

COSTRUZIONE DI SCENARI CLIMATICI FUTURI AD ALTA RISOLUZIONE DESTINATI ALLO STUDIO DEL LORO EFFETTO SULL'AGRICOLTURA ITALIANA

ALFONSO CRISCI(*), BERNARDO GOZZINI(*), MASSIMILIANO PASQUI(*), GAETANO ZIPOLI(*)
*IBiMet CNR, Istituto di Biometeorologia, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Firenze

INTRODUZIONE

Recenti studi di analisi generale delle osservazioni dimostrano che l'incremento medio globale della temperatura superficiale del globo terrestre dal 1900 ad oggi è stimato intorno a 0.6°C

Questo non può essere attribuito se non in misura del tutto trascurabile a cause naturali quali la variazione dell'irraggiamento solare e dell'aerosol vulcanico nella stratosfera come si evince dallo schema della figura di seguito.

Le cause riconosciute ormai senza dubbio sono l'incremento della concentrazione dei gas clima-alteranti o gas-serra come l'anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), ossido di azoto (N₂O), e per esempio dall'aerosol in forma di solfati, derivanti dalle attività umane. Per una migliore comprensione del fenomeno, il WMO (World Meteorological Organization) ed il UNEP (United Nations Environment Programme) hanno costituito nel 1988 l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) che ha prodotto il suo primo rapporto nel 1990. Dopo circa dieci anni nell'ultimo rapporto uscito nel 2001 si conferma l'esistenza di un discernibile effetto umano sul clima globale. Il cambiamento climatico globale produce altri significativi effetti sull'ecologia generale a tutte le scale: variazione eccessivamente rapida (generalmente in senso positivo) della temperatura superficiale, aumento del livello del mare, alterazioni della circolazione atmosferica e oceanica, variazioni della frequenza ed intensità degli eventi estremi. La maggior parte di queste alterazioni che coinvolgono principalmente la variabilità climatica saranno potenzialmente dannose nei confronti dell'economia e dello sviluppo umano.

Su scala locale uno dei fenomeni più sensibili sarà la migrazione e/o l'estinzione delle popolazioni di flora e di fauna che meno riusciranno ad esprimere delle strategie di adattamento. Lo stesso discorso vale ad una scala più grande, quella regionale, per le operazioni colturali in agricoltura che dovranno essere modificate per adattarsi al differente clima ed alle nuove colture che saranno introdotte. L'introduzione delle tecniche aridocoltura, atte a limitare il consumo idrico, in territori dove non veniva praticata rimane un esempio importante anche per le nostre regioni.

Il progetto CLIMAGRI nasce con lo scopo di migliorare e aumentare la comprensione delle risposte del sistema atmosferico alla scala nazionale nel quadro del cambiamento climatico in corso e della sua evoluzione nei prossimi decenni, e in particolare gli impatti sull'attività agricola.

In particolare il sottoprogetto *l'Analisi climatiche e scenari futuri* intende migliorare la conoscenza e la quantificazione dei impatti potenziali dalle alterazioni nella variabilità climatica sul territorio italiano, per mezzo della variazione prevista delle principali grandezze atmosferiche medie ed estreme nei prossimi decenni.

