

Allegato D. 6

Identificazione e
Quantificazione degli Effetti
delle Emissioni in Aria e
Confronto con gli Standard di
Qualità dell'Aria

PREMESSA

Il presente allegato riporta e commenta i risultati delle simulazioni condotte per valutare gli effetti delle emissioni in atmosfera della *Centrale Termoelettrica* di Altomonte (CS) sulla qualità dell'aria locale, per gli assetti per i quali la *Società Edison Spa* richiede l'autorizzazione.

Le valutazioni sono state condotte simulando, in particolare, le condizioni più gravose tecnicamente possibili, in termini di ore di funzionamento e di carico emissivo dei singoli gruppi.

Ciò premesso, le simulazioni hanno evidenziato, per entrambi gli assetti impiantistici oggetto di richiesta di autorizzazione, il rispetto delle soglie fissate dalla normativa nazionale sulla qualità dell'aria.

Nel presente allegato si riporta l'analisi sullo stato della qualità dell'aria nell'area circostante la *Centrale Termoelettrica* di Altomonte (CS) relativa agli anni dal 2004 al 2007.

Lo studio è stato realizzato sulla base dell'analisi delle concentrazioni dei diversi inquinanti considerati, rilevati dalle due centraline di monitoraggio di qualità dell'aria. Edison ha stipulato una convenzione con ARPA Calabria per la gestione delle centraline; attualmente la manutenzione sono ancora gestite da *Edison Spa* con la supervisione da parte di ARPACAL.

I dati vengono trasmessi e validati direttamente dalle centraline all'ARPA Dipartimento Provinciale di Cosenza, è in corso il passaggio della gestione ad ARPA.

L'installazione di tale rete di monitoraggio è stata prescritta dal Ministero dell'Ambiente all'interno del *DEC/VIA/6914 del 23/01/2002*.

L'analisi dello stato di qualità dell'aria è stato condotto considerando gli inquinanti emessi da impianti a combustione, alimentati a gas naturale; l'analisi si è quindi limitata allo studio delle concentrazioni di NO₂ e CO.

Nel seguito si riporta una sintetica presentazione della normativa nazionale vigente in materia di qualità dell'aria.

1.1

NORMATIVA SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

I primi standard di qualità dell'aria sono stati definiti in Italia dal *DPCM 28/03/1983* relativamente ad alcuni parametri, modificati quindi dal *DPR 203 del 24/05/1988* che, recependo alcune Direttive Europee, ha introdotto oltre a nuovi valori limite, i valori guida, intesi come "obiettivi di qualità" cui le politiche di settore devono tendere.

Con il successivo *Decreto del Ministro dell'Ambiente del 15/04/1994* (aggiornato con il *Decreto del Ministro dell'Ambiente del 25/11/1994*) sono stati introdotti i *livelli di attenzione* (situazione di inquinamento atmosferico che, se persistente, determina il rischio che si raggiunga lo stato di allarme) ed i *livelli di allarme* (situazione di inquinamento atmosferico suscettibile di determinare una condizione di rischio ambientale e sanitario), valido per gli inquinanti in aree urbane.

Tale decreto ha inoltre introdotto i valori obiettivo per alcuni nuovi inquinanti atmosferici non regolamentati con i precedenti decreti tra cui il PM₁₀ (frazione delle particelle sospese inalabile).

Il *D.Lgs 351 del 04/08/1999* ha recepito la *Direttiva 96/62/CEE* in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria, rimandando a decreti attuativi l'introduzione dei nuovi standard di qualità.

Infine il *D.M. 60 del 2 Aprile 2002* ha recepito rispettivamente la *Direttiva 1999/30/CE* concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il

biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle ed il piombo e la *Direttiva 2000/69/CE* relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio.

Il decreto ha abrogato le disposizioni della normativa precedente relative a: biossido di zolfo, biossido d'azoto, alle particelle sospese, al PM 10, al piombo, al monossido di carbonio ed al benzene, ma l'entrata in vigore dei nuovi limiti avverrà gradualmente per completarsi nel gennaio 2010.

Il *DM 60/2002* ha introdotto, inoltre, i criteri per l'ubicazione ottimale dei punti di campionamento in siti fissi; per l'ubicazione su macroscale, ai fini della protezione umana, un punto di campionamento dovrebbe essere ubicato in modo tale da essere rappresentativo dell'aria in una zona circostante non inferiore a 200 m², in siti orientati al traffico, e non inferiore ad alcuni km², in siti di fondo urbano.

Per la protezione degli ecosistemi e della vegetazione i punti di campionamento dovrebbero essere ubicati a più di 20 km dagli agglomerati o a più di 5 km da aree edificate diverse dalle precedenti o da impianti industriali o autostrade; il punto di campionamento dovrebbe essere ubicato in modo da essere rappresentativo della qualità dell'aria ambiente di un'area circostante di almeno 1.000 km².

L'*Allegato IX del DM 60* riporta, infine, i criteri per determinare il numero minimo di punti di campionamento per la misurazione in siti fissi dei livelli di Biossido di Zolfo, Biossido d'Azoto, Materiale Particolato (PM₁₀) e Monossido di Carbonio nell'aria ambiente. Per la popolazione umana vengono dati dei criteri distinti per le fonti diffuse e per le fonti puntuali. Per queste ultime il punto di campionamento dovrebbe essere definito sulla base della densità delle emissioni, del possibile profilo di distribuzione dell'inquinamento dell'aria e della probabile esposizione della popolazione.

