

Allegato D. 6

Identificazione e
Quantificazione degli Effetti
delle Emissioni in Aria e
Confronto con SQA per la
Proposta Impiantistica per
la Quale si Richiede
l'Autorizzazione

INTRODUZIONE

Nel presente *Allegato* si riporta la stima delle variazioni delle concentrazioni al suolo degli ossidi di azoto nella configurazione impiantistica futura della *Centrale* che prevede, come descritto nella *Scheda C*, la sostituzione dei bruciatori esistenti sui gruppi TG3 e TG4 con nuovi bruciatori *Dry Low NOx*.

STIMA DEGLI SCENARI EMISSIVI DELLA CENTRALE

Per stimare le variazioni delle concentrazioni in aria al livello del suolo di NO_x nella situazione di progetto, che prevede la sostituzione dei bruciatori esistenti sui gruppi TG3 e TG4 con nuovi bruciatori Dry Low NO_x, sono stati simulati due scenari emissivi:

- *Scenario Attuale*: rappresentativo delle emissioni dai camini dei turbogas TG3, TG4 e TG5 nell'attuale assetto impiantistico;
- *Scenario Futuro*: rappresentativo delle emissioni dai camini dei turbogas citati al punto precedente dopo l'installazione di nuovi bruciatori Dry Low NO_x sui gruppi TG3 e TG4.

Le dispersioni sono state simulate mediante il modello di calcolo ISC3 raccomandato dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente degli Stati Uniti.

2.1

CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO ISC3

ISC3 (*Industrial Source Complex Dispersion Models*), modello raccomandato dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (EPA, 1987), è utilizzato per simulazioni basate su dati meteorologici statistici. Il codice ISC3, che presenta la struttura generale dei modelli di tipo gaussiano, consente di calcolare la concentrazione indotta dall'emissione di inquinanti provenienti sia da sorgenti puntiformi sia da sorgenti areali (una generica sorgente areale viene simulata come l'unione di più sorgenti areali circolari), sia di tipo volumetrico (lineari) e "open pit".

Nel modello sono comprese le seguenti modalità di calcolo:

- *Short Term*, calcola le concentrazioni massime al suolo dell'inquinante considerato sul breve periodo. L'input meteorologico è rappresentato in questo caso da un valore istantaneo di direzione e intensità del vento;
- *Climatologica (Long Term)*, con e senza topografia, calcola la distribuzione spaziale sul territorio delle concentrazioni al suolo dell'inquinante mediate su lunghi periodi, in modo da poter considerare la variazione temporale delle grandezze meteorologiche durante l'anno.

Il codice di calcolo ISC3 richiede come dati di input essenzialmente:

- *dati meteorologici*: stabilità atmosferica, velocità e direzione del vento, caratteristiche diffusive e categorie di Pasquill-Gifford;
- *dati per le sorgenti*: le caratteristiche geometriche delle singole sorgenti, l'entità delle emissioni, la temperatura e la velocità di emissione.

Gli output del codice *ISC3* consistono in matrici che riportano i valori di ricaduta calcolati per ogni nodo della griglia definita, relativi alle emissioni di singole sorgenti e per l'insieme di esse.

2.1.1 *Condizioni di Simulazione*

Scenari Emissivi

Le simulazioni delle dispersioni di inquinanti in atmosfera sono state effettuate considerando, negli scenari *Attuale* e *Futuro*, tre sorgenti puntuali, ognuna delle quali è stata posizionata al centro del camino di cui simula la dispersione.

Le caratteristiche emissive di tali sorgenti sono riportate in *Tabella 2.1.1a*, per i turbogas TG3 e TG4, e in *Tabella 2.1.1b*, per il turbogas TG5.

Tabella 2.1.1a Caratteristiche Emissive dei Turbogas TG3 e TG4 (Dati Riferiti a Singola Sorgente)

Parametro	UdM	Scenario Attuale	Scenario Futuro
Portata fumi anidri al 15% di O ₂	Nm ³ /h	1.095.000	1.095.000
Altezza camino	m	35	35
Diametro camino	m	5,2	5,2
Temperatura fumi	°C	165	165
Velocità fumi	m/s	23,74	23,74
Portata di NO _x	g/s	24,33	9,13

Tabella 2.1.1b Caratteristiche Emissive del Turbogas TG5

Parametro	UdM	Scenario Attuale	Scenario Futuro
Portata fumi anidri al 15% di O ₂	Nm ³ /h	1.960.000	1.960.000
Altezza camino	m	50	50
Diametro camino	m	7.6	7.6
Temperatura fumi	°C	95	95
Velocità fumi	m/s	14,74	14,74
Portata di NO _x	g/s	21,8	21,8

Per lo *Scenario Attuale* i valori di portata di NO_x, indicati nelle tabelle precedenti, sono stati calcolati utilizzando:

- i valori di concentrazione riportati ai comma 1 e 2a dell'articolo 2 del Decreto MAP N° 007/2003 MD del 06/11/2003;
- le portate nominali di fumi anidri al 15% di O₂ indicati nelle precedenti *Tabelle*.

