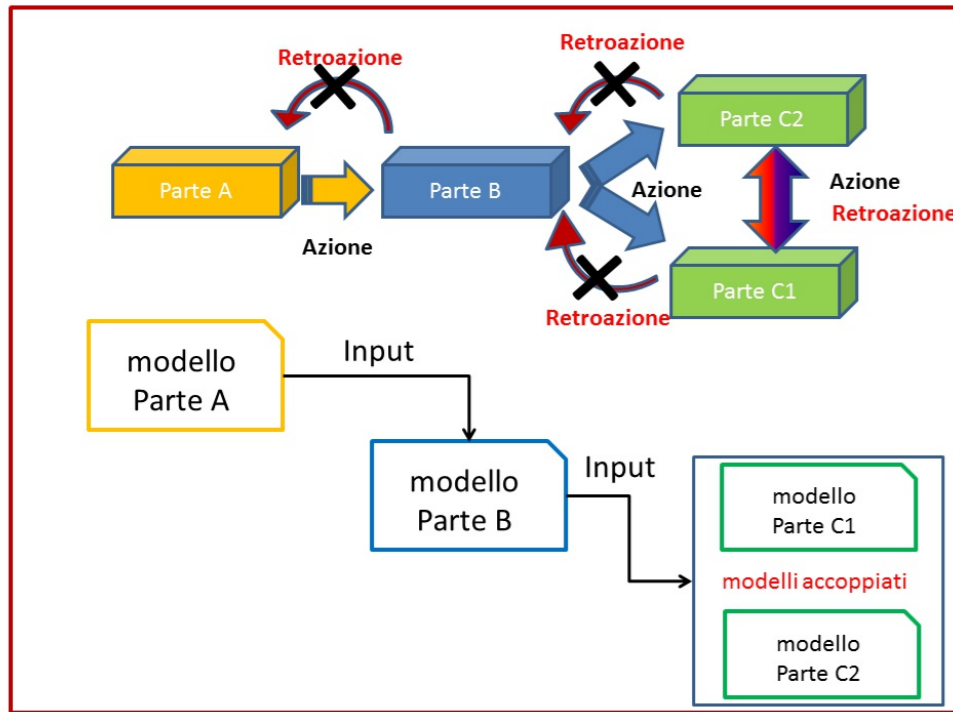


Tecniche di integrazione modellistiche per la simulazione degli impatti dei cambiamenti climatici globali a scala regionale e sub-regionale

Introduzione

Tra gli argomenti di maggior interesse che riguardano i cambiamenti climatici, vi sono le tecniche di adattamento o resilienza nei confronti degli impatti, che tali cambiamenti produrranno sul tessuto produttivo a scala regionale. La stesura di piani di adattamento ai cambiamenti climatici, che in Italia coinvolge anche politiche di governance a livello regionale, necessita di simulazioni degli impatti, causati dalle variazioni del clima futuro, sui diversi settori produttivi, con una risoluzione spaziale utile alla pianificazione locale. In questo contesto è necessario considerare metodologie di integrazione modellistiche che permettano di impiegare al meglio i vantaggi di tutte le componenti per realizzare simulazioni d'impatto verosimili.