Il *Decreto Ministeriale n°60 del 02/04/2002* stabilisce per Biossido di Zolfo, Biossido Azoto, PM 10 e Monossido di Carbonio

- I valori limite, vale a dire le concentrazioni atmosferiche fissate in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana e sull'ambiente;
- Le soglie di allarme, ossia la concentrazione atmosferica oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale si deve immediatamente intervenire;
- Il margine di tolleranza, cioè la percentuale del valore limite nella cui misura tale valore può essere superato e le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo;
- Il termine entro il quale il valore limite deve essere raggiunto;
- I periodi di mediazione, cioè il periodo di tempo durante il quale i dati raccolti sono utilizzati per calcolare il valore riportato.

Si precisa che il *D.Lgs 152 del 2006* non modifica quanto stabilito dai suddetti decreti in materia di qualità dell'aria.

Vengono riportati nelle successive tabelle i principali parametri di valutazione della qualità dell'aria; i valori limite sono espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ad eccezione del Monossido di Carbonio espresso come mg/m^3) e il volume deve essere normalizzato ad una temperatura di 293 °K e ad una pressione di 101,3 kPa.

Tabella 1.1a

Valori limite e soglia di allarme per il Biossido di Azoto

	Periodo di mediazione	Valore Limite [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Margine di Tolleranza	Data raggiungimento del valore limite
Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO ₂ da non superare più di 18 volte per anno civile	50 % all'entrata in vigore della presente direttiva, con una riduzione il 1° gennaio 2001 ed ogni 12 mesi successivi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO ₂	50 % all'entrata in vigore della presente direttiva, con una riduzione il 1° gennaio 2001 ed ogni 12 mesi successivi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
Soglia di Allarme	Tre ore consecutive	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO ₂	nessuno	

Tabella 1.1b

Valori limite per il Monossido di Carbonio

	Periodo di mediazione	Valore Limite [mg/m^3]	Margine di Tolleranza	Data raggiungimento del valore limite
Valore limite per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m^3		1° gennaio 2005

1.2

RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Nell'area in esame il monitoraggio della qualità dell'aria avviene attraverso due centraline di misura, della società *Edison Spa* e installate in secondo con quanto prescritto dal Decreto di Compatibilità ambientale (n° protocollo *Decreto 6914* del 2002).

Tale decreto prevede che sia installata e resa operativa una rete di rilevamento permanente in grado di rilevare con scadenza oraria la concentrazione di alcuni parametri chimici per la determinazione della qualità dell'aria.

Le centraline di qualità dell'aria sono state collocate rispettivamente ad Est dell'abitato di Firmo ed in località Saracena. Come si evince dalla *Figura 1.2a* la prima, posta circa 1 km ad Ovest della *Centrale*, è collocata in estrema periferia dell'abitato di Firmo a circa 50-60 m dal ciglio della strada, mentre la seconda è collocata in aperta campagna a Nord - Nord Ovest dell'impianto.

Nella successiva *Tabella 1.2a* sono riportati gli inquinanti monitorati dalle due centraline.

Tabella 1.2a *Inquinanti Monitorati dalle Stazioni di Monitoraggio di Firmo e Saracena.*

Centralina	NO ₂	NO _x	PM ₁₀	O ₃	CO
Firmo	X	X	X	X	X
Saracena	X	X	X	X	X

Nella *Tabella 1.2b* successiva sono presentate le percentuali di disponibilità dei dati nel periodo 2004 – 2007 per le centraline di Firmo e Saracena relativi agli inquinanti oggetto dello studio.

Tabella 1.2b *Rendimento Percentuale per gli Inquinanti Monitorati. Periodo 2004 – 2007.*

Anno	Centralina	NO ₂ [%]	CO [%]
2004	Firmo	68,80*	70,06*
	Saracena	46,15*	68,86*
2005	Firmo	73,40*	92,44
	Saracena	79,38*	58,25*
2006	Firmo	84,20*	93,28
	Saracena	84,65*	94,85
2007	Firmo	99,3	52,5*
	Saracena	92,0	98,4

* Valore di rendimento inferiore al 90%, previsto dal DM 60/2002.

I rendimenti delle due centraline, inizialmente inferiori al 90% per entrambi gli inquinanti monitorati, tendono a migliorare nel tempo, arrivando a valori superiori al 90% per tre sensori su quattro nel 2007. L'unico valore inferiore al limite di legge nel 2007, riguarda il numero di dati validi di CO registrati alla centralina di Firmo, la quale però nei due anni precedenti, 2005 e 2006, superava già la soglia del 90%.

1.3 STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA

Di seguito vengono presentate le elaborazioni effettuate sulla base dei *data set* disponibili per le centraline di Firmo e Saracena.

Per singolo inquinante è stato effettuato un confronto con i limiti previsti dalla normativa vigente. La serie di dati copre il periodo 2004 – 2007.

Ossidi di Azoto

In termini di inquinamento atmosferico gli ossidi di azoto che destano più preoccupazione sono il monossido di azoto (NO) e il biossido di azoto (NO₂). Il monossido di azoto si forma per reazione dell'ossigeno con l'azoto nel corso di qualsiasi processo di combustione che avvenga in aria e ad elevata temperatura; l'ulteriore ossidazione dell' NO produce anche tracce di biossido di azoto, che in genere non supera il 5% degli NO_x totali emessi.

