



Controlli di qualità sulle serie pluviometriche e analisi spaziale

Luigi Mariani, Simone Gabriele Parsi

*Università degli Studi di Milano
DISAA - Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali*



I dati pluviometrici

Per il periodo 1950-2010 sono state acquisite dall'ARPAV due serie pluviometriche: la prima costituita da misure eseguite con strumentazione meccanica, la seconda da misure effettuate da strumenti di tipo automatico. Su tali dati sono state eseguite le seguenti operazioni:

- verifiche preliminari;
- assimilazione in tabelloni standard dei dati pluviometrici della rete ex Idrografico (227 stazioni meccaniche), con disaggregazione dei valori cumulati su più giorni;
- assimilazione dei dati pluviometrici della rete automatica (195 stazioni automatiche);
- validazione con eliminazione dei dati errati;
- ricostruzione dei dati giornalieri errati o mancanti.

Tali azioni sono descritte in dettaglio nei paragrafi che seguono.

Verifiche preliminari

A monte dell'analisi dei dati sono stati eseguiti alcuni controlli preliminari.

In primo luogo sono state controllate, ed eventualmente corrette, le denominazioni delle stazioni (a volte non univoche). Sono poi state accertate le coordinate e le quote delle stazioni storiche, verificando, ove possibile, la localizzazione delle stazioni tramite Google Earth. A lavoro ultimato è stata redatta un'anagrafica stazioni completa.

Sono state considerate il seguente numero di stazioni pluviometriche:

- 222 stazioni meccaniche della rete gestita dall'Ufficio Idrografico (periodo 1950-2009)
- 191 stazioni automatiche della rete gestita da ARPAV (periodo 1993-2010)

Validazioni dati

Per quanto riguarda la prima serie di dati, quella costituita da dati pluviometrici raccolti dall'Ufficio Idrografico, oltre alla casistica dei dati mancanti, sono state riscontrate alcune tipologie di dato che hanno richiesto delle pre-elaborazioni specifiche.

In tali serie, infatti, erano presenti dati di precipitazione cumulata, il cui totale di precipitazione caduta, cioè, risultava attribuito a 2 o più giorni anziché ad ogni singolo giorno. Sugli Annali idrologici questi dati, e il relativo periodo di riferimento, risultano chiaramente identificati da specifiche simbologie (fleg). Per questi casi, nell'ambito del presente lavoro, si è provveduto ad una loro disaggregazione sul periodo di riferimento. Ciò è stato attuato attribuendo, a ogni singolo giorno, un quantitativo del valore cumulato pesato sulla base del comportamento delle stazioni limitrofe.

Sugli Annali idrologici erano presenti, e segnalati con una specifica simbologia, anche dati di precipitazione interpolati o desunti (di fatto il concetto era lo stesso), in alcuni casi interpolati e cumulati su più giorni. Poiché questo tipo di dato è, di fatto, un dato mancante la cui ricostruzione era stata operata dai tecnici dell'Ufficio Idrografico sulla base delle precipitazioni occorse sulle stazioni circostanti, si è deciso di annullare tali dati trattandoli come "dati mancanti".

Ricostruzione dati mancanti

La ricostruzione dei dati mancanti è stata realizzata utilizzando i dati delle stazioni circostanti effettuando la media pesata con peso inversamente proporzionale al quadrato delle distanze e con distanza massima pari a 50 Km.

Geostatistica

La geostatistica in qualità di scienza delle variabili regionalizzate, per la realizzazione del presente atlante, si è proposto, come obiettivo, quello di

descrivere il comportamento spaziale delle variabili climatiche oggetto di studio, a partire dai dati puntuali propri delle stazioni meteorologiche. Metodi geostatistici semplificati (ad esempio medie pesate, triangoli di Thyssen, polinomiali, ecc.) sono in uso da vari decenni e, tuttavia, l'approccio geostatistico si è affinato negli anni sessanta per merito delle tecniche di kriging introdotte da Matheron (1963). Tali tecniche si fondano sullo studio delle relazioni spaziali esistenti tra i valori puntuali della variabile indagata, con lo scopo di pervenire ad uno stimatore esatto, e cioè a una superficie passante per tutti i punti noti. Fra i vantaggi delle tecniche di kriging è la disponibilità di indicatori che consentono di minimizzare l'incertezza del campo spaziale stimato.

A tale tecnica di base si possono poi aggiungere ulteriori tecniche di controllo di qualità quali la cross validation, che consiste nel sostituire i valori noti (dati di stazione) con valori ricostruiti con l'algoritmo prescelto e nel verificare l'entità dell'errore commesso in sede di ricostruzione.

Le tecniche di kriging possono fare ricorso a variabili spaziali accessorie, correlate alla variabile indagata e che rispetto ad essa risultino sovra-campionate (e cioè misurate in un maggior numero di punti); tutto ciò con lo scopo di affinare la definizione del campo spaziale.

La spazializzazione dei dati è stata effettuata tramite appropriate tecniche geostatistiche (Goovaerts, 1999) con particolare riferimento al kriging ordinario sui residui (regression kriging, di cui al pacchetto geostatistico GSTAT in ambiente R) ottenuto applicando alla variabile indagata il modello lineare lm1.

