

ROSELECTRA S.p.A

ALLEGATO 1

Il modello SAFE_AIR

Studio diffusionale del NO_x in condizioni transitorie di funzionamento della Centrale a ciclo combinato di Rosignano Solvay

1.0	Febbraio 2007	Prima stesura	M. Giannetti	S. Zanelli	M. Lanzino
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

ROSELECTRA S.p.A	Studio diffusionale del NO_x in condizioni transitorie di funzionamento della Centrale a ciclo combinato di Rosignano Solvay	376_RSET-DIFF-TEC-SDNO _x			
		Rev.			
		1			
		pag. 2 di 6			

INDICE

1	CENNI SULLA DISPERSIONE ATMOSFERICA.....	3
2	IL MODELLO SAFE_AIR	4
2.1	IL MODELLO METEOROLOGICO WINDS.....	5
2.2	IL MODELLO DIFFUSIONALE P6	5

ROSELECTRA S.p.A	<i>Studio diffusionale del NO_x in condizioni transitorie di funzionamento della Centrale a ciclo combinato di Rosignano Solvay</i>	376_RSET-DIFF-TEC-SDNO _x			
		Rev.			
		1			
pag. 3 di 6					

1 Cenni sulla dispersione atmosferica

Dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico, al di là delle considerazioni di carattere globale, quello che interessa maggiormente è la diffusione degli inquinanti su scala locale, cioè per distanze dell'ordine di qualche decina di chilometri dalla sorgente emittente e per uno spessore dell'atmosfera dell'ordine di 1000 ÷ 1500 metri, che va sotto il nome di strato limite.

Il comportamento degli inquinanti emessi nell'atmosfera in seguito ad un qualunque processo industriale, è strettamente correlato con i parametri di sorgente, con le condizioni meteorologiche e con le caratteristiche fisico ambientali del territorio su cui è insediata la sorgente stessa.

Nell'ipotesi di un camino, i principali parametri di sorgente sono:

- altezza geometrica e diametro interno della bocca del camino;
- velocità (portata) e temperatura dei fumi in uscita
- quantità di inquinanti emessi nell'unità di tempo.

Per le condizioni meteorologiche si enumerano:

- il gradiente termico verticale;
- l'intensità, la direzione e la struttura verticale del vento;
- lo stato del cielo;
- l'intensità della radiazione solare.

Questi assieme alle caratteristiche fisico-ambientali del territorio, quali l'orografia del terreno e la posizione e dimensione di eventuali ostacoli (naturali e/o artificiali), determinano il tipo e l'intensità dei moti turbolenti dell'atmosfera, che in ultima analisi realizzano il processo della dispersione (trasporto, diffusione e deposito).

Lo studio del processo di trasporto e della diffusione degli inquinanti nell'atmosfera, riveste una grande importanza per la valutazione dei valori di concentrazione degli inquinanti, emessi ad esempio da un camino, in aria e/o sul suolo, al fine di realizzare opportuni programmi di controllo ambientale del territorio.

La schematizzazione del processo di trasporto e della diffusione dei fumi emessi da un camino nell'atmosfera, più rispondente per applicazioni pratiche, si articola in due fasi:

- fase aerodinamica o di risalita dei fumi, strettamente dipendente dai parametri di sorgente;
- fase meteorologica, strettamente dipendente dalle condizioni climatiche del territorio;

Tali fasi sono descritte con modelli matematici che consentono il calcolo della distribuzione degli inquinanti nell'atmosfera.

ROSELECTRA S.p.A	<i>Studio diffusionale del NO_x in condizioni transitorie di funzionamento della Centrale a ciclo combinato di Rosignano Solvay</i>	376_RSET-DIFF-TEC-SDNO _x			
		Rev.			
		1			
		pag. 4 di. 6			

2 Il modello Safe_air

Il modello SAFE_AIR (Simulation of Air pollution From Emissions Above Inhomogeneous Regions) simula il trasporto e la diffusione di inquinanti aeriformi su terreno complesso a scala locale e regionale; questo modello è incluso nel "Model Database of the European Topic Centre on Air Quality dell' European Environmental Agency".

Una precedente versione del codice è stata selezionata dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici (APAT) per essere inserita nella lista dei modelli di dispersione da utilizzare in valutazioni di qualità dell'aria.

Il SAFE_AIR è un modello deterministico, pseudo-lagrangiano basato su un approccio gaussiano modificato per lavorare in condizioni non stazionarie e non omogenee. Infatti la dispersione degli inquinanti è simulata tramite una sequenza di elementi gaussiani (segmenti di pennacchio o puff) che sono tra loro connessi, ma la cui dinamica è funzione delle condizioni meteorologiche locali. Poiché le grandezze meteorologiche possono cambiare sia nel tempo che nello spazio, ciascun elemento evolve in accordo con le diverse condizioni meteorologiche incontrate lungo la propria traiettoria.

La valutazione del codice SAFE_AIR è stata effettuata utilizzando sia misure in natura relative alla dispersione su terreno pianeggiante sia misure in galleria del vento su colline schematiche bidimensionali in condizioni di stratificazione atmosferica neutra.

Il modello SAFE AIR è in grado di trattare:

- Sorgenti inquinanti puntuali, lineari, areali e volumetriche con emissioni variabili nel tempo;
- Episodi caratterizzati da calma di vento;
- Domini di calcolo da poche decine di metri fino a centinaia di chilometri dalla sorgente;
- Concentrazioni medie con tempo di media 15-30-60 minuti;
- Inquinanti inerti e inquinanti soggetti a reazioni chimiche del primo ordine;
- Deposizione secca e deposizione umida;
- Regioni caratterizzate da orografia complessa e/o condizioni meteorologiche variabili.