La formazione di biossido di azoto, la specie di prevalente interesse per i possibili effetti sulla salute umana e che svolge un importante ruolo nel processo di formazione dell'ozono, avviene per ossidazione in atmosfera del monossido di azoto.

La concentrazione in aria di NO₂, oltre ad essere funzione della componente meteorologica, dipende dalla velocità di emissione di NO, dalla velocità di trasformazione di NO in NO₂ e dalla velocità di conversione di NO₂ in altre specie ossidate (nitrati).

Le emissioni naturali di NO comprendono i fulmini, gli incendi e le emissioni vulcaniche e dal suolo; le emissioni antropogeniche sono principalmente dovute ai trasporti, all'uso di combustibili per la produzione di elettricità e di calore e, in misura minore, alle attività industriali.

Nella successiva *Tabella 1.3a* sono presentati i valori di medie annue registrati dalle due centraline, per il periodo 2004 – 2007.

Tabella 1.3a

NO₂ - Concentrazioni Medie Annue Rilevate alle Centraline

Centralina	Concentrazione Media Anno ⁽¹⁾			
	[µg/m ³]			
	2004	2005	2006	2007
Firmo	8,67	3,68	3,12	4,10
Saracena	2,43	3,07	3,29	2,80

Note: Rif: D.M. 60/02.
⁽¹⁾ Limite per la protezione della salute umana: 40 µg/m³ (2010) - tempo di mediazione anno civile.

Le concentrazioni medie annue rilevate da entrambe le centraline si attestano sempre su valori ampiamente inferiori al limite di legge pari al 40 mg/m³ per ambedue le centraline.

A completamento dell'analisi, nella successiva *Tabella 1.3b* viene presentato un riepilogo del numero di superi dei limiti previsti dalla normativa e il valore del 99,8° percentile delle concentrazioni di biossido d'azoto (valore di protezione della salute umana calcolato come media oraria: 200 µg/m³ da non superarsi per più di 18 volte).

Tabella 1.3b

NO₂ – Superi della Concentrazione Limite Oraria di 200 µg/m³ e 99,8° Percentile delle Concentrazioni Medie Orarie

Centralina	Superi ⁽¹⁾				99,8° Percentile			
	[µg/m ³]				[µg/m ³]			
	2004	2005	2006	2007	2004	2005	2006	2007
Firmo	0	0	0	0	40,0	28,0	21,5	8,0
Saracena	0	0	3	0	17,8	17,1	26,0	22,0

Superi ⁽¹⁾	99,8° Percentile [µg/m ³]
<i>Note: Rif: D.M. 60/02.</i>	
<i>(1) N° superamenti del limite orario per la protezione della salute umana: 200 µg/m³ (2010), come NO₂ da non superare per più di 18 volte nell'anno civile- tempo di mediazione 1 ora. Rappresenta il 99,8° percentile delle concentrazioni orarie.</i>	

Per ambedue le centraline non si sono registrati superi per il 2007; gli unici superi riscontrati nel periodo 2004 – 2007 si sono verificati presso la centralina di Saracena nel 2006, in numero ampiamente inferiore a quanto consentito dalla normativa. Entrambe le centraline hanno riportato nel 2007 un valore del 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie inferiore a quello del 2006, in particolare, la centralina di Firmo registra un trend decrescente dal 2004.

Monossido di Carbonio

Il monossido di carbonio (CO) è un gas incolore, inodore, infiammabile, e molto tossico; viene emesso da fonti naturali ed antropiche (tra queste, a livello globale, il 90% deriva dal traffico veicolare).

E' un inquinante primario ad alto gradiente spaziale, ossia la sua concentrazione varia rapidamente nello spazio e di conseguenza si rileva una forte riduzione dell'inquinante anche a breve distanza dalla fonte di emissione.

L'origine antropica del monossido di carbonio è fortemente legata alla combustione incompleta per difetto di aria (cioè per mancanza di ossigeno) degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili: per tale ragione le emissioni di CO sono maggiori in un veicolo con motore al minimo o in fase di decelerazione, diminuiscono alla velocità media di 60-110 Km/h, per poi aumentare nuovamente alle alte velocità.

Già da diversi anni il monossido di carbonio non è più un inquinante critico poiché le sue concentrazioni in aria ambiente sono molto basse. Esso comunque continua ad essere rilevato in modo sistematico.

Il valore limite previsto dal *DM 60/2002* per la protezione della salute umana è pari a 10 mg/m³ inteso come massima giornaliera delle medie mobili di 8 ore.

Nella successiva *Tabella 1.3c* si riportano i valori massimi di tale parametro riscontrati negli anni 2004 - 2007 nelle centraline considerate.

Tabella 1.c

Massima Giornaliera delle Medie Mobili di 8 ore di CO, 2004 - 2007

Centralina	Max Concentrazione Media Mobile sulle 8 Ore ⁽¹⁾			
	[mg/m ³]			
	2004	2005	2006	2007
Firmo	2,00	3,29	10,29	3,9
Saracena	1,92	3,43	0,79	3,3

Note: Rif: D.M. 60/02.
⁽¹⁾ Limite previsto dal *DM 60/2002*: 10 mg/m³

Tutti i valori riscontrati sono ampiamente al disotto del limite di 10 mg/m³ previsto dal *DM 60/2002* per la protezione della salute umana inteso come massima giornaliera delle medie mobili sulle 8 ore, ad eccezione di un supero registrato presso Firmo il 23 settembre 2006; a tal punto si sottolinea che tale centralina è localizzata nelle immediate vicinanze di una strada (§ 1.2) e quindi potenzialmente influenzata dal traffico, il quale rappresenta una delle principali fonti di emissione di monossido di carbonio.