In vista dell'applicazione di tale modello sono state condotte regressioni multiple della variabile indagata rispetto alle seguenti possibili variabili correlate ricavate dal DTM della Regione Veneto, anche con l'ausilio di moduli topografici, idrologici e radiativi presenti nel software SAGA Gis:

- altezza sul livello del mare;
- esposizione e pendenza;
- indice di convergenza (algoritmo idrologico che, agendo sul DTM, individua le zone di compluvio e displuvio di un dato territorio);
- Channel Network Base Level (CNBL), indice topografico che calcola la distanza verticale fra la cella in esame ed il fondo del bacino idrografico cui afferisce (Bock e Kothe, 2009);
- indici di curvatura (misure del livello di concavità o convessità dell'orografia).

Le regressioni multiple fra le variabili indagate ed i regressori hanno messo in evidenza che nessuno di tali elementi è in grado di migliorare efficacemente la qualità dei semivariogrammi; si è rinunciato, pertanto, per le precipitazioni, all'impiego di variabili correlate.

L'analisi dei semivariogrammi e la successiva scelta delle funzioni di fitting dei medesimi hanno portato alla produzione delle carte finali, sempre corredate da un'analisi di cross validation per avere una misura della bontà delle spazializzazioni effettuate.

Trattamento spaziale dei dati pluviometrici e produzione di cartografie

Le analisi svolte hanno portato alla produzione di dati puntuali che non rappresentano in modo adeguato la variabilità spaziale dei fenomeni. Per ovviare a tale problema ed ottenere cartografie dei campi pluviometrici si è seguita la procedura standard che prevede:

- l'esecuzione di un gridding, cioè il passaggio da valori puntuali irregolarmente distribuiti a valori riferiti a punti di un grigliato regolare;
- la restituzione grafica dei dati attraverso software GIS.

Algoritmo di kriging ordinario previa analisi del semivariogramma.

La spazializzazione dei dati pluviometrici è stata effettuata con l'utilizzo di kriging ordinario per mezzo di script R.

L'analisi preliminare del semivariogramma ha denotato delle forme diverse nella distribuzione delle piogge tra stagione invernale, primaverile/autunnale ed estiva.

La forma diversa dei semivariogrammi è imputabile al fatto che le precipitazioni si distribuiscono in modo diverso sul territorio in funzione delle stagioni. Nella stagione estiva spiccano gli eventi temporaleschi sulla fascia alpina e prealpina, mentre nelle stagioni intermedie si acuisce il massimo precipitativo dell'area prealpina mentre si riduce la piovosità nella fascia endoalpina e pianeggiante (**figura 44**). Il minimo endoalpino spicca in modo particolare durante la stagione invernale.

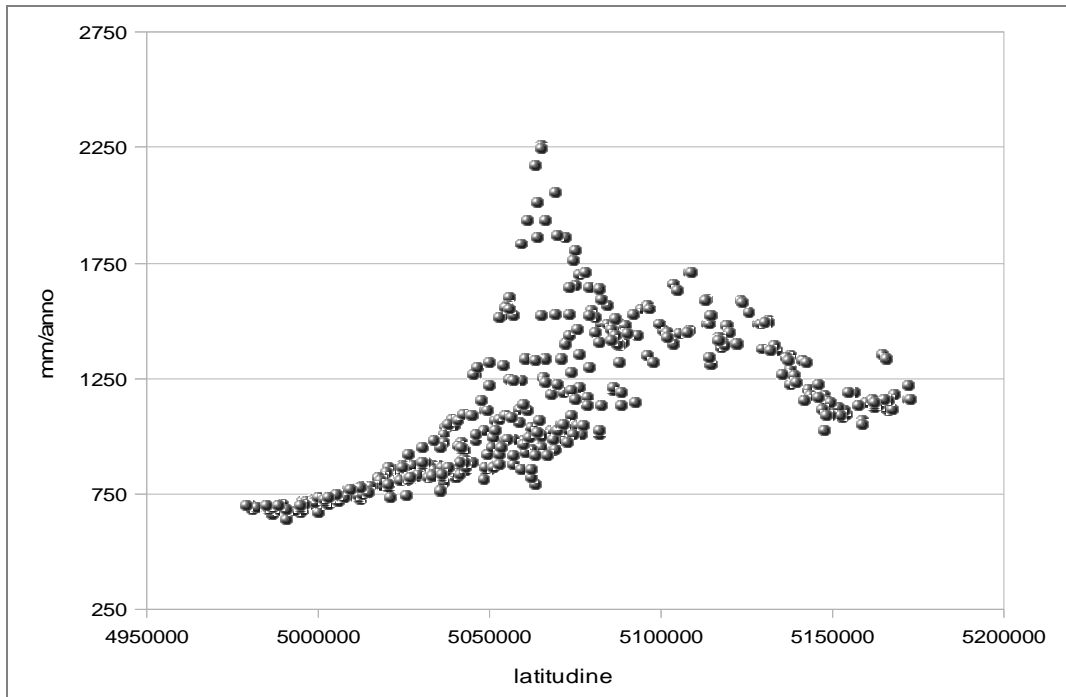


Fig.44 – Correlazione tra latitudine (sistema Gauss-Boaga) e piovosità media annua (1951 - 2010)