

Molise 2030: cambiamo il nostro futuro!

Verso la Strategia Regionale di Sviluppo Sostenibile: il percorso della Regione Molise

Clima futuro e vulnerabilità del Molise: implicazione per uno sviluppo sostenibile

PAOLA MERCOGLIANO

Fondazione CMCC, Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici

26 Luglio 2021

La fondazione CMCC

La Fondazione CMCC è un **ente di ricerca no profit**, che realizza **studi e modelli del sistema climatico e delle sue interazioni con la società e con l'ambiente** per garantire risultati affidabili, tempestivi e rigorosi al fine di **stimolare una crescita sostenibile, proteggere l'ambiente e sviluppare**, nel contesto dei cambiamenti climatici, **politiche di adattamento e mitigazione** fondate su conoscenze scientifiche.

Le sedi

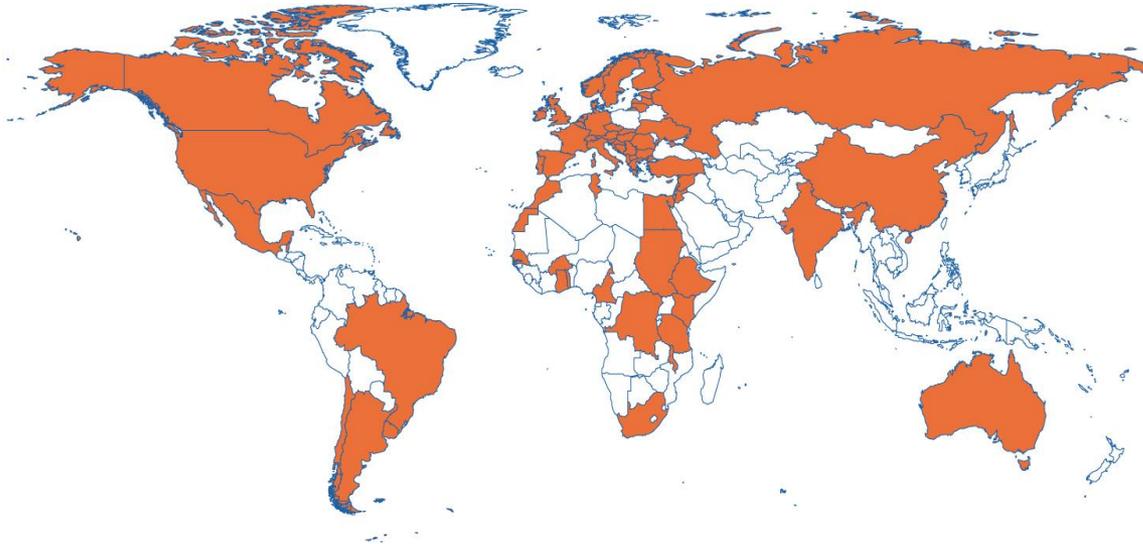


I partner



Le collaborazioni internazionali

Il CMCC collabora con i migliori centri internazionali specializzati nella ricerca climatica avanzata e applicata ed ha partecipato a progetti d'avanguardia in collaborazione con oltre 700 istituzioni di 71 Paesi.



Dal 2006 il CMCC è National Focal Point dell'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), il principale organismo internazionale per la valutazione dei cambiamenti climatici.



Indice

- Introduzione allo studio climatico locale
- Proiezioni climatiche future
 - precipitazioni
 - ondate di calore
- Proposta di analisi della vulnerabilità