Modelli diversi per ambiti distinti ma una sola sintesi

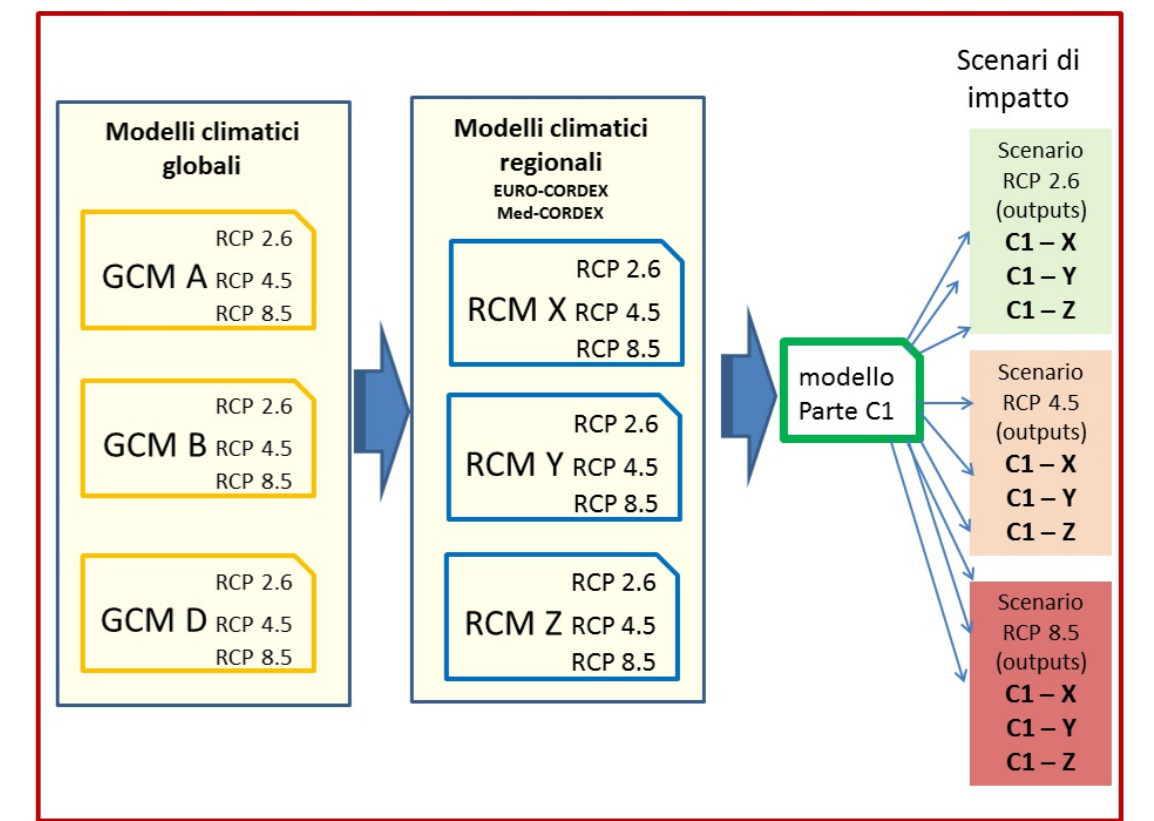
Allo stato attuale la comunità dei climatologi e dei modellisti del cambiamento climatico globale ha raggiunto un elevato grado di consapevolezza delle problematiche connesse alla simulazione dell'evoluzione del sistema clima e all'interpretazione dei risultati prodotti. Inoltre la modellistica climatica ad area limitata è riuscita a raggiungere risoluzioni spaziali utili a mettere in evidenza disomogeneità climatiche a livello sub nazionale. In tale comunità i concetti di ensemble, di scenario e di livello di significatività di un insieme di simulazioni sono consolidati. D'altro canto, i gruppi di ricerca che si occupano della simulazione dei processi produttivi complessi, dipendenti dalle condizioni ambientali su scala regionale, hanno sviluppato modelli particolarmente raffinati che riescono ad integrare la molteplicità degli input necessari alla simulazione e la complessa rete di mutue azioni e retroazioni che sono tipiche dei sistemi complessi. Tali modelli beneficiano di basi dati descrittive di condizioni ambientali locali, rispetto alle quali il modello ha una sensibilità elevata almeno quanto quella rispetto ai determinati meteorologici e climatici. Pertanto è essenziale riuscire ad impiegare sinergicamente questi due punti di forza della modellistica, per giungere alla quantificazione dei possibili impatti del cambiamento climatico su settori produttivi di interesse regionale.

Un possibile approccio

Simulare a lungo termine l'evoluzione di un sistema complesso è quasi sempre impossibile, ma riuscendo a ridurre l'elevato numero di azioni, e soprattutto retroazioni, che lo caratterizzano allora si può adottare un approccio a cascata. Con questa modalità gli output modellistici di una parte del sistema vengono utilizzati come input per la modellazione di altre componenti, fino a giungere a simulare l'evoluzione di quel sottoinsieme del sistema a cui si sta rivolgendo l'attenzione.