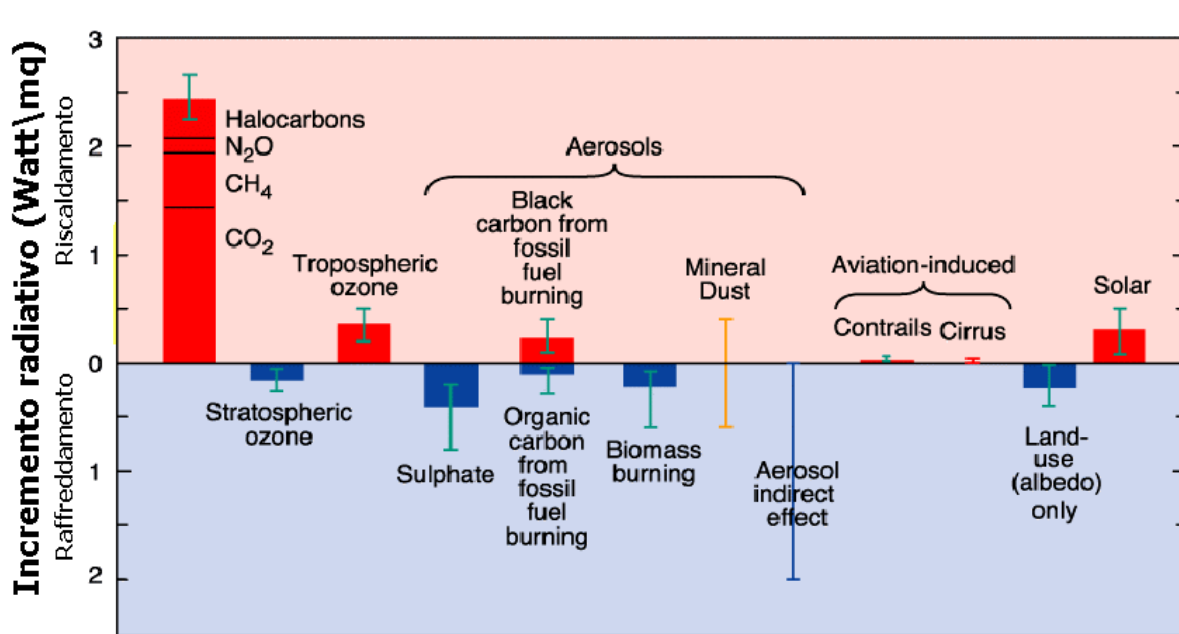


Fig.1 - Fattori di modificazione in atmosfera del bilancio radiativo terrestre.

OBIETTIVI E DEFINIZIONE DI SCENARIO CLIMATICO

L'obiettivo della presente linea di ricerca è la costruzione, l'organizzazione e la distribuzione di scenari di cambiamento climatico a diversa risoluzione spaziale, con selezione di quelli più affidabili e determinazione dell'incertezza ad essi associata, afferenti al territorio nazionale, validi fino almeno al 2060 e inclusivi almeno delle grandezze atmosferiche principali quali *temperatura superficiale, radiazione solare, precipitazioni, umidità relativa e vento a 10 m*, con specifico scopo di supporto alle valutazioni di impatto per le pratiche agricole. Lo strumento a nostra disposizione per poter raggiungere tale obiettivo è quello dell'utilizzo dei cosiddetti *scenari*, che concettualmente possono assimilati ad una mera previsione di un futuro più o meno remoto.

In realtà è possibile definire più correttamente *scenario* come una descrizione del futuro assumendo che questo sia in funzione di una particolare successione di eventi stabiliti a priori. Quindi il ruolo degli scenari non è quello di prevedere il futuro su determinati parametri e sui loro valori probabili, ma di fornire un largo spettro di possibilità di situazioni in modo da esplorare tutte le possibilità di accadimento a riguardo di un determinato settore.

Normalmente gli *scenari* sono costituiti da una parte cosiddetta *narrativa o storyline*, in cui vengono definite un insieme di condizioni, oggettivamente indicate da vari indici di sviluppo economico e ambientale, e la loro ipotetica evoluzione futura. Per quanto riguarda le evoluzioni future del clima gli elementi chiave sono rappresentati dai tassi di emissione in atmosfera dei cosiddetti gas - serra prodotti dai processi produttivi umani e quindi la loro concentrazione futura in atmosfera.

L'IPCC, *International Panel of Climate Change*, che rappresenta l'istituzione di riferimento designata dalle Organizzazioni delle Nazioni Unite per lo studio dei cambiamenti climatici ha pubblicato uno "Special Report on Emission Scenarios (SRES)" nel 2000, in cui vengono proposte una rosa di ipotesi per quanto riguarda le emissioni di gas serra legato a modelli di sviluppo mondiali abbastanza diversificati, ma il forte legame fra emissioni e sviluppo industriale e agricolo fa in modo che le ipotesi sono pertinenti al tipo di futuro che generalmente è prospettato.