Al contrario per lo *Scenario Futuro* si è usato:
i valori di concentrazione indicati (e garantiti) dal produttore dei nuovi bruciatori Dry Low NO_x;

- le portate nominali di fumi anidri al 15% di O₂ indicati nelle precedenti Tabelle.

La Tabella 2.1.1c riassume le concentrazioni di inquinanti al camino considerate nelle simulazioni.

Tabella 2.1.1 c Concentrazioni di Inquinanti nei Fumi negli Scenari Attuale e Futuro (mg/Nm³)

Inquinante	Scenario Attuale			Scenario Futuro		
	TG3	TG4	TG5	TG3	TG4	TG5
Ossidi di Azoto	80	80	40	30	30	40

Dominio di Calcolo

Per le simulazioni in oggetto si è utilizzato un dominio di tipo polare di raggio massimo pari a 16 km con l'origine coincidente con il centro del camino del turbogas TG3 ed il versore corrispondente alla direzione 0° diretto come il Nord geografico. I punti ricettori sono individuati dall'intersezione di 16 raggi vettori, che si susseguono ad intervalli regolari di 22,5° con 36 anelli concentrici così distanziati:

- 50 m fino ad una distanza dalla sorgente di 250 metri;
- 250 m dai 250 ai 4.000 metri dalla sorgente;
- 500 m dai 4.000 ai 8000 metri dalla sorgente;
- 1.000 m dai 8.000 ai 16.000 metri dalla sorgente.

I punti ricettori del dominio di calcolo presentano un infittimento nella zona più prossima alla Centrale, che è quella in cui la concentrazione degli inquinanti subisce maggiori variazioni con la distanza, consentendo quindi di individuare la presenza di eventuali picchi che non potrebbero essere evidenziati da una griglia di recettori a più bassa risoluzione.

Considerata inoltre la totale assenza di elementi orografici nel dominio di calcolo, le simulazioni sono state condotte utilizzando l'opzione di terreno piatto.

Dati Meteorologici

I parametri di input meteorologico utilizzati nelle simulazioni sono stati ricavati dai dati della stazione dell'Aeronautica Militare di Venezia Tessera, relativi al periodo 1962-1991.

In tale stazione sono frequenti le situazioni di calma di vento (vento inferiore a 1 m/s). La stima delle concentrazioni in aria al livello del suolo in situazioni di quest'ultimo tipo è ottenuta dal codice di calcolo rappresentando le calme di vento mediante venti deboli di direzione variabile. Nel caso specifico, si è

adottata un approccio in base al quale le calme sono state simulate come venti deboli (1 m/s) distribuiti sulle 16 direzioni in maniera proporzionale ai venti rientranti nella classe di velocità immediatamente successiva.

Il codice *ISC3* prevede che si indichi l'altezza dello strato di miscelamento in funzione della classe di stabilità e della velocità del vento. Tale altezza nel caso specifico è stata ottenuta sulla base delle seguenti considerazioni:

- in situazioni di elevata stabilità atmosferica (classi E ed F), il codice *ISC* considera la presenza di una inversione termica al suolo e le variazioni dell'altezza dello strato di miscelamento ipotizzate dall'utente non hanno alcun effetto sui livelli di concentrazione stimate dal codice. L'altezza dello strato di miscelamento può quindi essere qualsiasi;
- nelle altre situazioni, se lo strato di miscelamento è "troppo" basso, il codice ammette che l'inquinante si disperda al di sopra del punto di inversione e stima concentrazioni al suolo esattamente nulle;
- le concentrazioni al suolo si riducono all'incrementare dell'altezza dello strato di miscelamento oltre il valore al disotto del quale il codice simula una dispersione al disopra del ginocchio termico e calcola di conseguenza concentrazioni nulle al suolo.

Sulla base del criterio conservativo, è stata quindi stimata l'altezza dello strato di miscelamento che massimizza le concentrazioni al suolo in funzione della classe di stabilità presente e della velocità del vento.

