

---

NOME MODULO      Dispersione fluviale

---

APPLICAZIONE      Trasporto inquinanti in corsi d'acqua

---

MODELLO            Base Fickiana

---

DESCRIZIONE      Quando una massa di sostanza chimica viene rilasciato in un punto in un fiume, il centro di massa del prodotto chimico muove a valle per avvezione alla stessa velocità media del fiume e si diffonderà all'interno del corpo idrico. Questa diffusione è dovuta sia da dispersione causata da variazioni di velocità sistematiche del corso d'acqua sia per diffusione turbolenta. Quest'ultima provoca una miscelazione della sostanza inquinante causata dai movimenti vorticosi nell'acqua. Tipicamente è possibile utilizzare un approccio legato alle equazioni di Fick per descrivere la miscelazione risultante dai fenomeni di dispersione e di turbolenza. Maggiori saranno le variazioni in velocità e in turbolenza, maggiore sarà la miscelazione della sostanza esterna. La miscelazione in un corso d'acqua di una sostanza inquinante può essere descritta attraverso la simulazione di un rilascio istantaneo di una sostanza chimica uniformemente distribuito in tutta la sezione trasversale del corso d'acqua. Se il tracciante non subisce alcun decadimento chimico e se la dinamica di miscelazione fosse interamente di tipo fickiano la forma delle curve di concentrazione sarebbe perfettamente gaussiana, e il modello matematico sarebbe nella forma descritta dalla seguente equazione:

$$\phi(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{\frac{-x^2}{2\sigma^2}} \quad \text{Eq. 1}$$

L'equazione che viene utilizzata per descrivere la concentrazione chimica in funzione della distanza e del tempo ha la stessa forma matematica dell'eq. 1. Questo perché la casualità assunta nella miscelazione di tipo Fickiano è simile alla casualità che dà origine alla curva normale (eq. 2).

$$C(x, t) = \frac{M}{\sqrt{4\pi Dt}} e^{\frac{-(x-Vt)^2}{4Dt}} \quad \text{Eq. 2}$$

dove:

C= concentrazione finale alla distanza x e al tempo t

M=concentrazione iniziale

D=coefficiente di trasporto longitudinale

V= velocità media del corso d'acqua

A tale formula può essere aggiunto un coefficiente legato al decadimento reattivo del corso d'acqua. La formula finale, implementata nel modello, assume quindi la nuova forma:

---

$$C(x, t) = \frac{M}{\sqrt{4\pi Dt}} e^{-\frac{(x-Vt)^2}{4Dt}} e^{-kt} \quad \text{Eq. 3}$$

dove  $k$ =costante di decadimento di prim'ordine.

Il modulo "Dispersione fluviale" lavora su base vettoriale e come risultato produce 2 shapefile, uno puntuale e l'altro lineare in cui ogni segmento o punto è caratterizzato dalla concentrazione stimata alla distanza corrispondente dalla sorgente.

Il modulo lavora sia in senso spaziale che temporale: la tabella associata agli shapefile in output avrà tanti campi quanti specificati in sede di input dedicati alla simulazione della concentrazione alle varie distanza sulla base del diverso tempo di analisi. Una tab dedicata al grafico di decadimento mostrerà quanto la concentrazione inquinante è diminuita al tempo start sulla base della distanza della sorgente.

---

#### BIBLIOGRAFIA

Hemond, Harold F., and Elizabeth J. Fechner. Chemical fate and transport in the environment. Elsevier, 2014

---

#### DATA INPUT

- Vettoriale sorgente: shapefile puntuale della sorgente di emissione
- Vettoriale fiume: shapefile lineare del corso d'acqua oggetto dell'analisi
- Mappa DTM: mappa raster del modello digitale del terreno
- Mappa pendenza: mappa raster della pendenza in gradi
- Massa inquinante: massa inquinante sversata istantaneamente nel corpo idrico.
- Sezione bagnata: area della sezione trasversale dell'alveo ( $m^2$ ).
- Raggio idraulico: Il raggio idraulico è dato dal rapporto tra la superficie della sezione bagnata e il perimetro bagnato (m).
- Coefficiente di scabrezza: corrisponde al coefficiente di Manning che dà un'indicazione adimensionale sullo stato di rugosità del fiume.
- Coefficiente di diffusione di Fick: parametro di dispersione della sostanza inquinante nel corso d'acqua. Può variare da valori unitari o meno (torrenti) a valori intorno al migliaio (grandi fiumi).
- Coefficiente di decadimento di primo ordine: diminuzione proporzionale della sostanza inquinante per processi chimici.
- Tempo start: il tempo in minuti dall'iniezione inquinante da cui deve partire l'analisi.
- Tempo end: il tempo in minuti che corrisponde al termine dell'analisi.
- Tempo intervallo: l'intervallo in minuti di analisi.

N.B.: Tutti i dati vanno inseriti senza la corrispondente unità di misura (es.: 10 e non 10 m ).

---