Questo rapporto SRES descrive nuovi scenari rispetto a quello generale e classico proposto dall'IPCC, indicato come IS92, dove la forzante generale era quella di un incremento annuo della concentrazione di CO₂ pari all'1%. Vengono quindi indicate individuate quattro nuove ipotesi generali in relazione a variabili sociopolitiche che vanno intese a loro volta come insiemi di scenari.

Nell'elenco successivo sono indicate la denominazione politica e le caratteristiche generali di questi scenari:

- **A1** World Markets : Sviluppo economico di tipo consumista e globalizzato dove si fa un largo uso delle risorse.
- **A2** Global Sustainability: Sviluppo economico di tipo conservazionista e globalizzato.
- **B1** Provincial Enterprise : Sviluppo economico di tipo individualista e localista.
- **B2** Local Stewardship: Sviluppo economico di tipo conservazionista e localista.

dove con il termine *localista*, in opposizione a quello di globalizzato, intendiamo uno sviluppo dove dominano le soluzioni economiche caratterizzate da scarsa diffusione delle tecnologie e con ridotto flusso di scambio dei beni su scala globale. Il termine *conservazionista* indica invece uno sviluppo dove le innovazioni tecnologiche non sono adeguatamente utilizzate e si preferiscono tecnologie più obsolete ma ad un minor costo di impiego. Infine gli altri due termini utilizzati, *consumista* e *individualista*, si riferiscono alle dinamiche di utilizzo dei beni rispettivamente se questi vengono usati prevalentemente seguendo logiche collettive oppure logiche di scelta singole. Si comprende come le assunzioni a priori, ovvero la *storyline* sono una parte molto importante nella costruzione di uno scenario. La politica dell'IPCC è quella di offrire una rosa molto vasta di scenari affidando a vari istituti il compito di sviluppare queste ipotesi. Definiamo indici dello scenario o *driving forces* l'espressione numerica dell'ipotesi economiche e politiche della parte narrativa di questa.

Indici dello scenario	A1	A2	B1	B2
Crescita di popolazione	bassa	alta	bassa	media
Uso dell'energia	alta	alta	bassa	media
Cambio nell'uso suolo	bassa	media	alta	media
Disponibilità delle risorse	media	bassa	bassa	media
Pace e direzione tecnologica	rapida	bassa	media	media

Ogni scenario ha le proprie cosiddette *driving forces* che sono quell'insieme di indici geopolitici che guidano l'evoluzione dello scenario stesso sempre in accordo con il modello di sviluppo generale. Lo schema della tabella precedente rappresenta le tipologie SRES proposte per il futuro dello sviluppo mondiale .

