

INDICAZIONI DEGLI SCENARI CLIMATICI FUTURI SU SCALA LOCALE PER GLI AGROECOSISTEMI

Moriondo M.¹, Crisci A.², Bindi M.¹, Meneguzzo F.².

¹Dipartimento di Scienze Agronomiche e Gestione del Territorio Agroforestale, UNIFI, Firenze

²Istituto di Biometeorologia – IBIMET-CNR Via G. Caproni, 8 – Firenze

Riassunto

Gli scenari climatici futuri ottenuti a partire dalle simulazioni dei Global Circulation Models (GCMs) presentano tutt'oggi dei limiti di risoluzione spaziale quando devono essere applicati per valutare gli impatti dei cambiamenti climatici a livello locale. La possibilità di una valutazione realistica degli impatti è quindi legata alla capacità di sviluppare tecniche di downscaling che, a partire dagli output dei GCMs, forniscano valori realistici per i principali parametri di interesse agrometeorologico (es. temperatura, precipitazioni, ecc.). In questo lavoro sono state valutate le performance di due tecniche di “downscaling empirico” per la simulazione della temperatura minima e massima della stazione di Firenze per il periodo 1990-2000. Sono state poi generate le serie future simulate (2000-2090) di alcuni parametri utili per la valutazione d'impatto sui sistemi agricoli: “Growing Degrees Day” ($T_{media} > 10^{\circ}C$) e “durata periodi piovosi” per la stagione primaverile (aprile-maggio-giugno).

Introduzione

Il sistema agricolo è particolarmente sensibile ai cambiamenti climatici e la stima delle risposte a questo cambiamento è importante per valutare la produttività delle colture nel periodo futuro. La possibilità di generare scenari climatici attendibili è quindi un passo fondamentale per valutare l'impatto del “global change” in agricoltura. Al momento i Global Circulation Models (GCMs) rappresentano lo stato dell'arte per ciò che concerne la predizione del clima futuro a scala globale ma tuttavia la risoluzione di tali modelli (~300 Km X ~300 Km) non è sufficiente per definire a scala locale i possibili effetti del global change. Per compensare questa lacuna ci si affida a metodologie di downscaling che, sulla base degli output del GCM, riescono a simulare il trend climatico a scala locale. Tra le tecniche più diffuse c'è il downscaling *empirico*. Tale approccio si avvantaggia del fatto che i GCMs forniscono ottime simulazioni di variabili a grande scala in quota. Si definiscono quindi le relazioni, o tecnicamente funzioni di trasferimento, tra tali variabili, definite predittori, ed i parametri osservati a terra, detti predittandi. Queste relazioni, una volta calibrate, vengono applicate ai parametri simulati negli scenari futuri al fine di ottenere la simulazione dei parametri a terra. In particolare le reti neurali si sono rivelate uno strumento particolarmente utile per ottenere funzioni di trasferimento per la loro capacità di individuare le relazioni non-lineari che intercorrono tra i predittori e i predittandi. Attualmente nell'ambito del progetto CLIMAGRI, coordinato dall'UCEA, Ufficio Centrale di Ecologia Agraria, è stata utilizzata un'altra metodologia di downscaling empirico. Questa si basa sulla calibrazione di un fattore di proporzionalità, tramite regressione, fra i valori delle serie reali e quelle delle serie degli scenari. L'applicazione di questo fattore alle serie di scenario sul punto di stazione permetterà successivamente di ottenere le serie di scenario calibrate. Scopo di questo lavoro è di valutare le performance delle 2 diverse tecniche di downscaling empirico.