Nella *Tabella 2.1.1 d*, vengono riportate sia le altezze dello strato di miscelamento, in funzione della classe di stabilità atmosferica e della velocità del vento, sia le temperature medie annue, in funzione della classe di stabilità atmosferica, che sono state utilizzate ai fini della simulazione.

Tabella 2.1.1d *Altezza dello Strato di Miscelamento [m] e Temperatura Media Annua [°K] in Funzione della Classe di Stabilità*

Classe di Stabilità	Temperatura [°K]	Velocità del vento [m/s]					
		1	2,6	4,4	6,9	9,8	12,6
A	295,8	1400	600	400	250	200	150
B	291,7	1450	600	400	250	200	150
C	291,5	1350	550	400	250	200	150
D	284,1	1300	550	350	250	200	150
E	287,7	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
F+G+Nebbie	281,3	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000

Il codice *ISC3* prevede la possibilità di utilizzare due diverse tipologie di algoritmi a seconda del territorio in esame (condizioni *urban* o *rural*). Nel caso delle simulazioni effettuate, date le caratteristiche del territorio nel quale è inserito il sito, è stata utilizzata l'opzione *rural*.

2.1.2

Risultati

Di seguito sono riportati i risultati, in termini di concentrazione a livello del suolo, delle dispersioni di NO_x prodotto dalla Centrale per gli scenari *Attuale* e *Futuro*.

Per ciascuno scenario emissivo, determinato dalla combinazione “inquinante-assetto impiantistico”, sono state eseguite sia una simulazione *short-term* che una *climatologica*, rispettivamente per stimare gli impatti della Centrale su base oraria e su base annua.

Short-Term

Questa tipologia di modellazione è impiegata per valutare le concentrazione in aria a livello del suolo che si avrebbero se per un intervallo di circa un’ora rimanessero costanti:

1. la direzione del vento, d ;
2. la velocità del vento, v ;
3. la classe di stabilità meteo, m .

Per ogni punto p del dominio di calcolo si hanno quindi $16 \times 6 \times 6$ (N° direzioni vento \times N° velocità caratteristiche vento \times N° classi di stabilità meteo) possibili valori di concentrazioni medie orarie, $C_{p,d,v,m}$, per ogni scenario emissivo. Ogni valore $C_{p,d,v,m}$ ha associata una frequenza annuale di accadimento, $f_{d,v,m}$, pari al prodotto $f_d \times f_v \times f_m$ dove f_d è la frequenza della direzione d del vento, f_v è la frequenza della velocità caratteristica v del vento e f_m è la frequenza di avere la classe di stabilità meteo m .

Nel presente studio sono stati stimati, per ogni punto del dominio di calcolo, i seguenti parametri statistici:

1. massima concentrazione media oraria, corrispondente per ogni punto p del dominio al maggiore dei $16 \times 6 \times 6$ valori $C_{p,d,v,m}$ computati;
2. 98° percentile delle concentrazioni medie di un’ora rilevate nell’arco di un anno, calcolato per ogni punto p del dominio ordinando i $C_{p,d,v,m}$ in ordine crescente, e andando dal minore verso il maggiore si calcola la somma cumulata, F , delle loro frequenze annuali di accadimento $f_{p,d,v,m}$ sino a che F non sarà maggiore o uguale a 0,98. $C_{p,d,v,m}^*$ sarà pari alla $C_{p,d,v,m}$ corrispondente all’ultimo valore di $f_{p,d,v,m}$ sommato;
3. valore di concentrazione media oraria che viene superato più di 18 volte per anno civile (99,8° percentile, valore limite orario riferito all’NO₂ per la protezione della salute umana, Rif. DM 60/2002), calcolato per ogni punto p del dominio di calcolo determinando il massimo valore $C_{p,d,v,m}^*$ che viene superato più di 18 volte per anno civile, ovvero, ordinando i $C_{p,d,v,m}$ in ordine decrescente, e andando dal maggiore verso il minore si calcola la

somma cumulata, F , delle loro frequenze annuali di accadimento $f_{p,d,v,m}$ sino a che F non sarà maggiore o uguale a 0,998. $C_{p,d,v,m}^*$ sarà pari alla $C_{p,d,v,m}$ corrispondente all'ultimo valore di $f_{p,d,v,m}$ sommato.

In *Tabella 2.1.2a* sono presentati i massimi valori dei parametri statistici sopra menzionati, stimati nel dominio di calcolo, relativi alle concentrazioni di NO_x , e le distanze dei punti dove essi vengono registrati dal centro del camino del TG3. La *Tabella 2.1.2b* presenta invece le variazioni percentuali di tali parametri nel passaggio dallo *Scenario Attuale* allo *Scenario Futuro*.

