



**Metodi di analisi delle serie storiche per l'identificazione  
della variabilità climatica**

*Prof. Antonio Berti*

*Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni vegetali  
Università degli Studi di Padova*



L'analisi di una serie storica di dati climatici richiede innanzitutto che si valuti se la variabile studiata ha una dinamica nel tempo e, se la risposta è positiva, in che modo essa varia.

Concettualmente la variazione temporale di un parametro come la temperatura può essere lineare o presentare dei 'punti di rottura' (breakpoints) che suddividono l'andamento in diverse fasi, caratterizzate da una stabilità del parametro o da tassi di variazione differenti.

Frequentemente le serie storiche vengono analizzate tramite interpolazione di un modello lineare. Se la regressione risulta significativa, la pendenza della retta, che rappresenta il tasso di variazione della variabile studiata, è diverso da 0 e quindi si può concludere che c'è stata una variazione nel corso del periodo analizzato. Questo approccio, pur avendo il vantaggio di essere semplice e basato su tecniche statistiche ben conosciute, presenta alcuni aspetti critici. Innanzitutto la variabilità climatica interannuale è spesso tale da determinare una variabilità degli scarti dalla regressione tale da mascherare l'eventuale trend di variazione dei dati; inoltre se la variazione climatica presenta andamenti diversi nel periodo analizzato (ad esempio se a una fase di stabilità segue un periodo di marcato aumento del parametro), il valore ottenuto del trend è un valore medio che non rappresenta realmente il comportamento del sistema. Va inoltre ricordato che un eventuale trend lineare non può mai essere estrapolato al di fuori del periodo considerato nell'analisi senza incorrere nel rischio di gravi errori previsivi.

Una migliore descrizione delle evoluzioni climatiche può essere ottenuta introducendo il concetto di discontinuità, che tiene conto della forte inerzia di sistemi complessi come quello atmosferico. In presenza di un qualche fattore di perturbazione, infatti, la risposta climatica può essere per un certo tempo non apprezzabile, per poi evidenziare un rapido cambiamento di stato, verso una variazione della variabile analizzata, che può eventualmente raggiungere un nuovo livello di equilibrio. Questo tipo di comportamento può essere espresso sostanzialmente con due tipi di approcci: a) metodo a flat-step; b) piecewise regression. Con il primo approccio la serie storica viene segmentata in sottoperiodi ognuno con una sua media della variabile. Il passaggio da una media all'altra identifica il punto di discontinuità (breakpoint), che può essere caratterizzato da un intervallo fiduciale. In realtà il passaggio da un valore di media all'altro non è mai repentino e si osserva generalmente una fase di rapida variazione del parametro (in aumento o diminuzione) inframmezzata tra due stati di relativa stabilità. Il breakpoint tende ad identificare il punto medio della fase di transizione da uno stato all'altro, mentre i valori medi antecedente e posteriore alla transizione rappresentano due livelli stazionari. Il metodo, quindi, identifica chiaramente le variazioni della normale climatica dell'ambiente considerato, mentre non fornisce un'informazione diretta sulla velocità di transizione da uno stato all'altro.

La piecewise regression separa invece la serie storica in sottoperiodi caratterizzati da trend costante, identificando i momenti in cui iniziano le fasi di transizione. In confronto al metodo precedente essa fornisce l'informazione sulla variazione del trend, mentre non permette di identificare direttamente le normali climatiche.

L'analisi delle serie storiche di temperatura della Regione Veneto è stata effettuata considerando i seguenti tre approcci:

regressione lineare (trend costante nel periodo considerato);

flat-step (presenza di breakpoints con differenti normali climatiche all'interno del periodo);

piecewise regression (presenza di breakpoints che suddividono periodi con diverso trend).

L'identificazione dei flat-step è stata effettuata impiegando la libreria Strucchange del software R (Bai e Perron, 2003) , mentre per le piecewise regressions si è impiegato il software proposto da Tom e Miranda (2004) .

Il confronto tra i tre modelli è stato effettuato utilizzando l'Akaike Information Criterion (AIC) (Burnham & Anderson, 2002) e gli Akaike weights derivati dall'AIC.

L'AIC tiene conto contemporaneamente dell'adattamento del modello (espresso dalla varianza residua del modello stesso) e del numero di parametri impiegati nel modello stesso. All'aumentare del numero di parametri, l'adattamento del modello migliora; ogni parametro aggiuntivo ha però un 'costo', impiegando parte dell'informazione dei dati per la sua stima. L'AIC identifica tra tutti i modelli concorrenti quello con il miglior rapporto tra spiegazione del fenomeno (minor varianza residua) e semplicità (espressa dal numero di parametri) evidenziando, per ogni stazione, se è presente un breakpoint e il tipo di relazione più opportuno per la descrizione del suo andamento temporale.

Le stazioni della rete Veneta hanno messo in evidenza una variazione delle temperature situato nella seconda metà degli anni '80. L'andamento è generalmente ben descritto da un modello a flat-step; ciò indica un passaggio da una fase di relativa stabilità ad un nuovo equilibrio. La significatività delle relazioni trovate indica come sul territorio si sia passati da una prima normale climatica antecedente al break a nuovi valori posteriori, significativamente diversi dai precedenti.

## **Bibliografia**

Bai J., Perron P. (2003), Computation and Analysis of Multiple Structural Change Models, *Journal of Applied Econometrics*, 18, 1- 22.

Burnham KP & Anderson DR (2002). *Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach*. Springer & C., New York, USA.

Tom A.R., Miranda P.M.A. (2004), Piecewise linear fitting and trend changing points of climate parameters. *Geophys Res Lett* 31: L02207