 2005 invece sono riferiti a centrale non attiva (ha funzionato solo il mese di Luglio) è possibile effettuare un confronto tra i valori di concentrazione misurati nel 2005 (assenza dell'impianto) e i valori di concentrazione misurati dalle centraline negli anni seguenti (impianto funzionante) evidenziando in questo modo le possibili variazioni che l'impianto ha comportato sui livelli preesistenti di qualità dell'aria.

Le tabelle che seguono riportano la variazione percentuale confrontando i valori registrati dalle centraline nel 2005 con i valori registrati negli anni seguenti (2006 e 2007).

Tabella 5.8 – Stima della variazione percentuale tra i valori registrati dalle centraline per il CO nel 2005 e quelli registrati negli anni seguenti.

Centralina	CO – Conc. massima su 8 ore (mg/m ³)			variazioni % CO (max su 8 ore)	
	Valore mis. 2005	Valore mis. 2006	Valore mis. 2007	2006	2007
Voghera Pozzoni	2,525	7,263	3,450	187,62%	36,63%
Voghera Repubblica	4,363	6,250	4,113	43,27%	-5,73%
Cornale	3,325	2,513	2,338	-24,44%	-29,70%

Tabella 5.9 – Stima della variazione percentuale tra i valori registrati dalle centraline per l'NO₂ (99.794-esimo perc. Max oraria) nel 2005 e quelli registrati negli anni seguenti.

Centralina	NO ₂ - 99.794-esimo perc. Max orario (µg/m ³)			variazioni % NO ₂ (99.794-esimo perc. max orario)	
	Valore mis. 2005	Valore mis. 2006	Valore mis. 2007	2006	2007
Voghera Pozzoni	59,00	72,00	75,00	22,03%	27,12%
Voghera Repubblica	87,65	97,00	93,00	10,67%	6,10%
Cornale	154,43	105,09	142,00	-31,95%	-8,05%

Tabella 5.10 – Stima della variazione percentuale tra i valori registrati dalle centraline per l'NO₂ (Concentrazioni medie annuali) nel 2005 e e quelli registrati negli anni seguenti.

Centralina	NO ₂ - Conc. Media annuale (µg/m ³)			variazioni % NO ₂ (Medie annuali)	
	Valore mis. 2005	Valore mis. 2006	Valore mis. 2007	2006	2007
Voghera Pozzoni	18,44	23,41	20,33	26,95%	10,25%
Voghera Repubblica	33,86	25,08	30,96	-25,93%	-8,56%
Cornale	39,66	34,93	28,08	-11,93%	-29,20%

Tabella 5.11 – Stima della variazione percentuale tra i valori registrati dalle centraline per l'NOx (Concentrazioni medie annuali) nel 2005 e e quelli registrati negli anni seguenti.

Centralina	NO _x - Conc. Media annuale (µg/m ³)			variazioni % NO _x (Medie annuali)	
	Valore mis. 2005	Valore mis. 2006	Valore mis. 2007	2006	2007
Voghera Pozzoni	48,997	52,864	37,833	7,89%	-22,78%
Voghera Repubblica	54,35	40,426	62,419	-25,62%	14,85%
Cornale	75,232	66,507	56,305	-11,60%	-25,16%

Analizzando le variazioni percentuali riportate nelle tabelle precedenti, non si nota una correlazione tra le emissioni della centrale e i livelli di inquinamento di qualità dell'aria.

L'entrata in funzione dell'impianto non ha comportato importanti variazioni sui livelli preesistenti di qualità dell'aria. Infatti, nel 2007, la centralina "Cornale" presenta una diminuzione di concentrazione per tutti gli inquinanti (riferiti ai diversi intervalli temporali), mentre la centralina "Voghera Repubblica" registra un aumento di concentrazioni solo del CO (mediato sulle 8 ore) e degli NO₂ (99.794-esimo percentile della concentrazione massima oraria). L'unica centralina che ha registrato un incremento maggiore di concentrazioni è "Voghera Pozzoni", che mostra un leggero aumento sia di CO, che di NO₂.

In tali valutazioni occorre tener in considerazione anche che i valori registrati dalle centraline di monitoraggio atmosferico risultano essere più alti rispetto ai dati simulati, in quanto rilevano i contributi emissivi di altre sorgenti quali traffico veicolare, emissioni residenziali ed industriali.

6 CONCLUSIONI

Alla luce di quanto sopra esposto, si ritiene di poter affermare che le emissioni in aria della Centrale a ciclo combinato di 400 MW elettrici di Voghera sono tali da permettere il rispetto dei criteri di soddisfazione indicati dalle linee guida, e quindi il rispetto dei limiti di legge nazionali fissati dal DM 60/2002.

Infatti i valori stimati dal modello Calpuff, sono inferiori ai limiti di legge per tutti gli inquinanti considerati; inoltre anche il livello finale di inquinamento (registrato dalle centraline di monitoraggio negli anni 2006 e 2007) non mostra il superamento dei suddetti valori limite fissati dalla normativa. Non sussistono quindi particolari criticità ambientali dovute alle emissioni in atmosfera della centrale di Voghera.

APPENDICE 1

MAPPE RAFFIGURANTI L'ANDAMENTO DELLE CURVE DI ISOCONCENTRAZIONE DI CO, NO₂ E NO_x

Maggio 2008
Rev. 0

Voghera Energia S.p.A.
Centrale a Ciclo Combinato da 400 MW_E di Voghera (PV)
Allegato D6_01 – Identificazione e quantificazione degli effetti delle emissioni in aria

Contratto FWIENV n° 1-BH-0350A