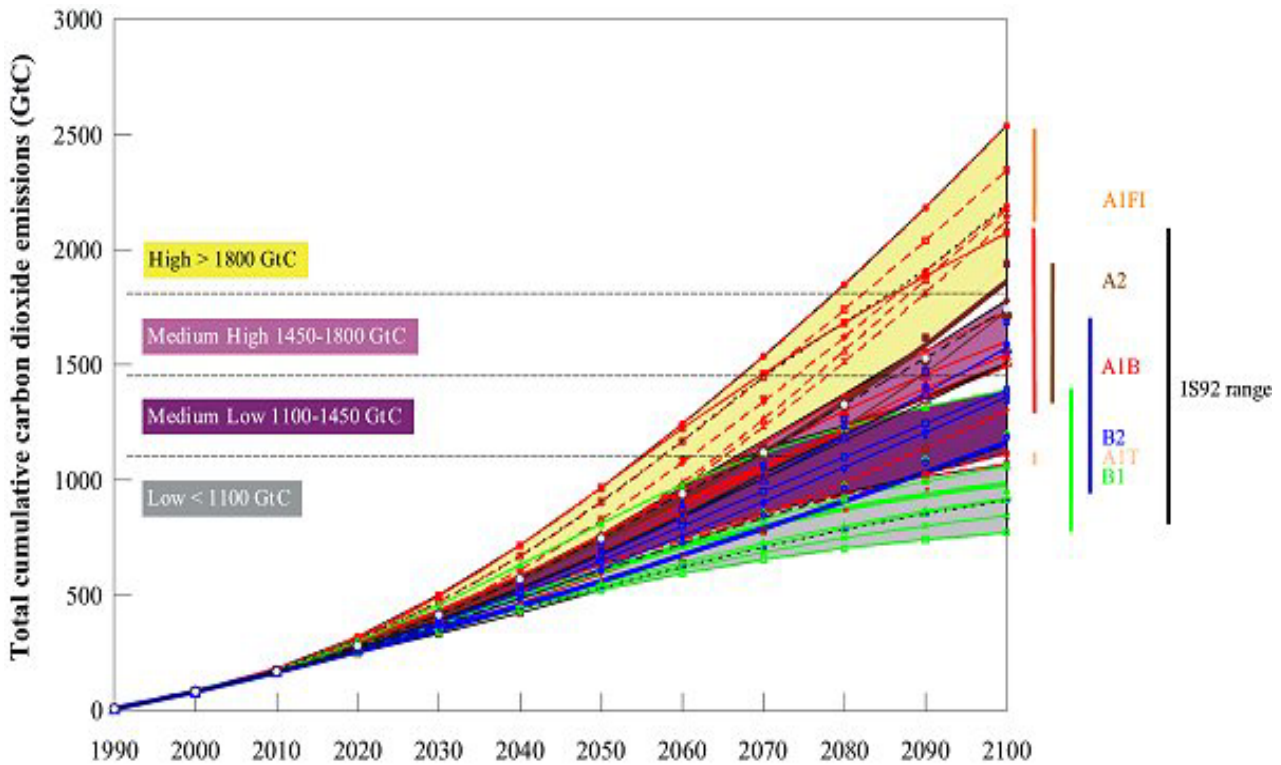


Fig. 2 -Emissioni di anidride carbonica in relazione al tipo di scenari

INDICAZIONI DEGLI SCENARI PER I PRINCIPALI PARAMETRI

L'elaborazione dei dati del modello globale HadCM3 ha permesso di ottenere una simulazione basata su ipotesi ragionevoli dei cambiamenti climatici relativi al territorio italiano per i prossimi cento anni, per ciascun parametro meteorologico utile. Fornire una indicazione sintetica sui cambiamenti climatici non è agevole. La soluzione adottata è quello di fornire per ciascun punto griglia dello scenario, che assumiamo come significativo per la sua area geografica, le cosiddette *forzanti* ovvero le differenze fra le medie di periodi significativi per ciascun parametro. In particolare la media stagionale attuale è stata calcolata sulla base del periodo 1961 - 1990 e confrontata con quella media simulata per il periodo 2015 - 2030. Queste indicazioni sono state fornite a livello stagionale per i due scenari prescelti come indicativi del possibile futuro prossimo: A2 e B2. Sono state messi volutamente in secondo piano le elaborazioni relativi ad orizzonti futuri più remoti, come il 2060 o il 2090, poiché contenenti informazioni non perfettamente fruibile. L'esposizione delle indicazioni riguarderanno i parametri principali come le temperature massime medie, quelle minime e il totale delle precipitazioni.

