
NOME MODULO Plume atmosferico

APPLICAZIONE Dispersione inquinante in atmosfera

MODELLO Modello gaussiano stazionario Pasquill-Gifford

DESCRIZIONE Una sostanza (inquinante o meno), una volta immessa nell'atmosfera, per effetto dei numerosi fenomeni quali il trasporto dovuto all'azione del vento, la dispersione per effetto dei moti turbolenti dei bassi strati dell'atmosfera, la deposizione ecc., si distribuisce nell'ambiente circostante, diluendosi in un volume di aria di dimensioni più o meno grandi in funzione delle particolari condizioni atmosferiche presenti. Ciò significa, in altri termini, che se una sostanza viene immessa nell'atmosfera in un determinato punto del territorio (sorgente) ad un dato istante e con determinate modalità di emissione, è possibile ritrovarla in altri punti del territorio dopo un tempo più o meno lungo, con un diverso valore di concentrazione in funzione della diluizione che ha subito lungo il suo tragitto. La valutazione dei valori assunti dalla concentrazione in tutti i punti dello spazio ed in ogni istante o, in altri termini, la previsione dell'evoluzione nel tempo del campo di concentrazione $C(x,y,z;t)$ di una determinata sostanza costituisce l'obiettivo dei modelli di simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera. Un'assunzione ammissibile in un contesto di screening preliminare da un punto di vista di modellazione di un inquinante in atmosfera è costituito da una sorgente puntuale posta nell'origine del sistema di riferimento che emette inquinante con un tasso costante. Se il vento è omogeneo (non varia nello spazio) e stazionario (non varia nel tempo), con velocità e direzione secondo l'asse principale, la dinamica di dispersione può essere assimilata ad un modello Gaussiano stazionario. Questa soluzione è ulteriormente giustificata dal fatto che le ciminiere usualmente emettono in modo continuativo, e quindi l'analisi di tipo stazionario è spesso appropriata. Un modello classico che descrive una dinamica a pennacchio di tipo gaussiano è rappresentato dal modello di Pasquill-Gifford, che prevede concentrazioni chimiche in atmosfera a partire da un'emissione costante da una sorgente tipo stack.

Se assumiamo una situazione costante da un punto di degradazione chimica e se si escludono fenomeni di inversione termica il modello di Pasquill-Gifford modello può essere espresso nella seguente forma:

$$C = \frac{\frac{Q}{u} * g_1 g_2}{2 \pi \sigma_y \sigma_z}$$

dove:

C = concentrazione media della sostanza chimica

u = velocità media del vento nella direzione dell'asse principale

g_1 = è il fattore di distribuzione orizzontale gaussiano
 g_2 = è il fattore di distribuzione verticale gaussiano
 σ_x = è la deviazione standard orizzontale della distribuzione gaussiana
 σ_z = è la deviazione standard verticale della distribuzione gaussiana

Le formule dei fattori di distribuzione sono le seguenti:

$$g_1 = e^{\left(\frac{-0.5 y^2}{\sigma_y^2}\right)}$$

$$g_2 = e^{\left(\frac{-0.5(z-H)^2}{\sigma_z^2} + \frac{-0.5(z+H)^2}{\sigma_z^2}\right)}$$

dove:

y = coordinate nella direzione ortogonale rispetto alla direzione del vento

z = altitudine

H = effettiva altezza della sorgente (ciminiera)

L'effettiva altezza della ciminiera è superiore rispetto alla sua altezza fisica perché i gas escono in atmosfera con una spinta verso l'alto. L'altezza effettiva del camino è quindi pari all'altezza fisica più un parametri ΔH che è pari a:

$$\Delta H = 1.6 F_b^{1/3} x^{2/3} / u^{\square}$$

$$F_b = g \frac{d^2 V}{4} \left(\frac{T_s - T_a}{T_s} \right)$$

dove

u = velocità media del vento

g = accelerazione di gravità

d = diametro dello stack

V = velocità media del gas

T_s = temperatura assoluta del gas all'interno dello stack

T_a = temperatura assoluta dell'ambiente circostante

La stima di σ_x e di σ_z può essere empiricamente effettuata attraverso le classi di stabilità atmosferica di Paquill (Tab. 1 e Tab. 2)