Nel presente paragrafo si riportano i risultati, in termini di ricadute al suolo, ottenuti dallo studio di dispersione degli inquinanti in atmosfera (NO_x e CO) emessi dalla *Centrale* di Altomonte, eseguito mediante il sistema di modelli CALMET – CALPUFF.

Tali risultati sono di seguito presentati coerentemente con gli indici statistici, indicati dalla normativa vigente, per i quali sono stabiliti i valori limite dal *D.M. 60 del 2002*.

Per una descrizione dettagliata degli input geomorfologici e meteorologici utilizzati e delle caratteristiche tecniche del codice di calcolo adottato si rimanda a quanto riportato all'*Allegato D5*.

2.1

SCENARI EMISSIVI

Ai fini dello studio sono stati quantificati gli impatti della *Centrale* sulla qualità dell'aria, relativamente a NO_x e CO; si è poi provveduto a presentare i risultati coerentemente con gli indici statistici, indicati dalla normativa vigente, per i quali sono stabiliti dal *D.M. 60 del 2002* i valori limite.

La *Centrale* di Altomonte è costituita da due gruppi turbogas con una turbina a vapore, ognuna delle quali è dotata di un camino a valle del generatore di vapore a recupero (GVR).

Le due sorgenti emissive puntuali della *Centrale* simulate sono quindi:

- TG1 – Turbogas 1;
- TG2 – Turbogas 2.

Nello studio sono stati simulati i due seguenti scenari emissivi:

- *Scenario alla massima capacità produttiva*: rappresentativo dell'impianto al massimo carico inquinante;
- *Scenario reale*: rappresentativo dell'impianto in condizioni di reale esercizio

Scenario Massima Capacità Produttiva

Nello studio è stato simulato lo scenario emissivo rappresentativo dell'impianto alla massima capacità produttiva, come riportato nel *Quadro 7.2* della *Scheda B* dell'*Autorizzazione Integrata Ambientale*.

La concentrazione nei fumi di NO_x e CO è stata rispettivamente considerata pari a 50 mg/Nm³ e 30 mg/Nm³ (fumi anidri a 15% di O₂) per tutte le 8160 ore di esercizio annuo, previsto come funzionamento massimo della *Centrale*.

In *Tabella 2.1a* sono indicati ubicazione e caratteristiche delle sorgenti emissive simulate.

Tabella 2.1a

Scenario Massima Capacità - Ubicazione e Caratteristiche Emissive delle Sorgenti TG1 e TG2

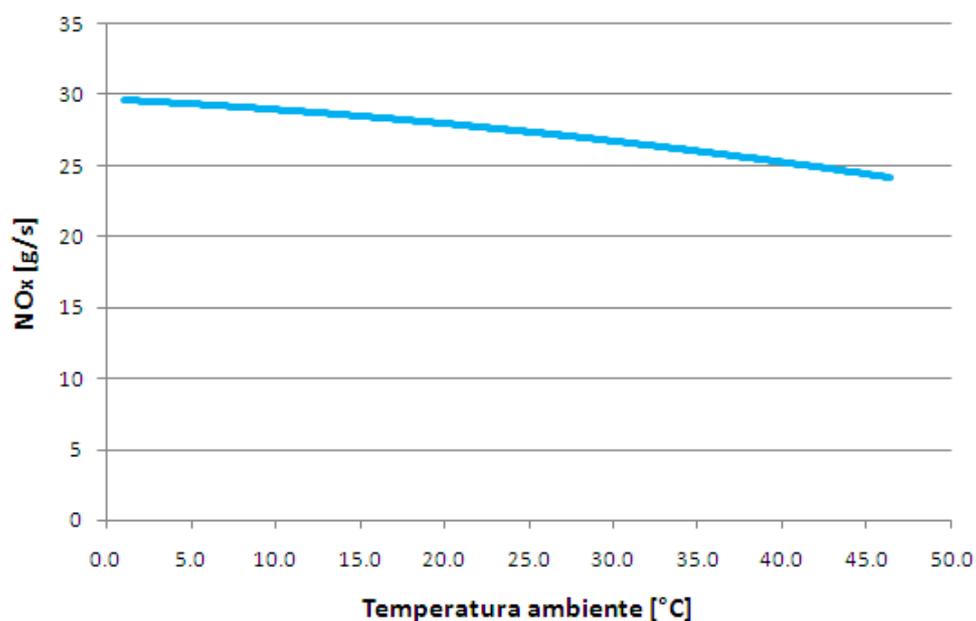
Sorgente	X UTM 32N [m]	Y UTM 32N [m]	Totale ore di funzionamento [h]	Altezza [m]	Diametro [m]	Velocità [m/s]	Temperatura [°C]
TG1	604112	4396395,8	8160	50	6,7	~ 19	~ 100
TG2	604152	4396396,1	8160	50	6,7	~ 19	~ 100

Al fine di non sottostimare in alcuna situazione di esercizio le emissioni di NO_x e CO della *Centrale*, determinate sia dalla concentrazione di inquinanti che dalla portata volumetrica dei fumi in uscita dai camini, quest'ultima è stata calcolata su base oraria in funzione delle caratteristiche tecniche delle turbine qui installate e della temperatura ambiente registrata presso il sito di *Centrale* (stazioni di monitoraggio interne al perimetro dell'impianto). Operando in tal maniera si è quindi evitato di sottostimare le emissioni della *Centrale* nel periodo invernale, durante il quale la portata volumetrica dei fumi di combustione risulta maggiore, anche del 10%, rispetto ai periodi dell'anno caratterizzati da temperature maggiori.