Materiali e metodi

In questo lavoro sono state utilizzate 2 tecniche di downscaling: la prima utilizza parametri di circolazione globale come predittori della temperatura, la seconda effettua la calibrazione di un fattore di proporzionalità fra dati osservati e dati simulati dal GCM. Per la prima metodologia sono stati utilizzati i seguenti set di dati:

- Temperatura minima e massima giornaliera della stazione di Firenze Ximeniano (11.25° long E, 43.75° lat N) dal 1948 al 2000.
- Variabili osservate di circolazione globale a grande scala per il periodo 1948-1990. I dati sono stati ottenuti dalla reanalysis del National Center for Atmospheric Research NCEP-NCAR. In particolare sono stati utilizzati i valori giornalieri di altezza geopotenziale a 500 e 850 hPa (HGT500, HGT850) e la pressione a livello del mare (MSLP).
- Variabili di circolazione globale a grande scala simulate da un GCM HadCM3 (Johns *et al.*, 2003) per il periodo 1990-2000 e 2086-2100 per il punto di griglia più vicino a Firenze. Per il periodo 2086-2100 sono stati presi in considerazione gli scenari IPCC A2 e B2 (emissioni alte e medio alte di gas serra rispettivamente).

Al fine di ottenere una funzione che leghi parametri di circolazione globale e temperatura osservata è stato sviluppato un modello a rete neurale avente come dati in input le variabili HGT500, MSLP e la differenza fra HGT500 e HGT850 e come output T_{min} e T_{max} . La funzione di trasferimento è stata applicata agli stessi parametri di circolazione globale simulati dal GCM per il periodo 1990-2000 ed i risultati sono stati confrontati con i dati osservati. Una volta validata, tale funzione è stata utilizzata per calcolare T_{min} e T_{max} nel periodo 2086-2100 sulla base dei parametri di circolazione globale simulati dal GCM negli scenari A2 e B2

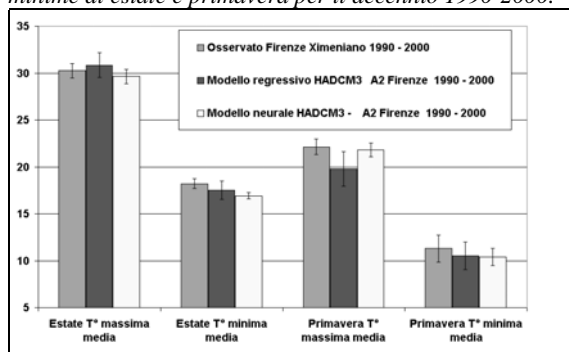
La seconda metodologia consiste essenzialmente in una regressione lineare applicata direttamente sulle serie giornaliere dello scenario. Il risultato è quello di ottenere una serie meteorologica per il sito o per l'insieme dei siti di interesse. Le serie ottenute

mantengono intatte le proprietà delle serie di scenario per l'area geografica in esame, poiché non vengono utilizzati operatori matematici di tipo non lineare o di natura stocastica. La regressione fra le serie serve per ottenere un fattore che ci indica la proporzionalità fra i valori delle serie reali e quelli delle serie di scenario. L'applicazione di questo fattore alle serie di scenario interpolata sul punto di stazione ci permetterà successivamente di ottenere le serie di scenario calibrate. Le serie calibrate presentano da una parte quasi completamente la variabilità degli estremi e le medie dei parametri tipiche del sito, dall'altra risultano caratterizzate dalle tendenze a lungo termine contenute nello scenario HadCM3.

Risultati

Per la brevità della comunicazione presente presentiamo due esempi di risultati di questa ricerca: il primo relativo al confronto fra modelli e il secondo relativo al tipo di indicazioni fornite dagli scenari ottenuti da HadCM3. La scelta del formato stagionale per il confronto rappresenta una scala ottimale per la stima degli impatti relativi ai mutamenti climatici in agricoltura. Quello che emerge dalla figura 1 è che la performance di una calibrazione a livello locale di una serie da scenario dipende non solo dal parametro ma anche dalla stagione. I modelli non lineari, come quelli neurali, tendono a dare un risultato molto più preciso in termini di variabilità per la loro flessibilità, ma sono superati come precisione di stima da quelli lineari nelle calibrizioni di parametri dove il fattore locale è determinante, come nel caso della stima della temperatura minima.