Surface Wind Speed (m/sec) ^d	Insolation ^b			Night ^c	
	Strong ^e	Moderate ^e	Slight	Thinly Overcast or ≥ 4/8 Low Cloud	≤ 3/8 Cloud
<2	A	A-B	B	–	–
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

Tabella 1

Pasquill Stability Category	σ_y (m)	σ_z (m)
<i>Open country conditions</i>		
A	$0.22 x / (1 + 0.0001 x)^{0.5}$	$0.20 x$
B	$0.16 x / (1 + 0.0001 x)^{0.5}$	$0.12 x$
C	$0.11 x / (1 + 0.0001 x)^{0.5}$	$0.08 x / (1 + 0.0002 x)^{0.5}$
D	$0.08 x / (1 + 0.0001 x)^{0.5}$	$0.06 x / (1 + 0.0015 x)^{0.5}$
E	$0.06 x / (1 + 0.0001 x)^{0.5}$	$0.03 x / (1 + 0.0003 x)$
F	$0.04 x / (1 + 0.0001 x)^{0.5}$	$0.016 x / (1 + 0.0003 x)$
<i>Urban conditions</i>		
A, B	$0.32 x / (1 + 0.0004 x)^{0.5}$	$0.24 x \cdot (1 + 0.001 x)^{0.5}$
C	$0.22 x / (1 + 0.0004 x)^{0.5}$	$0.20 x$
D	$0.16 x / (1 + 0.0004 x)^{0.5}$	$0.14 x / (1 + 0.0003 x)^{0.5}$
E, F	$0.11 x / (1 + 0.0004 x)^{0.5}$	$0.08 x / (1 + 0.0015 x)^{0.5}$

Tabella 2

BIBLIOGRAFIA

Pasquill, F., 1961: The estimation of the dispersion of windborne material. Meteor. Mag., 90, 33–49.;

Gifford, F. A., Jr., 1961: Use of routine observations for estimating atmospheric dispersion. Nucl. Saf., 2, 47–57;

Turner, D. B., 1967: Workbook of atmospheric dispersion estimates. PHS Publ. 999 AP-26, 84 pp.

DATA INPUT

- Vettoriale sorgente: shapefile puntuale della sorgente di emissione
- Vettoriale confine: shapefile poligonale dell'area su cui effettuare

l'analisi

- Mappa DTM: mappa raster del modello digitale del terreno
- Classe stabilità: classificazione delle condizioni di stabilità atmosferica dell'area: classe a, estremamente instabile; classe b, moderatamente instabile; classe c, leggermente instabile; classe d, neutro; classe e, leggermente stabile; classe f, moderatamente stabile.
- Classe outdoor: permette di indicare se l'ambiente caratterizzato dall'emissione in in prevalenza urbano o naturale.
- Concentrazione: concentrazione dell'inquinante emesso (Kg/h, valore da immettere senza unità di misura).
- Direzione vento: menù a scelta multipla con i punti cardinali relativi alla direzione del vento
- Temperatura: temperatura dell'aria (°C valore da immettere senza unità di misura).
- Altezza stack: altezza della sorgente di emissione sul livello del suolo (m valore da immettere senza unità di misura).
- Diametro: diametro della sorgente di emissione sul livello del suolo (m valore da immettere senza unità di misura).
- Velocità vento: inserire un valore intero relativo alla velocità del vento in m/s (senza unità di misura es. 5 e non 5 m/s).
- Velocità gas: inserire un valore intero relativo alla velocità del gas in m/s (senza unità di misura es. 5 e non 5 m/s).
- Temperatura: temperatura del gas emesso al momento della fuoriuscita dallo stack (°C valore da immettere senza unità di misura).
- Output file: nome del file contenente la mappa raster del livello sonoro, ad esempio risultatomodello1.tif (se non indicata il file sarà denominato outputmodel.tif e sarà salvato nella directory di lavoro).

N.B.: Se non si specifica la directory di lavoro o il percorso dei file di uscita questi verranno salvati nel percorso corrispondente alla cartella plugin/envifate/tools (il percorso potrebbe variare a seconda del sistema operativo utilizzato).