Parametri presentati:	Indicazione climatica
<i>Temperatura massima media mensile</i>	Variazione delle isoterme annuali, durata stagione vegetativa
<i>Temperatura minima media mensile</i>	Variazione delle isoterme annuali, durata stagione vegetativa
<i>Precipitazioni cumulate stagionale mensile</i>	Aumento del rischio di siccità meteorologica

TEMPERATURE MASSIME

Il calo delle massime invernali è in linea con quello che si sta verificando a livello italiano specie in Italia centrale. E' sostanzialmente da ricondurre essenzialmente ad una aumento della copertura nuvolosa. La diminuzione delle temperature massime medie in primavera è più contenuto rispetto a quello invernale e molto limitato nei settori meridionali. Anche questo è legato all'aumento della copertura nuvolosa. Esistono delle leggere diversificazione negli scenari e fra le scadenze. In estate l'aumento delle temperature è consistente e molto diversificato fra le scadenze e gli scenari. Solo nel settore tirrenico gli scenari registrano una tendenza alla diminuzione per effetto retroattivo della nuvolosità.

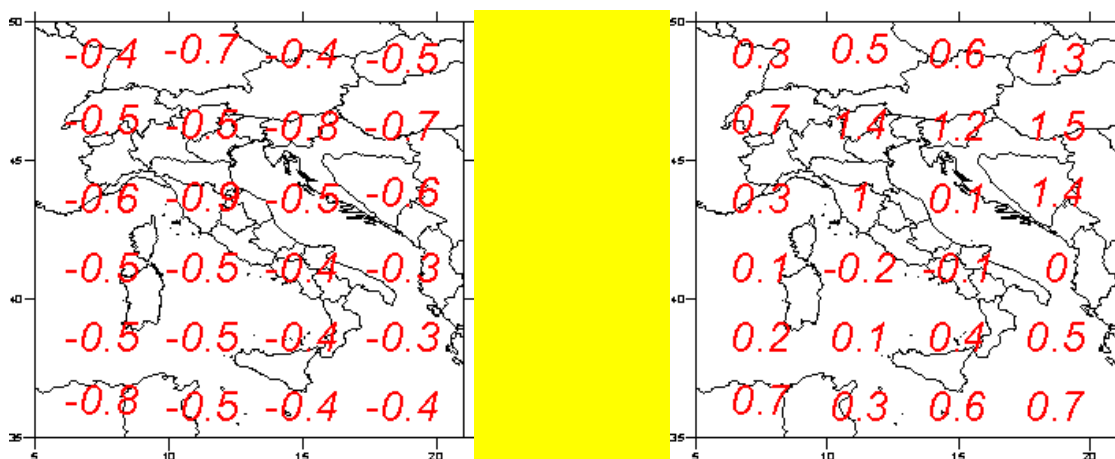


Fig. 3 – Forzanti medie temperatura massima media INVERNO (sinistra) e ESTATE (destra)

L'autunno è la stagione più interessata all'aumento delle massime, che è legato alla maggior frequenza dei tipi di tempo caratterizzati da afflussi di aria calda meridionale per crescita regionale dell'azione della cella di Hadley. Il segnale di riscaldamento è più forte nei settori orientali e continentali e minore nei settori occidentali. Queste situazioni suggeriscono un aumento del gradiente latitudinale della temperatura in linea con le recenti tendenze climatiche osservate.

TEMPERATURA MINIMA MEDIA

Le temperature minime medie invernali sono ipotizzate in diminuzione per gli orizzonti futuri prossimi in alcune stagioni e in aumento per altre. Questo fenomeno è principalmente da ricondurre all'aumento del gradiente latitudinale invernale. La spiegazione dell'uniformità dei risultati, fra le varie ipotesi di scenario, sembra legata al fatto che i processi fisici legati alla temperatura hanno inerzie temporali maggiori al cambiamento climatico rispetto ad altre variabili e ciò rappresenta forse uno dei limiti del modello di Hadley. Per la primavera che per l'inverno sono valide le stesse considerazioni nel quadro di una stazionarietà delle medie.