A titolo esemplificativo di seguito in *Figura 2.1a* si riporta la curva, che interpolando i valori di portata massiva di NO_x (espressi in g/s) di uno dei due turbogas, in funzione della temperatura ambiente, mostra la variazione del carico inquinante al variare della temperatura registrata nel sito.

Figura 2.1a

Scenario Massima Capacità - Rateo Emissivo di NO_x di un TG in Funzione della Temperatura Ambiente



Scenario Reale

In *Tabella 2.1b* sono indicati ubicazione e caratteristiche fisiche delle sorgenti emissive simulate, oltre alle ore di funzionamento di ognuno dei due turbogas nell'anno 2007.

Tabella 2.1b

Scenario Reale - Ubicazione e Caratteristiche Emissive delle Sorgenti TG1 e TG2

Sorgente	X UTM 32N [m]	Y UTM 32N [m]	Totale ore di funzionamento [h]	Altezza [m]	Diametro [m]	Velocità [m/s]	Temperatura [°C]
TG1	604112	4396395,8	6844	50	6,7	15,72	93
TG2	604152	4396396,1	6803	50	6,7	16,26	94,5

Per entrambi le sorgenti in *Tabella 2.1c* si riportano inoltre anche i ratei emissivi degli inquinanti oggetto dello studio, necessari come input al modello CALPUFF.

La portata massiva degli inquinanti considerati, rappresentativa dell'esercizio reale dei due TG della *Centrale*, è stata calcolata dividendo il totale delle emissioni reali nell'anno 2007 (ton di NO_x e CO) per le ore di effettivo esercizio di ognuno dei due turbogas.

Tabella 2.1c

Scenario Reale - Ratei Emissivi Sorgenti TG1 e TG2

Sorgente	NO _x [g/s]	CO [g/s]
TG1	11,70	0,41
TG2	11,56	0,53

Effetto Edificio Indotto dalle Strutture dell'Impianto

Il fenomeno, noto con il nome di "effetto edificio" oppure "building downwash", è rilevante in quanto è possibile che il pennacchio dei fumi emessi dal camino venga richiamato al suolo dalle turbolenze indotte dalla forza del vento sugli ostacoli, con una conseguente elevata concentrazione di inquinanti presso il suolo.

Se il pennacchio emesso subisce l'influenza idrodinamica dell'edificio vengono inseriti nel modello dei fattori correttivi che modificano i parametri di dispersione e innalzamento del pennacchio.

I risultati di molti esperimenti in galleria a vento hanno mostrato con precisione quale tipo di perturbazione ha luogo in presenza di edifici.

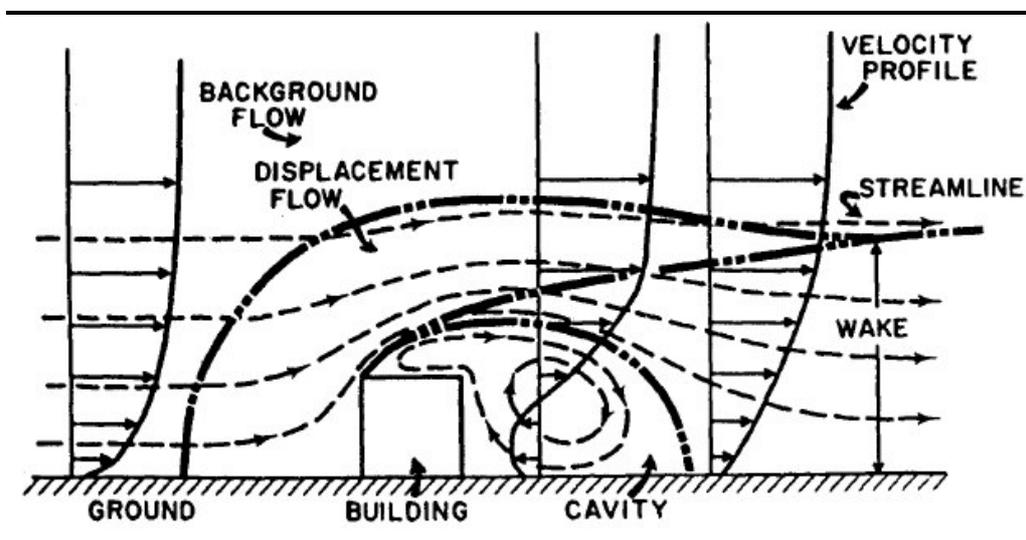
Se, per semplicità, si considera un edificio a forma di parallelepipedo, una visione complessiva di quello che si verifica è riassunta nella *Figura 2.1b*. Per prima cosa si deve sottolineare che, sopravvento all'edificio, il profilo verticale della velocità media del vento presenta normalmente il tipico andamento circa logaritmico con la quota.