Perciò, utilizzando le simulazioni climatiche globali, che inevitabilmente sono limitate in risoluzione spaziale e nel tipo di processi fisici e chimici completamente risolti, ed applicando la tecnica modellistica ad area limitata è possibile giungere a proiezioni climatiche su scala regionale, che hanno maggiore risoluzione spaziale. In questo caso le retroazioni, verso la scala globale del clima regionale, non vengono prese in considerazione. Lo stesso metodo può essere applicato nella simulazione della crescita culturale di piante di interesse economico, per esempio in ambito agricolo. In questo caso l'evoluzione climatica alla scala regionale viene impiegata per alimentare i modelli agronomici. Questi ultimi considerano tra gli input le caratteristiche dei terreni sui quali vengono condotte le coltivazioni ed anche le azioni umane necessarie per ridurre lo stress delle piante, ad esempio con irrigazioni o concimazioni. A questo stadio della modellazione, gli effetti delle colture o dell'uso del suolo verso il clima a scala regionale non vengono tenuto in conto.

Ad ogni modo, fintanto che le retroazioni sono effettivamente marginali per il sistema a monte, il risultato finale dell'esecuzione a cascata dei modelli porta a dei risultati utili. Lo schema in figura mostra come a partire da scenari globali di evoluzione climatica, conseguenti da diverse ipotesi sui forzanti radiativi, sia possibile giungere ad una simulazione d'impatto su un particolare settore produttivo, o meglio ancora prodotto di settore.



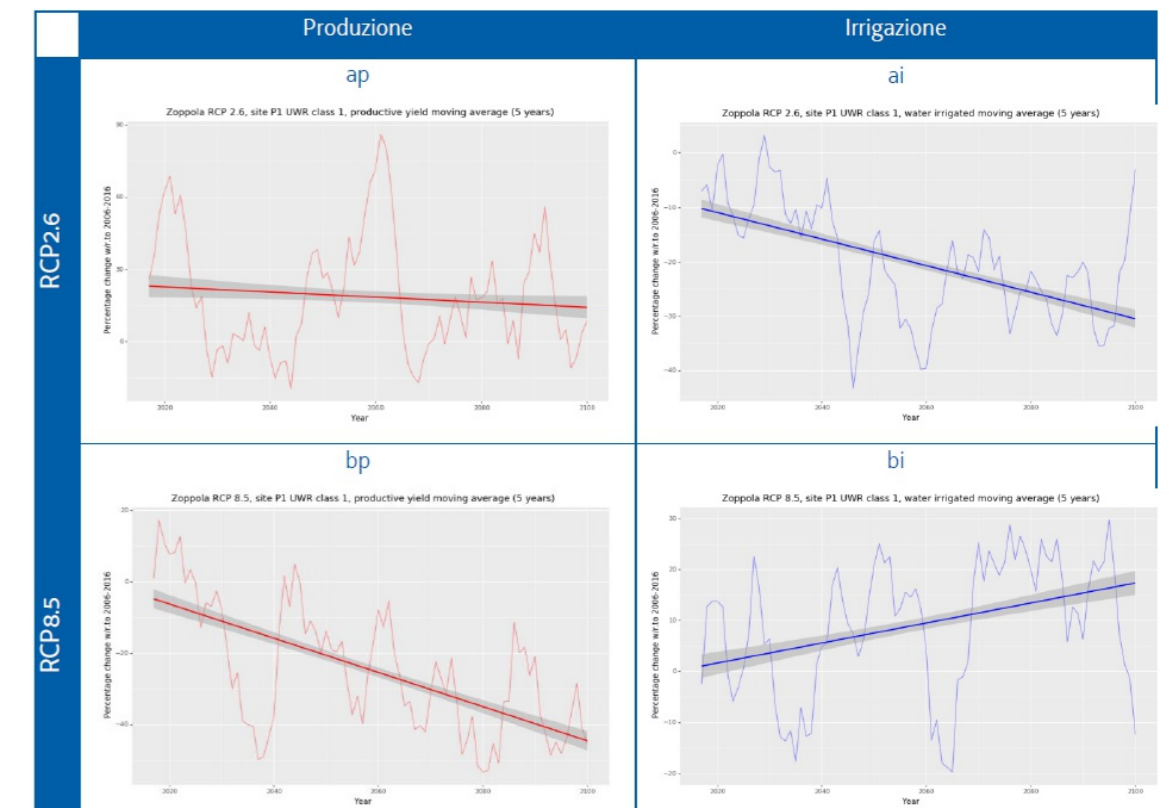
Nome modello (GCM_RCM)	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
CNRM-CM5_CCLM4-8-17	-	X	X
CNRM-CM5_RCA4	-	X	X
EC-EARTH_CCLM4-8-17	X	X	X
EC-EARTH_HIRHAM5	X	X	X
EC-EARTH_RACMO22E	X	X	X
EC-EARTH_RCA4	X	X	X
HadGEM2-ES_CCLM4-8-17	-	X	X
HadGEM2-ES-ICTP-RsgCM4	-	-	X
HadGEM2-ES_RACMO22E	X	X	X
HadGEM2-ES_RCA4	X	X	X
IPSL-CM5A-MR_RCA4	-	X	X
MPI-ESM-LR_CCLM4-8-17	-	X	X
MPI-ESM-LR_RCA4	X	X	X
MPI-ESM-LR_REMO2009	X	X	X