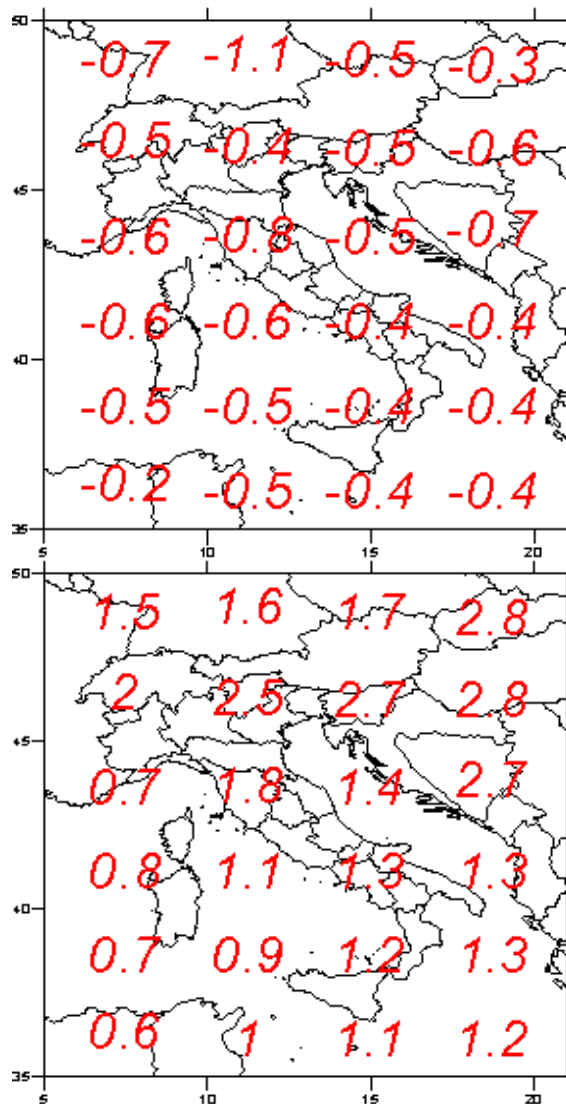


Fig. 4 – Forzanti medie temperatura minima media INVERNO (sopra) e AUTUNNO (sotto)

In estate invece le indicazioni fornite dai modelli per la temperatura è la crescita generale più forte nelle aree di terraferma. Persiste la relativa uniformità di indicazione fornita dagli scenari. L'autunno, individuato nei mesi di settembre, ottobre e novembre per i parametri termici, si conferma la stagione che più risentirà del riscaldamento globale. Questo ci conferma che l'analisi stagionale è quella che meglio illustra le dinamiche climatiche legata ai processi globali di cambiamento.

PRECIPITAZIONI CUMULATE STAGIONALI

Le precipitazioni invernali sono quelle che risentiranno del declino più forte anche in risposta all'aumento estivo e autunnale. Le forzanti sono qui espresse come variazioni percentuali medie sempre rispetto alla climatologia 1960-1990.

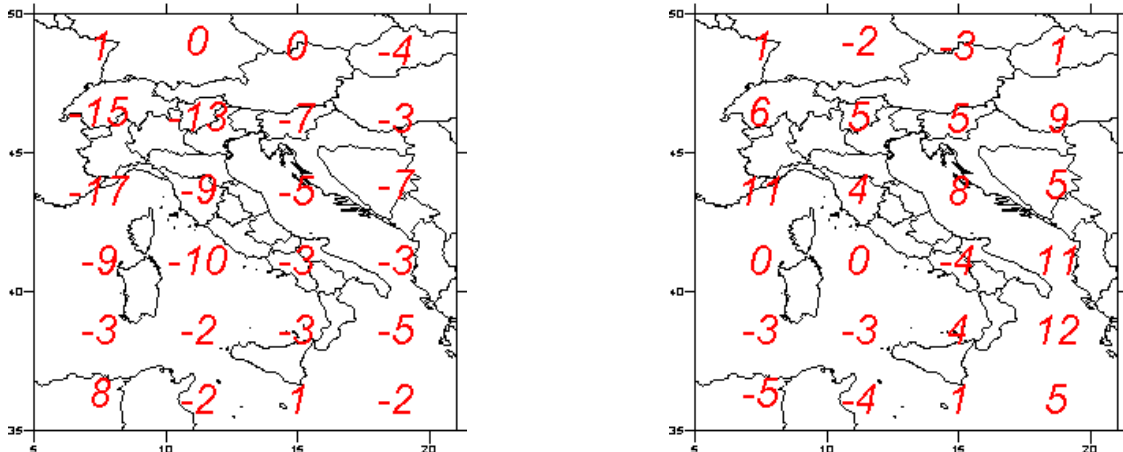


Fig. 5 – Forzanti medie precipitazioni cumulate INVERNO (sinistra) e PRIMAVERA (destra)