L'orientamento dell'edificio sia tale per cui due facce del parallelepipedo siano perpendicolari al vento medio, una sopravvento e l'altra sottovento. Quello che si viene a creare è (Hanna e al., 1982):

- una *zona di stagnazione* in corrispondenza della faccia sopravvento dell'edificio che si estende dal suolo a circa 2/3 dell'altezza dell'edificio stesso;
- una *zona di ricircolazione* posta sulla sommità del parallelepipedo ed in corrispondenza delle facce laterali parallele alla direzione del vento;
- una zona immediatamente a valle della faccia sottovento che rappresenta una *cavità turbolenta* causata dalla scia dell'edificio dove si instaura una circolazione vorticoso in media stagnate;
- una *zona di scia turbolenta* dove sono localizzate le principali perturbazioni al flusso che però comincia a sottrarsi alla cavità e ricomincia a disporsi sempre più in una situazione simile a quella imperturbata.

Figura 2.1b

Perturbazione del Flusso delle Masse d'Aria in Presenza di un Edificio (Fonte, APAT)



Scopo della seguente analisi è di verificare se sussistono le condizioni per implementare l'opzione "building downwash" nell'esecuzione del codice di calcolo.

Al fine di valutare se un edificio è sufficientemente vicino ad una ciminiera tanto da generare *effetti di scia* si utilizza la relazione:

$$D \leq 5L_b \quad (2.1a)$$

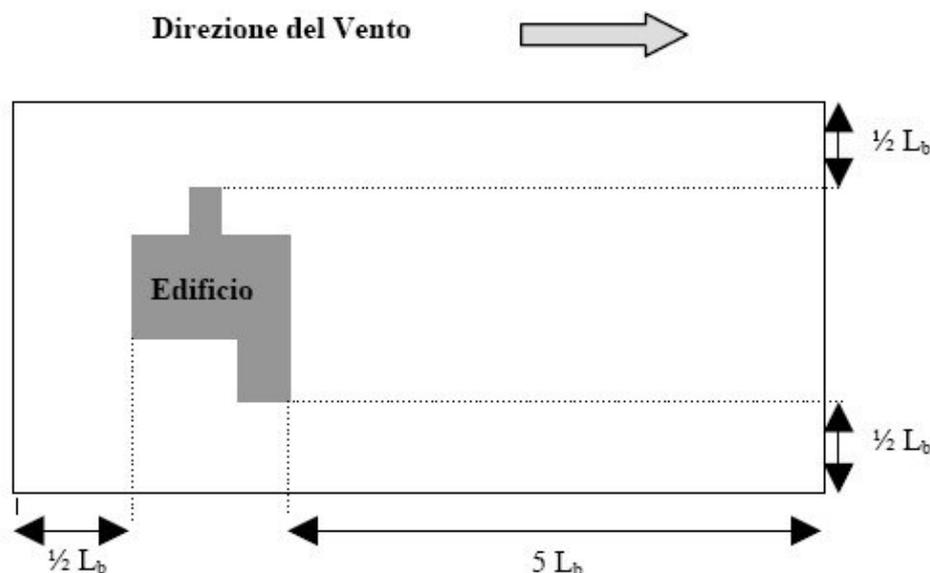
dove D è la distanza che intercorre tra l'edificio e la ciminiera, mentre L_b è la minima tra l'altezza dell'edificio e la sua proiezione trasversale alla direzione del vento.

In definitiva si può escludere che un edificio possa generare effetto *building downwash* se la ciminiera non ricade all'interno del rettangolo costruito come

proposto in *Figura 2.1c* attorno all'edificio (APAT, "La Micrometeorologia e la Dispersione degli Inquinanti").

Figura 2.1c

Definizione del Rettangolo Critico di Influenza di un Edificio.



Se la condizione sopra proposta alla 2.1a non è verificata è impossibile escludere la presenza di possibili *effetti di scia*; per poterne quindi valutarne l'influenza si procede al calcolo dell'innalzamento del pennacchio all'equilibrio, usando differenti formulazioni e seconda delle condizioni di stabilità dell'atmosfera.

Una ciminiera posta all'interno del rettangolo critico non è praticamente influenzata dalla presenza dell'edificio se è soddisfatta la disequazione seguente:

$$H_e > H + 1,5L_b \quad (2.1b)$$

H_e = innalzamento del pennacchio all'equilibrio

H = altezza dell'edificio

L_b = è la minima tra l'altezza dell'edificio e la sua proiezione trasversale alla direzione del vento.

In caso contrario, il pennacchio emesso subisce l'influenza idrodinamica dell'edificio che viene normalmente modellizzato, soprattutto nei modelli Gaussiani a Plume, inserendo dei fattori correttivi che modificano i parametri di dispersione e innalzamento del pennacchio.

In ogni caso, si ammette che per camini medi l'effetto edificio sia trascurabile per velocità di uscita superiori a 5 volte la velocità del vento, mentre per grandi camini l'effetto è spesso trascurabile già per velocità di uscita pari a 1,5 volte la velocità del vento. Il valore esatto della minima velocità di uscita tale da garantire il non manifestarsi della condizione di downwash dipende dalle

condizioni specifiche del sito, ma per un camino di grandi dimensioni un valore 2 volte la velocità del vento appare ragionevole (si veda *Guideline for Determination of Good Engineering Practice Stack Height technical Support document for the stack height regulation*).

Sulla base delle planimetrie e dei prospetti (*Figure 2.1d - 2.1e*) dell'Impianto sono due gli edifici che possono indurre un effetto "building downwash":

- l'edificio turbine $h = 31,6$ m;
- l'edificio areotermi $h = 34,4$ m.