Applicazione del metodo in Friuli Venezia Giulia

Con questa consapevolezza, l'ARPA FVG [1], per conto della Regione FVG, ha recentemente coordinato uno studio conoscitivo [2] sugli impatti dei cambiamenti climatici a scala regionale, nell'ambito del quale sono state applicate tecniche di integrazione degli scenari, di cambiamenti climatici globali, in modelli di crescita culturale e di consumo energetico, utilizzando le simulazioni ad alta risoluzione spaziale della base dati EURO-CORDEX [3]. L'elenco di quelli impiegati e presentato nella figura.

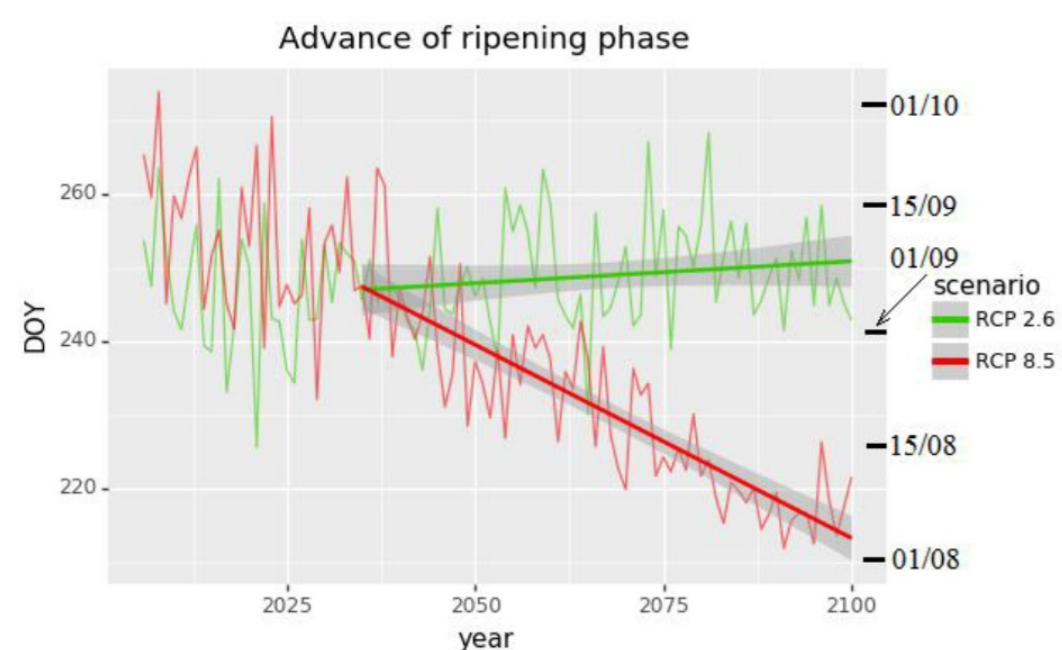
Sono stati realizzati ensemble di run di modelli aventi per oggetto sistemi biologici o di utilizzo energetico a partire da un insieme di output di modello climatici alla scala regionale. In molti casi l'input meteorologico si è concretizzato in serie temporali, mentre in altri casi sono stati utilizzati dei campi atmosferici al livello superficiale.