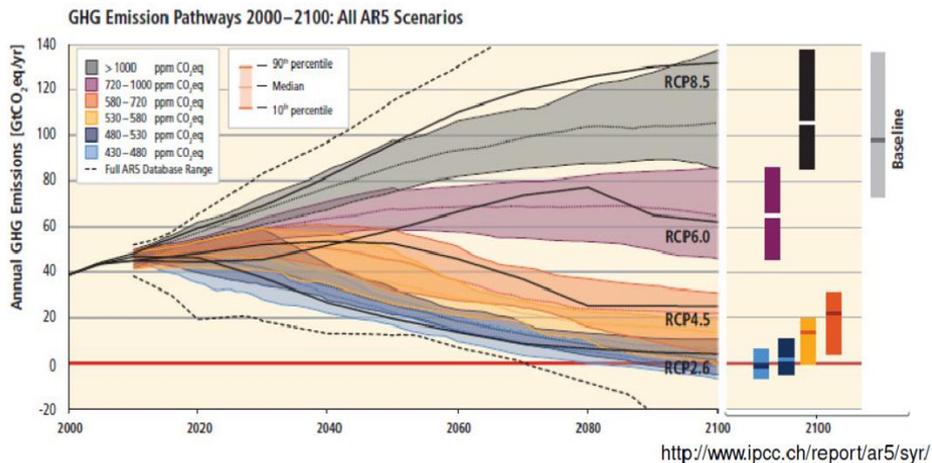


L'importanza di uno studio climatico locale

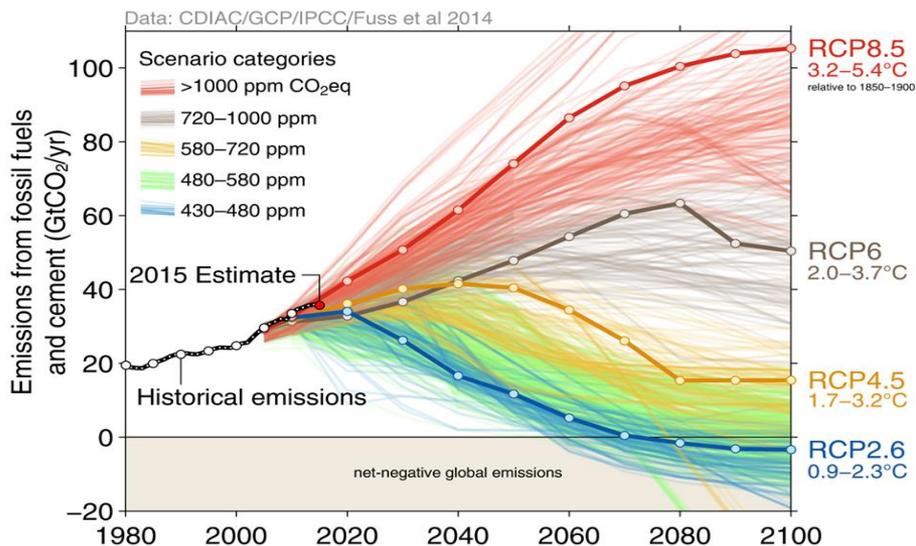
- Il profilo climatico permette di caratterizzare la variabilità climatica locale attuale e di valutare le anomalie climatiche attese per effetto dei cambiamenti climatici (considerando diversi scenari IPCC)
- Tali analisi si basano sul calcolo indicatori climatici in grado di descrivere la variazione del clima in termini di andamenti medi ed estremi (ondate di calore, piogge molto intense). Sono anche ritenuti rilevanti per lo studio delle variazioni delle caratteristiche (frequenza ed intensità) di particolari impatti.
- In particolare nel presente lavoro sono state considerate le variazioni climatiche del periodo 2021-2050 rispetto al 1981-2010 utilizzando il modello COSMO-CLM alla risoluzione di circa 8 km sviluppato dal CMCC e due scenari climatici RCP4.5 ed RCP8.5.



Gli scenari climatici considerati



-RCP4.5 (definito anche scenario di “forte stabilizzazione”) - Questo scenario assume che si intraprendono iniziative mirate per controllare il livello di emissioni presenti. Entro il 2070 le emissioni di CO₂ si presume scendano al di sotto dei livelli attuali (400 ppm) e si presume inoltre che la concentrazione atmosferica si stabilizzi entro la fine del secolo a circa il doppio dei livelli preindustriali.



-RCP8.5 (comunemente associato all’espressione “Business-as-usual” o “Nessuna mitigazione”) - crescita delle emissioni ai ritmi attuali. Tale scenario assume, entro il 2100, concentrazioni atmosferiche di CO₂ triplicate o quadruplicate (840-1120 ppm) rispetto ai livelli preindustriali (280 ppm).