Per poter escludere l'influenza dei suddetti fabbricati sui pennacchi emessi dai due camini dei GVR, quest'ultimi, applicando quanto riportato dall'Equazione 2.1a, dovrebbero essere localizzati ad una minima distanza dagli edifici di almeno cinque volte l'altezza degli edifici stessi.

Questo poiché le diverse proiezioni degli edifici trasversali alla direzione del vento sono per tutti i versi considerati più lunghe della quota dell'edificio, e quindi non sono utilizzati nell'applicazione della Equazione 2.1a.

Infatti i ognuno dei due camini per non risentire dell'effetto scia dovrebbe distare almeno $5 \times 31,6 = 158$ m dall'edificio turbine e $5 \times 34,4 = 172$ m dall'edificio aerotermi; ciò non si realizza poiché in realtà entrambi si trovano in prossimità dei due stabili (*Figure 2.1d - 2.1e*).

Una successiva verifica prevede l'applicazione dell'Equazione 2.1b, la quale ci consente di verificare se l'altezza effettiva del pennacchio (conservativamente fatta corrispondere alla sola altezza del camino) è superiore all'altezza degli edifici sommata ad una volta e mezza la minima tra l'altezza dell'edificio e la sua proiezione trasversale alla direzione del vento.

L'effetto "building downwash" si può quindi escludere qualora l'altezza del pennacchio sia maggiore di 2,5 volte l'altezza degli edifici. Considerando il più basso dei due, i camini dovrebbero essere alti almeno $2,5 \times 31,6 = 79$ m. Essendo entrambi i camini dei GVR alti 50 m, si sono inseriti in input al modello i dati geometrici relativi a entrambi gli edifici, in modo che possa valutare le perturbazioni create alla normale dispersione del pennacchio.

2.2

RISULTATI

Nei seguenti paragrafi sono riportati i risultati del codice di simulazione espressi come concentrazioni a livello del suolo di NO_x e CO coerentemente con i parametri statistici previsti dal *D.M. 60 del 2002*.

Gli output generati dal modello sotto forma di matrici di valori georeferenziati sono stati elaborati con il software ARCMAP 9.1 (ESRI). Il risultato di tale operazione è mostrato nelle successive *Figure* le quali riportano rispettivamente le mappe di isoconcentrazione al suolo per i diversi inquinanti simulati.

2.2.1

Ossidi di Azoto

Si precisa che nel presente studio si è scelto di simulare la dispersione in atmosfera degli ossidi di azoto nella loro totalità, per poi confrontare gli output del modello con i limiti imposti dal *D.M. 60 del 2002* per il biossido di azoto; tale approccio è conservativo poiché solo una parte degli NO_x emessi in atmosfera, principalmente in forma di monossido di azoto, si ossidano ulteriormente in NO₂.

L'efficacia di tale conversione dipende infatti da numerosi fattori, l'intensità della radiazione solare, la temperatura e la presenza di altri inquinanti quali l'ozono e alcuni idrocarburi.

I risultati delle modellazioni effettuate per l'NO_x sono riportati nelle seguenti *Figure*:

- *Figura 2.2.1a*: Scenario Massima Capacità Produttiva, Concentrazioni Medie Annuie di NO_x [µg/m³];
- *Figura 2.2.1b*: , Scenario Massima Capacità Produttiva, 99,8° Percentile delle Medie Orarie di NO_x [µg/m³];
- *Figura 2.2.1c*: Scenario Reale, Concentrazioni Medie Annuie di NO_x [µg/m³];
- *Figura 2.2.1d*: Scenario Reale, 99,8° Percentile delle Medie Orarie di NO_x [µg/m³].

Nella *Tabella 2.2.1a* sono riportati, per entrambi gli scenari, i massimi valori registrati nel dominio di calcolo degli indici statistici riportati nelle *Figure* sopra citate.

Tabella 2.2.1a

NO_x - Massime Concentrazioni Calcolate dal Modello nel Dominio di Calcolo

Indice Statistico	Limite Normativo D.M. 60/02 per NO ₂ [µg/m ³]	Scenario Max Capacità Produttiva [µg/m ³]	Scenario Reale [µg/m ³]
Concentrazione Media Annuia ⁽¹⁾	40	3,93	1,66
99,8° Percentile delle Concentrazioni Medie Orarie ⁽¹⁾	200	139,16	64,03

⁽¹⁾ Parametro indicato nel DM 60/2002 per la protezione della salute umana

Come si evince da un'analisi delle mappe e dei valori riportati nelle *Tablelle* precedenti, le ricadute della Centrale *Edison* di Altomonte sono sempre al di sotto dei limiti imposti dalla normativa vigente sia nello scenario reale che in quello alla massima capacità produttiva.

Le aree interessate dalla maggiori ricadute si distribuiscono principalmente verso Ovest e, in misura minore, verso Nord. I massimi per ambedue i parametri statistici ricadono a Ovest-Nord Ovest della Centrale a circa 5,5 km.

In *Tabella 2.2.1b* si riportano i valori stimati dal modello presso le centraline di qualità dell'aria analizzate nel precedente §1.2.