Alcuni risultati sulla produzione di mais

Le simulazioni di impatti, riguardanti la resa produttiva del mais e la richiesta idrica di tale coltivazione, sono state eseguite applicando il modello di crescita culturale SEMola, sviluppato dall'Università di Udine [4], ed hanno tenuto conto del tipo di suolo [5]. Sono stati scelti tre tipi di terreno, le cui caratteristiche pedologiche derivano dalla base dati realizzata nel comune di Zoppola (PN). Nello specifico si tratta dei terreni aventi diversi valori di percolazione: il tipo altamente drenate, contraddistinto dal codice UWR1, il tipo con elevata ritenzione idrica, che viene indicato con la sigla UWR3, ed infine il tipo a percolazione intermedia che è lo UWR2.

Come esempio sono mostrati gli impatti dei cambiamenti climatici sulla coltivazione del mais (Zea Mays) su terreni di tipo UWR1, ovvero ad elevata percolazione. Le serie temporali mostrano la media mobile, su 5 anni, delle variazioni percentuali, rispetto al periodo di riferimento 2006-2016, di produzione massa/ettaro per lo scenario RCP2.6 (ap) e per lo scenario RCP8.5 (bp); di irrigazione volume/ettaro per lo scenario RCP2.6 (ai) e per lo scenario RCP8.5 (bi). Le rette di regressione lineare sono riportate con la fascia scura indicante l'area del grafico con livello di confidenza del 95%.



Scenari evolutivi delle fasi fenologiche della vite

Gli impatti sulla vite (Vitis vinifera) sono stati affrontati considerando le fasi fenologiche della pianta. Nello specifico, utilizzando le caratteristiche del vitigno Tocai Friulano, sono stati calcolati i gradi giorno secondo la definizione classica, nella quale la temperatura soglia è fissata a 10 gradi centigradi. Il calcolo è stato eseguito sulla base delle serie temporali simulate da cinque modelli EURO-CORDEX, per entrambe gli scenari RCP2.6 e RCP8.5.

Infatti, esiste una robusta correlazione tra la grandezza agrometeorologica gradi giorno, indicata anche con l'acronimo GDD (Growing Degree-Day), lo stato di avanzamento della crescita delle piante ed il raggiungimento delle fasi fenologiche che ne determinano le fasi della vita [6][7].

Pertanto, per ciascun anno del XXI secolo, sono state calcolate le giornate dell'anno nelle quali le principali fasi fenologiche del vitigno scelto vengono raggiunte. In estrema sintesi gli effetti della sostanziale differenza nei trend delle temperature medie giornaliere, che i due scenari, RCP2.6 e RCP8.5, prospettano a partire dal 2030 circa, si concretizzano nel progressivo anticipo di tutte delle fasi fenologiche, nel caso venga considerato lo scenario a maggior riscaldamento globale (RCP8.5).

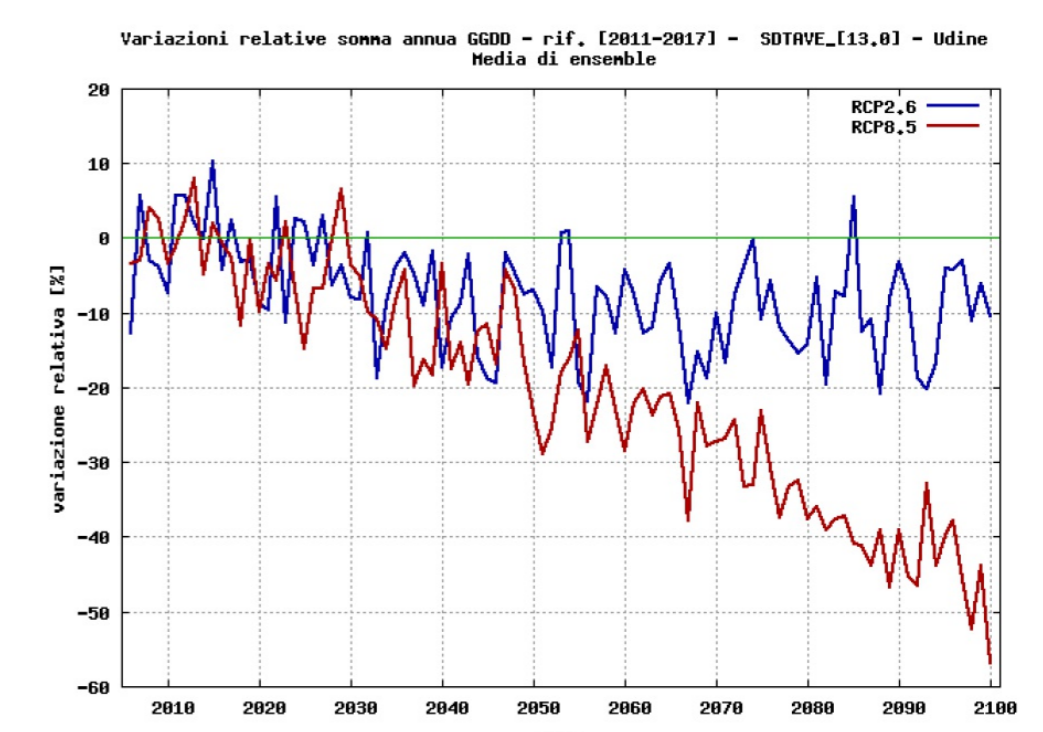
Alcuni risultati sul consumo energetico domestico per riscaldamento e raffrescamento