Il modello (SAFE_AIR) è costituito da due pre-processor meteorologici e da un modello diffusionale, rispettivamente;

- WINDS
- ABLE (processore introdotto nella versione del Safe_air II)
- P6

ROSELECTRA S.p.A	<i>Studio diffusionale del NO_x in condizioni transitorie di funzionamento della Centrale a ciclo combinato di Rosignano Solvay</i>	376_RSET-DIFF-TEC-SDNO _x			
		Rev.			
		1			
pag. 5 di 6					

2.1 Il modello meteorologico WINDS

Il pre-processore meteorologico WINDS (Wind-field Interpolation by Non Divergent Schemes), è un modello diagnostico basato sulla equazione di conservazione di massa che ricostruisce il campo di vento tridimensionale su orografia complessa partendo dalle misure di vento disponibili.

Winds è frutto di una successione di modifiche finalizzate a considerare i seguenti fenomeni: effetti della rugosità, cambiamenti di rugosità, variazioni della direzione del vento dovuti alla forza di Coriolis, effetti imputabili alla stabilità atmosferica, ecc.

Il calcolo del campo cinetico è effettuato tramite due passi:

- Inizializzazione tramite interpolazione dei dati forniti sulla griglia di calcolo;
- Aggiustamento dei risultati ottenuti per rispettare l'ipotesi della divergenza nulla.

Il processo di inizializzazione include un insieme di operazioni allo scopo di ottenere le tre componenti di velocità del vento in tutti i punti della griglia prima di imporre la conservazione della massa. Il campo di vento così composto è detto iniziale o di primo tentativo e riveste un ruolo cruciale per i risultati finali. Il metodo di inizializzazione dipende dai dati meteorologici disponibili per la regione in esame.

Le opzioni incluse nel WINDS per calcolare il vento di primo tentativo sono:

- Vento uniforme;
- Vento geostrofico;
- Dati da stazioni al suolo;
- Enofili di vento (da torri meteorologiche, LAM, SODAR);
- Dati da stazioni al suolo e profili SODAR

La seconda e ultima parte del calcolo del campo di vento (aggiustamento del campo di vento iniziale) prevede la correzione dei valori ottenuti dall'inizializzazione imponendo il vincolo della conservazione della massa.

2.2 Il modello diffusionale P6

Il modello diffusionale P6 (Program Plotting Paths of Pollutant Puffs and Plumes), è un modello lagrangiano multi-sorgente che fa uso di segmenti di pennacchio e/o puff gaussiani per simulare la dispersione di inquinanti aeriformi sia su scala locale che regionale.

Il modello P6 adotta una tecnica numerica mista puff-segmento di pennacchio gaussiana indirizzata all'utilizzazione continua di entrambi gli approcci, in modo tale da permettere una buona descrizione fisica della dispersione atmosferica e contemporaneamente mantenere limitati i tempi di calcolo.

ROSELECTRA S.p.A	Studio diffusionale del NO_x in condizioni transitorie di funzionamento della Centrale a ciclo combinato di Rosignano Solvay	376_RSET-DIFF-TEC-SDNO _x			
		Rev.			
		1			
pag. 6 di. 6					

Mentre i segmenti di pennacchio forniscono una rapida simulazione numerica della dispersione degli inquinanti nei pressi della sorgente in condizioni di trasporto i puff permettono una appropriata simulazione della dispersione sia lontano dalla sorgente sia durante condizioni di vento debole o di calma.

L'emissione di inquinante è schematizzata come una sequenza di elementi (segmenti di pennacchio o puff gaussiani) che sono connessi tra loro, ma la cui dinamica è funzione delle condizioni meteorologiche locali. Poiché le grandezze meteorologiche possono cambiare sia nel tempo che nello spazio, ciascun elemento evolve in accordo con le diverse condizioni meteorologiche incontrate lungo la propria traiettoria. La risultante 'catena' di elementi fornisce una migliore descrizione della dispersione dell'inquinante di quella fornita da un pennacchio 'rigido', tipico del modello gaussiano tradizionale, in particolare in condizioni non stazionarie e non omogenee.

La dinamica di ciascun elemento consiste in:

- Generazione alla sorgente;
- Plum rise (altezza del pennacchio);
- Trasporto causato dal vento medio;
- Diffusione causata dalla turbolenza atmosferica;
- Possibile trasformazione chimica che produce un inquinante secondario a partire da una frazione dell'inquinante primario;
- Possibile deposizione al suolo (secca od umida);
- Possibile ricaduta gravitazionale dei grandi particolati.

P6 è principalmente designato alla simulazione dell'impatto sulla qualità dell'aria causato da sorgenti puntiformi. Tuttavia, a causa della capacità di trattare sorgenti con sigma di dispersione iniziale diverse da zero, questo codice può essere utilizzato per trattare sorgenti areali e volumetriche. Il codice è inoltre in grado di trattare contemporaneamente più sorgenti.

Il codice fornisce in uscita un insieme di valori di concentrazione di inquinante elaborati statisticamente, in corrispondenza di ciascun recettore, e i campi di deposizione secca e umida, in corrispondenza della griglia selezionata dall'utente.

La scala temporale della simulazione è quella del breve periodo (SHORT TERM) che fornisce concentrazioni medie dai 15 minuti alle 24 ore.