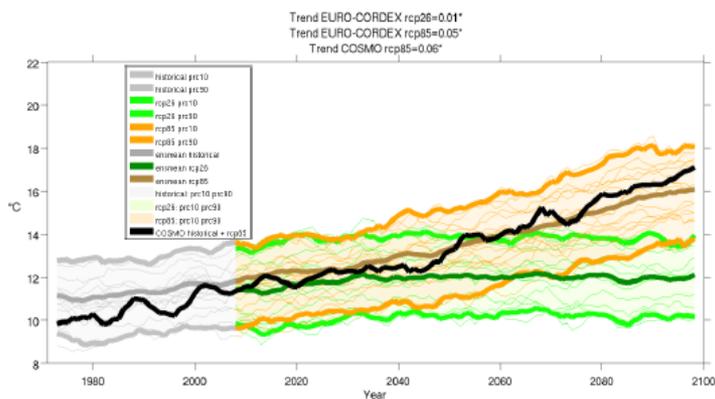
Modelli climatici considerati

Al fine di simulare le caratteristiche del clima su scala locale è richiesto un maggior dettaglio, per tale scopo sono stati realizzati i modelli regionali, che simulano il clima di una parte limitata della Terra ma utilizzando risoluzioni elevate dell'ordine dei 10 km.

La divisione REMHI del CMCC ha pubblicato, a partire dal 2015, delle proiezioni climatiche ad alta risoluzione sull'Italia, sia per i valori medi che per i valori estremi.

La configurazione del modello regionale COSMO-CLM, sviluppato dal consorzio europeo della CLM ASSEMBLY, è stata ottimizzata sull'Italia dalla divisione REMHI del CMCC.

Temperatura media annuale



		MAE COSMO-CLM	MAE ensemble mean CORDEX	Errore COSMO-errore ensemble mean CORDEX
EOBS	Tmean [°C]	2.1	2	0.1
	R20 [giorni/anno]	5	6	-1
	FD [giorni/anno]	18	24	-6
	SU95p [giorni/anno]	10	14	-4
	Winter Precipitation [mm]	79	99	-20
	Summer Precipitation [mm]	50	87	-37
EUROAM	R20	5	6	-1
	Winter Precipitation [mm]	89	105	-16
	Summer Precipitation [mm]	76	103	-27

Essa ha mostrato una soddisfacente capacità di rappresentare il clima attuale, riportando, mediamente, un errore più basso rispetto ad altri modelli analoghi. L'incremento della risoluzione, in particolare, sembra l'elemento principale per ridurre il bias.

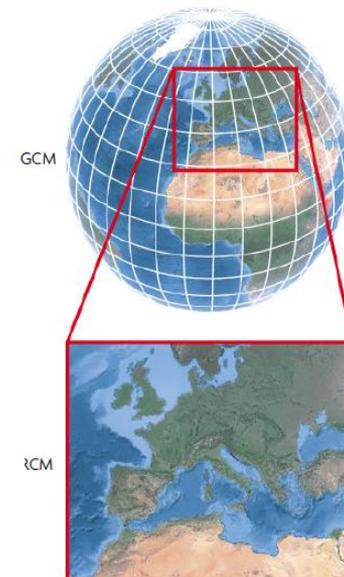


FIGURA 13 Distinzione tra modelli generali della circolazione o globali (GCM) e modelli climatici regionali o ad area limitata (RCM).



Gli indicatori climatici analizzati

Gli indicatori sono utilizzati per l'analisi degli "eventi estremi".

Nello specifico, gli indicatori definiti dall'ETCCDI sono più utilizzati per descrivere intensità e frequenza di occorrenza degli eventi estremi.

Essi sono relativi a temperatura e precipitazione.

Tali indicatori vengono analizzati per effettuare studi di settore volti a valutare i principali impatti locali del cambiamento climatico; su tali analisi vengono poi basate le strategie di adattamento.

