



# Metodologia di implementazione del sistema per la spazializzazione dei dati meteo



# 1. Metodologia

Le reti di monitoraggio sono sistemi fisici assimilabili a grafi in cui un insieme di nodi (le *stazioni*) sono connessi tra loro per mezzo di archi doppiamente orientati. Nell'ambito della teoria dell'informazione, ciascuna stazione (nodo) può essere considerata una *sorgente d'informazione* ove, quest'ultima, è trasmessa attraverso ipotetici canali virtuali (archi) da un nodo all'altro. E' noto che le reti di monitoraggio sono progettate con un certo grado di ridondanza in modo da poter passare l'informazione nota a scala puntuale, cioè misurata nel nodo, alla scala areale. Tale salto di scala avviene sovrapponendo una griglia regolare all'area d'interesse e stimando nei punti della griglia i valori della variabile osservata nei nodi. La stima, in genere, avviene effettuando una media pesata dei valori osservati nei nodi che sono posti nell'intorno dei punti della griglia di stima.

I valori dei pesi dipendono dall'*intensità* della dipendenza spaziale che intercorre tra il punto della griglia e i nodi che lo circondano. Una delle metodologie più applicate per la previsione del valore di una variabile in un punto non campionato è la cosiddetta tecnica *IDW* (Inverse Distance Weighted) ossia *l'inverso della distanza pesata*. Nell'immagine sottostante vediamo il punto della griglia incognito circondato da alcuni nodi della rete di monitoraggio.

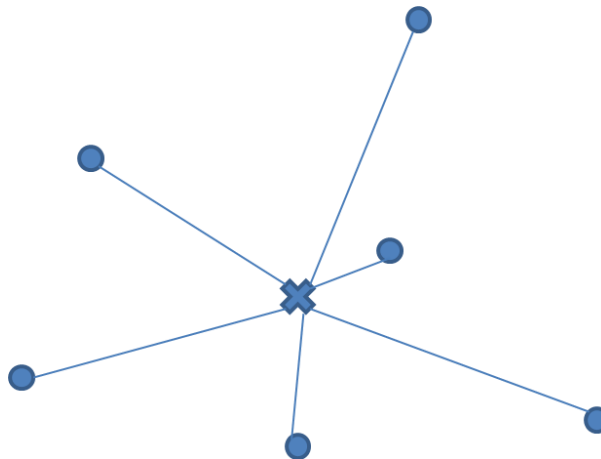


Figura 1: Punto incognito rappresentato con una croce circondato da nodi della rete di monitoraggio.

Nella metodologia IDW sono calcolate le distanze intercorrenti tra il punto di stima e i nodi della rete ricadenti in un intorno predefinito. Si sommano tali distanze e ciascuna di esse è standardizzata rispetto alla somma, quindi a ogni nodo è pre-moltiplicato il peso ottenuto al valore ivi osservato e la stima del nodo incognito è il risultato della media dei



valori pesati. Detto  $k$  il punto da stimare, e designati con l'indice  $i$ , i nodi della rete che attorniano  $k$ :

$d_{i,k}$  per  $i = 1, \dots, N$  è il vettore delle distanze invertite.

$x_i$  per  $i = 1, \dots, N$  è il vettore delle osservazioni negli  $N$  nodi della rete.

$\sum_{i=1}^N \frac{1}{d_{i,j}} = \hat{d}_k$ , è la somma delle distanze invertite utile alla standardizzazione del peso.

$x_k = \sum_{i=1}^N \frac{\frac{1}{d_{i,k}}}{\hat{d}_k} \cdot x_i$  è la stima del valore della variabile di interesse nel punto incognito.

La metodologia IDW è ampiamente utilizzata per effettuare stime (interpolazioni) spaziali, nonostante ne esistano di più elaborate, in quanto fornisce un ottimo rapporto tra l'affidabilità delle stime e la complessità computazione dell'algoritmo stesso. L'efficacia di tale metodo d'interpolazione risiede nel fatto che esso, implicitamente, suppone che la vicinanza tra le osservazioni e il punto da stimare indichi una forte intensità nella dipendenza spaziale. Tale ipotesi prende il nome di Legge di **Tobler** o *La legge della geografia*, e tutti i metodi d'interpolazione spaziale si basano in maniera più o meno esplicita su di essa.