L'energia utilizzata per il riscaldamento delle civili abitazioni è funzione delle variazioni delle condizioni atmosferiche in cui gli edifici saranno immersi negli anni a venire. A partire dagli scenari climatici per l'intero XXI secolo, generati tramite modelli atmosferici (EURO-CORDEX), sono stati valutati gli impatti sul consumo di metano per il riscaldamento di una civile abitazione nella pianura della regione Friuli Venezia Giulia

I risultati mostrano che le variazioni si collocano entro un intervallo di possibilità, che dipendono dal tipo di scenario climatico futuro: RCP8.5, di sicuro e considerevole riscaldamento, e RCP2.6, di moderato innalzamento delle temperatura media del pianeta.

Il cambiamento climatico in atto ci farà risparmiare sulla bolletta del gas. Nel caso moderato RCP2.6 potremmo immaginare una riduzione del consumo energetico del 10%, a partire dal 2030. Invece nel caso RCP8.5, il risparmio sarà progressivo nel corso degli anni che seguiranno il 2030, sino al 50% di fine secolo.

Un'analoga stima dei costi per la climatizzazione estiva, che assume la proporzionalità tra il consumo energetico estivo e l'aumento della temperatura dell'aria in cui saranno immerse le abitazioni, indica che dal 2030 al 2070 raddoppieremo i consumi, inoltre verso fine secolo potrebbero essere perfino quattro volte le attuali.



Bibliografia e Sitografia

- [1] ARPA FVG <http://cmsarpa.regione.fvg.it/cms/>
- [2] Studio Conoscitivo dei Cambiamenti Climatici e di alcuni loro Impatti in Friuli Venezia Giulia (2018) http://www.osmer.fvg.it/clima/clima_fvg/03_cambiamenti_climatici/01_REPORT_cambiamenti_climatici_e_impatti_per_il_FVG/impattiCCinFVG_marzo2018.pdf
- [3] EURO-CORDEX - Coordinated Downscaling Experiment - European Domain <https://www.euro-cordex.net/>
- [4] Danuso F., Rocca A., (2014) -. SEMola: a simple and easy modelling language. Ecological Modelling, 285C (2014), pp. 54-77. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2014.04.012
- [5] ERSa-SIP (2017) -Sistema Informativo Pedologico dell'Agenzia Regionale per lo Sviluppo Rurale <http://www.ersa.fvg.it/tematiche/suoli-e-carte-derivate/informazioni-generalisistema-informativo-pedologico>
- [6] ERSa-BBCH (2017) Scheda fenologia vite: descrizione BBCH ed equivalenza con Baggioolini. <http://www.ersa.fvg.it/difesa-e-produzione-integrata/difesa-integrata-obbligatoria/bollettini-fitosanitari/vite>
- [7] ERSa-SIP (2017) - <http://www.ersa.fvg.it/tematiche/suoli-e-carte-derivate/informazioni-generalisistema-informativo-pedologico> - Sistema Informativo Pedologico dell'Agenzia Regionale per lo Sviluppo Rurale