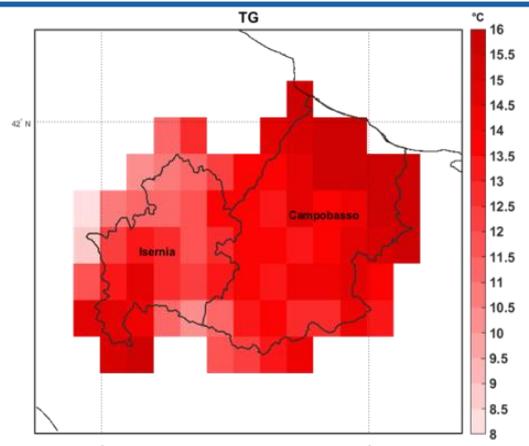
In tale studio sono stati analizzati circa 25 diversi indicatori.

Indicatore	Abbreviazione	Descrizione	Unità di misura
Temperatura media	TG	Media annuale della temperatura media giornaliera	(°C)
Summer days	SU95P	Numero di giorni con temperatura massima maggiore di 30,4 °C (dove 30,4 °C è valore medio PRCPTOT JJA aziale per la regione Molise del 95° percentile della temperatura massima utilizzando il dataset E-OBS)	(giorni/anno)
Frost days	FD	Numero di giorni con temperatura minima al di sotto di 0°C	(giorni/anno)
Precipitazione media	RMEAN	Media annuale della precipitazione giornaliera	(mm/giorno)
Giorni di precipitazione intensa	R20	Numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 20 mm	(giorni/anno)
Massimo di precipitazione giornaliera	RX1DAY	Massimo valore di precipitazione giornaliera	(mm/giorno)
Precipitazione cumulata annuale	PRCPTOT	Cumulata delle precipitazioni annuali	(mm/anno)
Precipitazione cumulata invernale	PRCPTOT DJF	Cumulata delle precipitazioni nei mesi invernali (dicembre, gennaio, febbraio)	(mm/stagione)
Precipitazione cumulata primaverile	PRCPTOT MAM	Cumulata delle precipitazioni nei mesi primaverili (marzo, aprile, maggio)	(mm/stagione)
Precipitazione cumulata estiva	PRCPTOT JJA	Cumulata delle precipitazioni nei mesi estivi (giugno, luglio, agosto)	(mm/stagione)
Precipitazione cumulata autunnale	PRCPTOT SON	Cumulata delle precipitazioni nei mesi autunnali (settembre, ottobre, novembre)	(mm/stagione)
Consecutive dry days	CDD	Massimo numero di giorni consecutivi all'anno con precipitazione giornaliera inferiore a 1 mm	(giorni/anno)
Notti tropicali	TR	Numero di giorni all'anno con temperatura minima maggiore di 20°C	(giorni/anno)
Precipitazione massima giornaliera con tempo di ritorno 5 anni	RX1DAY(TR=5y)	Quantità massima di precipitazione giornaliera con un periodo di ritorno di 5 anni	(mm/giorno)
Precipitazione massima giornaliera con tempo di ritorno 20 anni	RX1DAY(TR=20y)	Quantità massima di precipitazione giornaliera con un periodo di ritorno di 20 anni	(mm/giorno)