Tabella 2.2.1b

NO_x - Concentrazione Media Annuale e 99,8° Percentile delle Concentrazioni Medie Orarie Calcolate dal Modello CALPUFF alle Centraline

Centralina	Scenario Max Capacità Produttiva		Scenario Reale	
	Media Annuale [µg/m ³]	99,8° Percentile [µg/m ³]	Media Annuale [µg/m ³]	99,8° Percentile [µg/m ³]
Firmo	0,87	28,15	0,35	13,76
Saracena	1,34	52,02	0,56	26,34

Dai dati in *Tabella* appare come il contributo della *Centrale* alle centraline di qualità dell'aria, pur nelle condizione conservative adottate per le simulazioni, sia modesto; il massimo valore del 99,8° percentile nello scenario alla massima capacità produttiva è infatti pari a 52,02 µg/m³ contro un limite di 200 µg/m³ e la massima concentrazione media annuale è pari a 1,34 µg/m³ contro un valore limite di 40 µg/m³ per la protezione della salute umana.

La massima concentrazione media annuale calcolata all'interno dell'area pSIC e ZPS maggiormente interessata dalle ricadute degli inquinanti è pari 3,2µg/m³ per lo scenario alla massima capacità produttiva, risultando decisamente inferiore rispetto al limite di 30 µg/m³ imposto dal *DM 60/2002* per la protezione della vegetazione.

2.2.2

Monossido di Carbonio

I risultati delle modellazioni effettuate per il CO sono riportati nelle seguenti *Figure*:

- *Figura 2.2.2a*: Scenario Massima Capacità Produttiva, Massimo delle Concentrazioni Medie Mobili sulle 8 Ore di CO [µg/m³];
- *Figura 2.2.2b*: Scenario Reale, Massimo delle Concentrazioni Medie Mobili sulle 8 Ore di CO [µg/m³];

Nella *Tabella 2.2.2a* seguente si riportano i valori massimi della media mobile sulle 8 ore di CO riscontrati nel dominio di calcolo.

Tabella 2.2.2a

CO - Massima Concentrazione Media Mobile su 8 Ore nel Dominio di Calcolo

Indice Statistico	Limite Normativo D.M. 60/02 per CO [µg/m ³]	Scenario Max Capacità Produttiva [µg/m ³]	Scenario Reale [µg/m ³]
-------------------	---	---	--

Massima media mobile su 8 ore di CO	10000	90,28	2,77
-------------------------------------	-------	-------	------

Il massimo valore sul dominio della media mobile calcolata su 8 ore di CO risulta inferiore al limite normativo e si verifica a Nord Ovest dei punti di emissione.

In *Tabella 2.2.2b* si riportano i valori stimati dal modello presso le centraline di qualità dell'aria analizzate nel precedente §1.2.

Tabella 2.2.2b

CO - Massima Concentrazione Media Mobile sulle 8 Ore Calcolate dal Modello CALPUFF presso le Centraline di Qualità dell'Aria

Centralina	Scenario Max Capacità Produttiva	Scenario Reale
	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Firmo	11,99	0,37
Saracena	16,29	0,52
<i>Il limite previsto dal DM 60/2002 come massima media mobile sulle 8 ore è pari a 10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$</i>		

Le massime concentrazioni medie sulle 8 ore stimate dal modello per entrambi gli scenari alle centraline sono sempre ampiamente al disotto del limite previsto dal *DM 60/2002* per questo parametro.

Le simulazioni effettuate, pur nelle condizioni conservative in cui sono state eseguite, hanno permesso di evidenziare che non si verifica alcun superamento dei limiti di legge stabiliti dal *D.M. 60 del 2002* per tutti gli inquinanti considerati su tutto il dominio di calcolo, sia in condizioni di normale esercizio sia in quelle di marcia alla massima capacità produttiva della *Centrale Edison* di Altomonte.

Si precisa che la scelta di simulare la dispersione in atmosfera degli ossidi di azoto nella loro totalità, per poi confrontare gli output del modello con i limiti imposti dal *D.M. 60 del 2002* per il biossido di azoto, è conservativa poiché solo una parte degli NO_x emessi in atmosfera, principalmente in forma di monossido di azoto, si ossidano ulteriormente in NO_2 . L'efficacia di tale conversione dipende da numerosi fattori: l'intensità della radiazione solare, la temperatura e la presenza di altri inquinanti quali l'ozono e alcuni idrocarburi.

Per quanto riguarda gli NO_x i valori massimi per la media annua stimati dal modello sul dominio di calcolo sono pari a 1,66 e 3,93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ rispettivamente per lo *scenario reale* e alla *massima capacità produttiva*, a fronte di un limite di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ previsto dal *DM 60/2002*.

Il 99,8° Percentile delle concentrazioni medie orarie massimo sul dominio di calcolo stimato dal modello è 64,03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per lo *scenario reale* e 139,16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per lo *scenario alla massima capacità produttiva*; entrambi i valori sono ampiamente inferiori al limite di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ imposto dal *DM 60/2002*.

Le aree interessate dalla maggiori ricadute si distribuiscono principalmente verso Ovest e, in misura minore, verso Nord. I massimi per ambedue i parametri statistici in entrambi gli scenari emissivi considerati ricadono a Ovest – Nord Ovest della Centrale a circa 5,5 km.

Nessuna criticità è stata evidenziata per il CO; i valori massimi calcolati sul dominio di calcolo sono infatti di alcuni ordini di grandezza sotto al limite di 10 mg/m^3 indicato dal *D.M. 60/2002* per la protezione della salute umana.