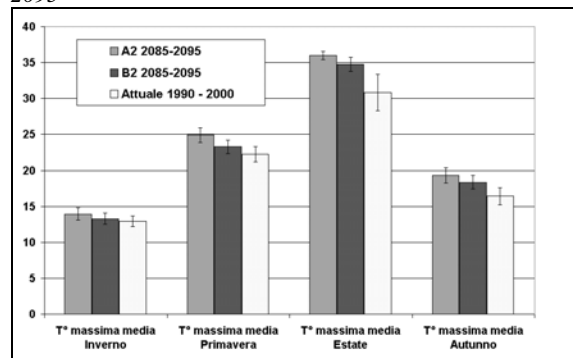
Fig.1 – Confronto fra le medie delle temperature massime e minime di estate e primavera per il decennio 1990-2000.



Per questo il problema della precisione nel downscaling rimane aperto e l'applicazione del tipo di modelli da utilizzare va valutato in funzione del sito oggetto di analisi e delle esigenze specifiche di ricerca a cui trasferire i dati.

Le simulazioni di scenario HadCM3 per le aree italiane recepiscono la forzante dell'aumento dei gas serra con un aumento generale delle temperature massime (Figura 2) per tutte le stagioni, con intensità proporzionale alla severità delle ipotesi sul trend di emissioni in atmosfera. L'ipotesi A2 risulta peggiore di quella B2, ed è legata ad uno sviluppo industriale

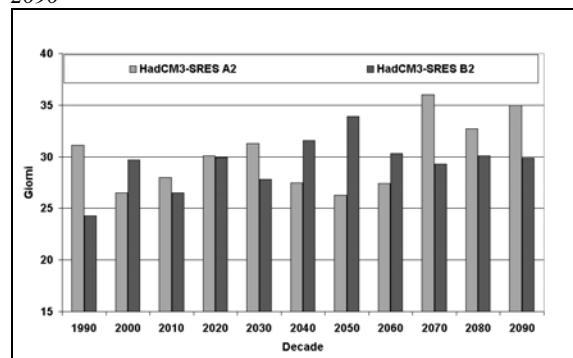
Fig.2 – Confronto fra le medie delle temperature massime stagionali per Firenze Ximeniano 1990-2000 /2085-2095



ancora basato su un'economia di mercato che mantiene un largo uso di combustibili fossili.

Lo stesso vale per le precipitazioni dove le condizioni di aridità primaverile, rappresentate in figura 3 dalla media decennale della somma dei giorni non piovosi consecutivi, sembrano offrire delle prospettive non fauste per il sistema agricolo dell'Italia centrale, dove l'anno 2003, con il suo carico di difficoltà legate all'andamento climatico, sembra un esempio di quello

Fig.3 – Evoluzione simulata HADCM3 calibrato dei giorni non piovosi consecutivi primaverili 1990 – 2090



prospettato da queste simulazioni.

Conclusioni

I risultati evidenziano allo stesso tempo la necessità e le difficoltà di sviluppare dei metodi di "downscaling" in grado di riprodurre in modo corretto le caratteristiche delle condizioni climatiche previste per le prossime decadi. In particolare per le applicazioni agrometeorologiche risulta particolarmente importante la capacità di riprodurre in modo adeguato le condizioni climatiche estreme che si verificano a livello locale.

Bibliografia

Johns, T.C., J.M. Gregory, W.J. Ingram, C.E. Johnson, A. Jones, J.A. Lowe, J.F.B. Mitchell, D.L. Roberts, D.M.H. Sexton, D.S. Stevenson, S.F.B. Tett, and M.J. Woodage, 2003. "Anthropogenic climate change for 1860 to 2100 simulated with the HadCM3 model under updated emissions scenarios". Climate Dynamics, DOI 10.1007/s00382-002-0296-y.