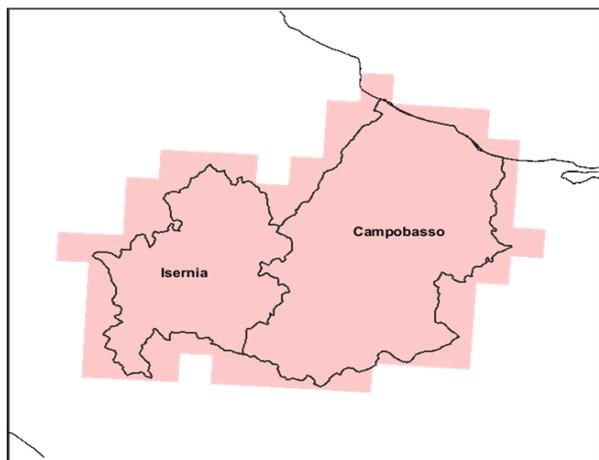


Proiezioni climatiche

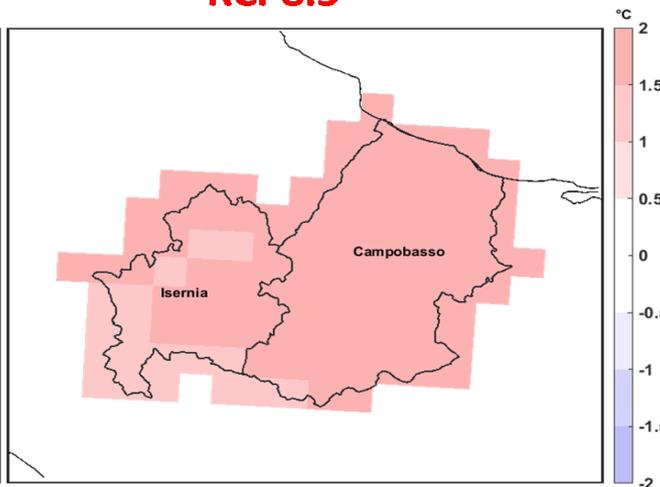
Temperatura media sul
periodo di riferimento
1981-2010



RCP4.5



RCP8.5

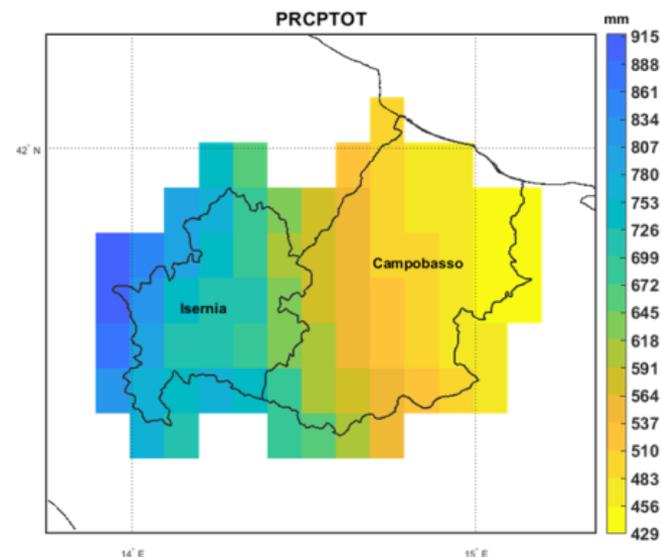
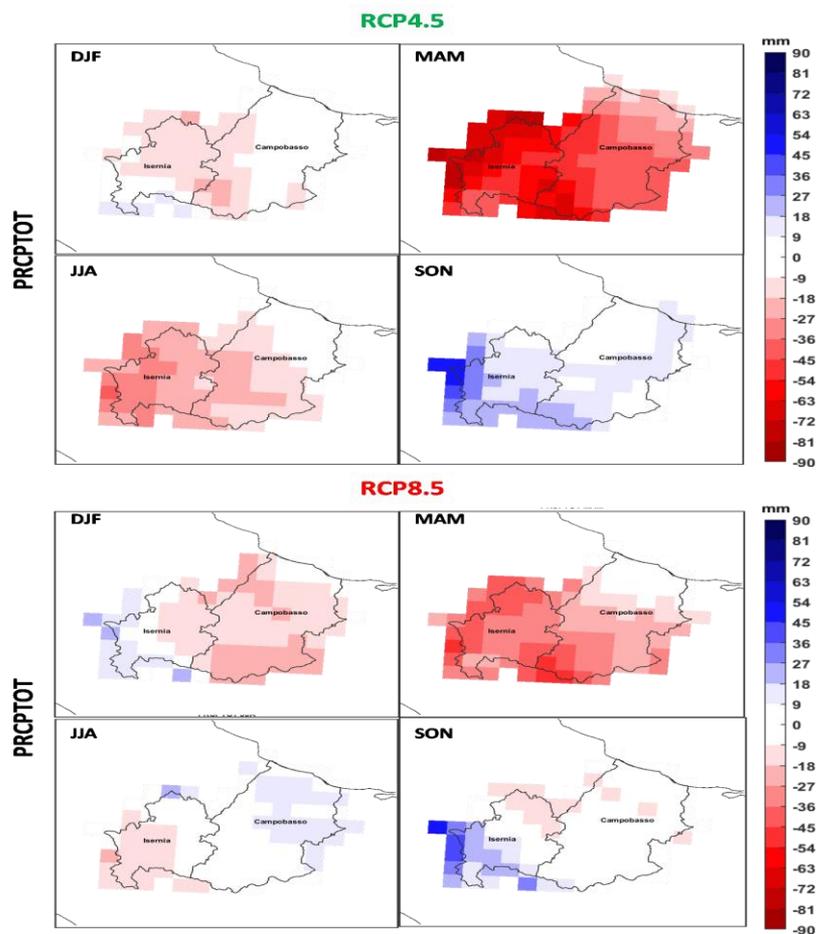