Il fatto che, come accennato prima, il metodo IDW sia perfezionabile, sta a indicare che la distanza tra il punto incognito e i nodi d'osservazione della rete, seppur importante quale indicatore, non è unico. Pertanto, se si vuole ottenere una stima ancor più affidabile, altri elementi devono entrare in gioco nella definizione dei pesi da attribuire ai valori osservati. E' chiaro che questi nuovi elementi da considerare non sono assoluti ma dipendono strettamente dalla variabile che s'intende interpolare. Nel caso in specie, in cui le variabili d'interesse sono quelle climatologiche, un elemento che deve essere certamente preso in considerazione è la differenza di quota tra il punto da stimare e i rispettivi nodi della rete. La metodologia proposta, chiamata *IDW aumentato*, sarà implementata secondo lo schema riportato di sotto:

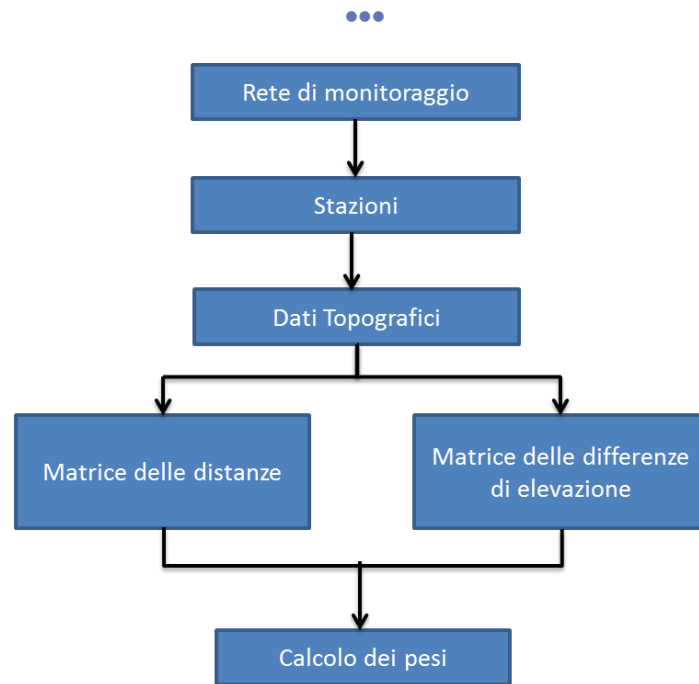


Figura 2.: Schema del metodo IDW aumentato.

Le matrici e i pesi seguiranno le formule riportate nel seguito secondo l'ordine gerarchico di applicazione:

<i>Media Pesata</i>	$\hat{x} = \sum_{i=1}^N W_{i,k} \cdot x_i$		(0)
<i>Calcolo del Peso</i>	$W_{ij} = \frac{1}{2} (\hat{d}_{i,j} + \widehat{\Delta h}_{i,j})$		(1)
<i>Calcolo delle distanze</i>	$\hat{d}_{i,j} = \frac{1}{\hat{d}_k} \frac{d_{i,j}}{d_k}$	<i>dato k</i> $j=1, 2, \dots, n$	(2)
	$\hat{d}_k = \sum_{i=1}^N \frac{1}{d_{i,k}}$	<i>dato k</i>	(3)
<i>Calcolo delle quote</i>	$\widehat{\Delta h}_{i,k} = \frac{1}{\Delta h_k} \frac{\Delta h_{i,k}}{\Delta h_k}$	<i>dato k</i> $j=1, 2, \dots, n$	(4)
	$\widehat{\Delta h}_k = \sum_{i=1}^N \frac{1}{\Delta h_{i,k}}$	<i>dato k</i>	(5)



I valori nei nodi saranno moltiplicati per i pesi  $W_{ij}$  e mediati (secondo l'equazione (0)) per ottenere la stima nel punto incognito. La metodologia è suscettibile di miglioramenti mediante l'introduzione di altri descrittori (topografici e non) quali la distanza dal mare oppure indicatori di correlazione tra stazioni.