La diminuzione è più marcata nelle aree a clima continentale. Aumenti sono previsti negli estremi settori meridionali dell'area in esame. In primavera sono attese una generale crescita nelle aree settentrionali ed orientali e una diminuzione nei settori occidentali con un gradiente del trend decrescente Nord Sud. La diversità fra le due scadenze, fra 2015 e 2030, suggerisce che il parametro è in forte cambiamento climatico per questa stagione.

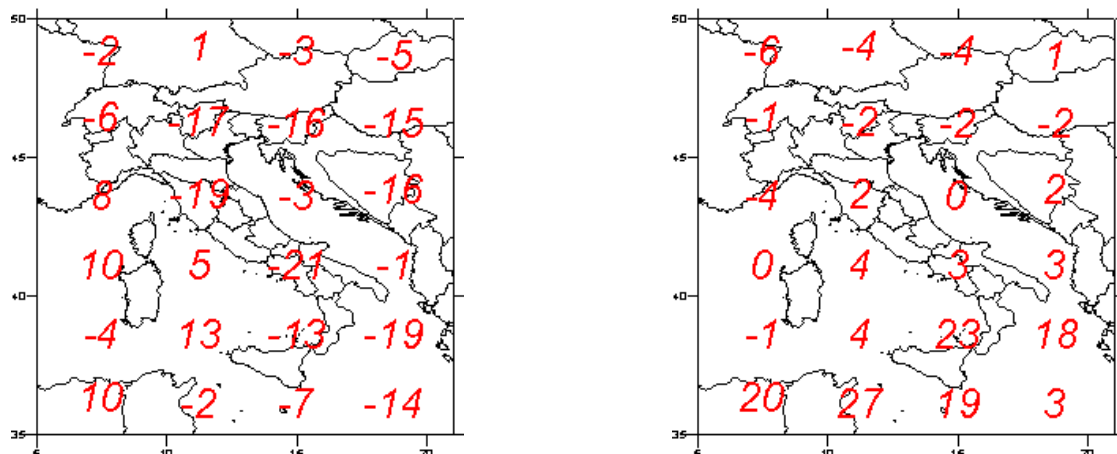


Fig.6 – Forzanti medie precipitazioni cumulate ESTATE (sinistra) e AUTUNNO (destra)

L'elevato carico di energia estivo dovuto ai maggiori flussi delle correnti meridionali sembra generare un aumento del contributo di precipitazione convettivo a scala regionale, specie per scadenze più ravvicinate come il 2015, ma questo trend non sembra stabile per gli scenari Hadley e quindi è preferibile parlare di un aumento della variabilità generale del parametro, specie per le regioni settentrionali. Il trend delle precipitazioni autunnali sembra invece legato alle caratteristiche generali geografiche del punto di rilevamento delle forzanti. Sono degni di nota gli incrementi per il centro

Italia e nei settori Meridionali. Si intravede una generale tendenza alla diminuzione per le zone più occidentali.

CONCLUSIONI

Il nostro lavoro è servito per dare un primo quadro dei possibili cambiamenti climatici italiani utilizzando lo strumento delle uscite dei modelli HadCM3 per i vari scenari SRES. Nella figura successiva è evidente come i principali agenti delle cause delle variazioni sono attivi anche in Italia e che queste variazioni come si vede nella figura ancora successiva non sono privi di impatti. In questo contesto sono da sviluppare l'utilizzo di nuovi strumenti di analisi sinottici, come ad esempio le Reanalisi e la loro messa in relazione con le osservazioni fatte a terra. Lo sviluppo della branca della climatologia che studia i cambiamenti climatici è in continuo sviluppo e di conseguenza lo sono tutte le fonti di informazione.