Tabella 2.1.2a Parametri Statistici Relativi alle Concentrazioni di NO_x

Parametro	NO_x	
	Conc. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Distanza [m]
<i>Scenario Attuale</i>		
Massima concentrazione media oraria	71	1.000
99,8° Percentile delle concentrazioni medie orarie	68	1.000
98° Percentile delle concentrazioni medie orarie	19	7.500
<i>Scenario Futuro</i>		
Massima concentrazione media oraria	41	1.000
99,8° Percentile delle concentrazioni medie orarie	38	1.000
98° Percentile delle concentrazioni medie orarie	12	3.250

Tabella 2.1.2b Variazioni percentuali tra Scenario Futuro e Scenario attuale dei Parametri Statistici relativi alle Concentrazioni di NO_x

Parametro	NO_x
	Δ Conc. %
Massima concentrazione media oraria	- 42
99,8° Percentile delle concentrazioni medie orarie	- 44
98° Percentile delle concentrazioni medie orarie	-37

Climatologico

Come già anticipato sopra, nel presente paragrafo vengono descritti gli impatti su base annua causati dalla centrale sull'area oggetto dello studio.

Nella *Tabella 2.1.2c* sono riportate, sia per lo *Scenario Attuale* che per quello *Futuro*, la massima concentrazione media annuale di NO_x stimata nel dominio di calcolo e la distanza del punto dove essa viene registrata dal centro del camino del TG3 (Punto convenzionale di riferimento coincidente con il centro del dominio di calcolo). La *Tabella 2.1.2d* presenta invece le variazioni percentuali di tali concentrazioni nel passaggio dallo *Scenario Attuale* allo *Scenario Futuro*.

Tabella 2.1.2c Massime Concentrazioni Medie Annuali di NO_x [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Parametro	NO _x	
	Conc. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Distanza [m]
<i>Scenario Attuale</i>		
Massima concentrazione media annuale	0,55	3.250
<i>Scenario Futuro</i>		
Massima concentrazione media annuale	0,44	2.750

Tabella 2.1.2d Variazioni Percentuali tra Scenario Futuro e Scenario Attuale delle Massime Concentrazioni Medie Annuali di NO_x

Parametro	NO _x
	Δ Conc. %
Massima concentrazione media annuale	- 20

2.1.3 *Considerazioni Conclusive*

Da quanto sopra si conclude che le concentrazioni indotte al suolo dalla Centrale di Marghera Levante, sia nella configurazione impiantistica *Attuale* che in quella *Futura*, sono modeste per tutti gli scenari analizzati.

L'installazione dei nuovi bruciatori Dry Low NO_x determina un sensibile miglioramento della qualità dell'aria in termini di concentrazioni di ossidi di azoto.

In particolare:

- la massima concentrazione media oraria stimata nel dominio di calcolo si riduce del 42%;
- il massimo valore di concentrazione media oraria che viene superato più di 18 volte per anno civile nel dominio di calcolo si riduce del 44%;
- il massimo valore, nel dominio di calcolo, del 98° percentile delle concentrazioni medie di un'ora rilevate nell'arco di un anno si riduce del 37%;
- Massima concentrazione media annuale stimata nel dominio di calcolo si riduce del 20%.

2.1.4 *Impatti Cumulati*

La valutazione degli impatti cumulati è volta a valutare lo stato di qualità dell'aria, determinato dall'esercizio della Centrale e da tutte le altre sorgenti di inquinamento presenti sul territorio.

Nelle *Tabelle* seguenti sono confrontati alle centraline gli impatti indotti dalla Centrale con le informazioni riguardanti lo stato di qualità dell'aria per l'anno 2005 della zona di Marghera.

Nello specifico sono confrontate le concentrazioni medie annue e il 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NO₂ misurate dalle centraline con gli stessi indici statistici predetti mediante le simulazioni delle emissioni di NO_x provenienti dalla Centrale.

La rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria dell'Ente Zona Industriale di Porto Marghera è composta dalle stazioni di rilevamento riportate nella seguente *Tabella*:

Tabella 2.1.4a Rete di Monitoraggio Ente Zona Industriale

Stazione	Località	Inquinanti					
		SO ₂	NO ₂	PTS	PM ₁₀	CO	O ₃
Stazione n. 3	Marghera	2005	2005	-	2005	-	-
Stazione n. 10	Marghera	2005	2005	-	2005	-	-
Stazione n. 12	Marghera	2005	-	-	-	-	-
Stazione n. 15	Marghera	2005	2005	-	-	-	2005
Stazione n. 16	Marghera	2005	-	-	-	-	-
Stazione n. 17	Mestre	2005	2005	-	2005	-	-
Stazione n. 21	Venezia	2005	2005	-	2005	-	2005
Stazione n. 25	Marghera	2005	-	-	-	-	-
Stazione n. 26	Marghera	2005	2005	-	-	-	2006

Si precisa che questo confronto è conservativo in quanto il biossido di azoto nelle emissioni da turbogas è soltanto una parte, anche se abbondante, degli ossidi di azoto, mentre nel confronto è stata considerata la conversione totale degli ossidi di azoto in biossido di azoto.

Tabella 2.1.4b Impatti Cumulati – 99,8° Percentile di Biossido di Azoto [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Stazione	Limite DM 60/2002 NO ₂ : 200 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Impatti Diretti		Impatto Cumulato		Incidenza %	
	Attuale	Futuro	Attuale	Futuro	Misurato anno 2005	Futuro ¹	Attuale	Futuro
Stz. 3	20 - 25	10 - 15	20 - 25	10 - 15	106,8	96,8	19 - 23	10 - 15
Stz. 10	20 - 25	10 - 15	20 - 25	10 - 15	197	187	10 - 13	5 - 8
Stz. 15	10 - 15	5 - 10	10 - 15	5 - 10	142,7	132,7	7 - 11	4 - 8
Stz. 17	25 - 30	15 - 20	25 - 30	15 - 20	170,3	160,3	15 - 18	9 - 12
Stz. 21	5 - 10	5 - 10	5 - 10	5 - 10	134,3	134,3	4 - 7	4 - 7
Stz. 26	15 - 20	5 - 10	15 - 20	5 - 10	83,4	73,4	18 - 24	7 - 14

¹ Calcolato ipotizzando che tutti i contributi dovuti alle sorgenti inquinanti presenti sul territorio rimangono uguali a quelli dell'anno 2005 eccetto quello relativo alla Centrale che passa dal valore *Attuale* a quello *Futuro*

Tabella 2.1.4c Impatti Cumulati – Concentrazioni Media Annua di Biossido di Azoto
[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Stazione	Impatti Diretti		Impatto Cumulato		Incidenza %	
	Attuale	Futuro	Misurato anno 2005	Futuro ¹	Attuale	Futuro
Stz. 3	0,2 – 0,3	0,15 – 0,2	36,3	36,2 – 36,25	0,5 - 0,8	0,41 – 0,55
Stz. 10	0,2 – 0,3	0,2 – 0,3	50,3	50,3	0,4 – 0,6	0,4 – 0,6
Stz. 15	0,075 – 0,1	0,025 – 0,05	38	37,95	0,2 – 0,3	0,07 – 0,13
Stz. 17	0,5 – 0,56	0,3 – 0,4	43,2	43,04 – 43	1,1 – 1,2	0,69 – 0,93
Stz. 21	0,025 – 0,05	0,025 – 0,05	43,4	43,4	0,06 – 0,1	0,06 – 0,12
Stz. 26	0,3 – 0,4	0,2 – 0,3	24	23,9	1,3 – 1,7	0,83 – 1,25

¹ Calcolato ipotizzando che tutti i contributi dovuti alle sorgenti inquinanti presenti sul territorio rimangono uguali a quelli dell'anno 2005 eccetto quello relativo alla Centrale che passa dal valore *Attuale* a quello *Futuro*

Le *Tabelle* mostrano che l'incidenza della *Centrale* sullo stato di qualità dell'aria è modesta e varia a seconda della configurazione considerata.

In particolare si può concludere che per il biossido di azoto l'incidenza percentuale della centrale sul valore del 99,8° percentile misurato varia tra il 23% e il 4% per lo *Scenario Attuale* e tra il 15% e il 4% per quello *Futuro*. Rispetto al valore limite del 99,8° percentile ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) invece il contributo massimo della centrale è del 15%. L'incidenza sulla media annua dei valori misurati varia tra 1,7% e 0,2% per la configurazione *Attuale* e tra 1,25% e 0,06% per quella *Futura*.

In conclusione l'incidenza delle *Centrale* sulla qualità dell'aria è minima per quanto riguarda le emissioni di NO_x . Vale la pena notare che con l'installazione dei nuovi bruciatori Dry Low NO_x si ha una sensibile riduzione delle emissioni di ossidi di azoto. Ciò comporta un miglioramento del contributo, già basso, della Centrale su questo inquinante.