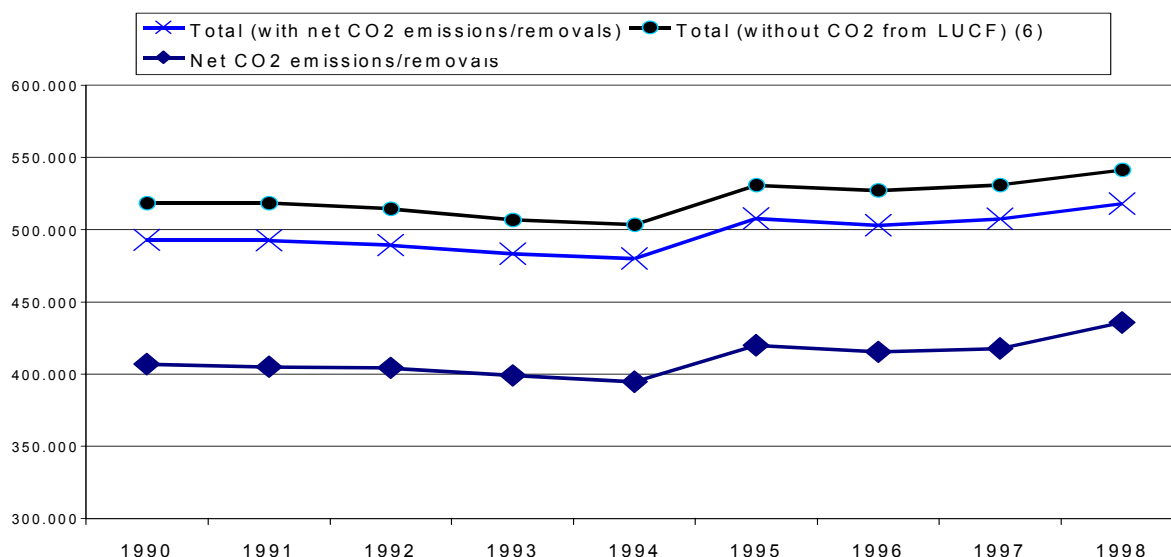


Fig.7 – Emissioni dei gas serra CO₂ in Italia in Gg equivalenti (Fonte Anpa)

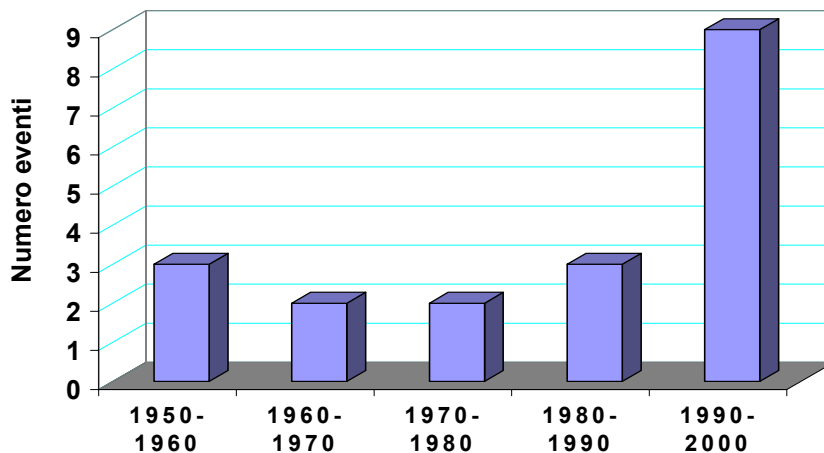


Fig.8 – Numeri eventi alluvionali occorsi in Italia dal dopoguerra (Fonte: ANSA)