Variazione [°C] della temperatura media per il periodo 2021-2050, rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.



Proiezioni climatiche - Precipitazione

Variazione della precipitazione stagionale (mm/anno) per il periodo 2021-2050, rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5.

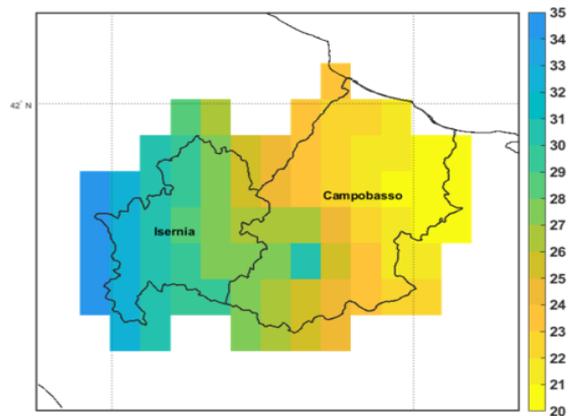


Precipitazione annuale media
sul periodo di riferimento
1981-2010

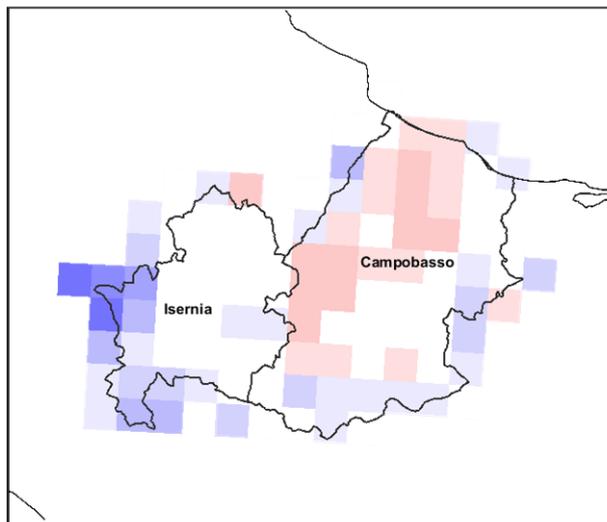


Indicatori climatici – Massimi di pioggia giornalieri

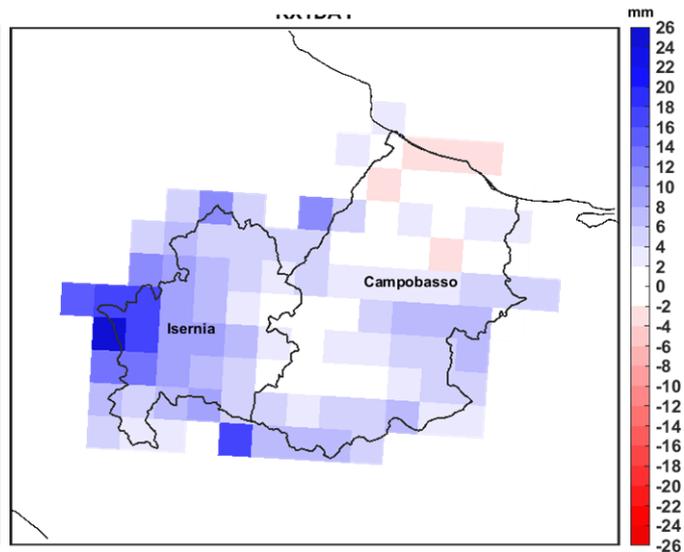
Massimi di precipitazione giornaliera medi sul periodo di riferimento 1981-2010



RCP4.5



RCP8.5

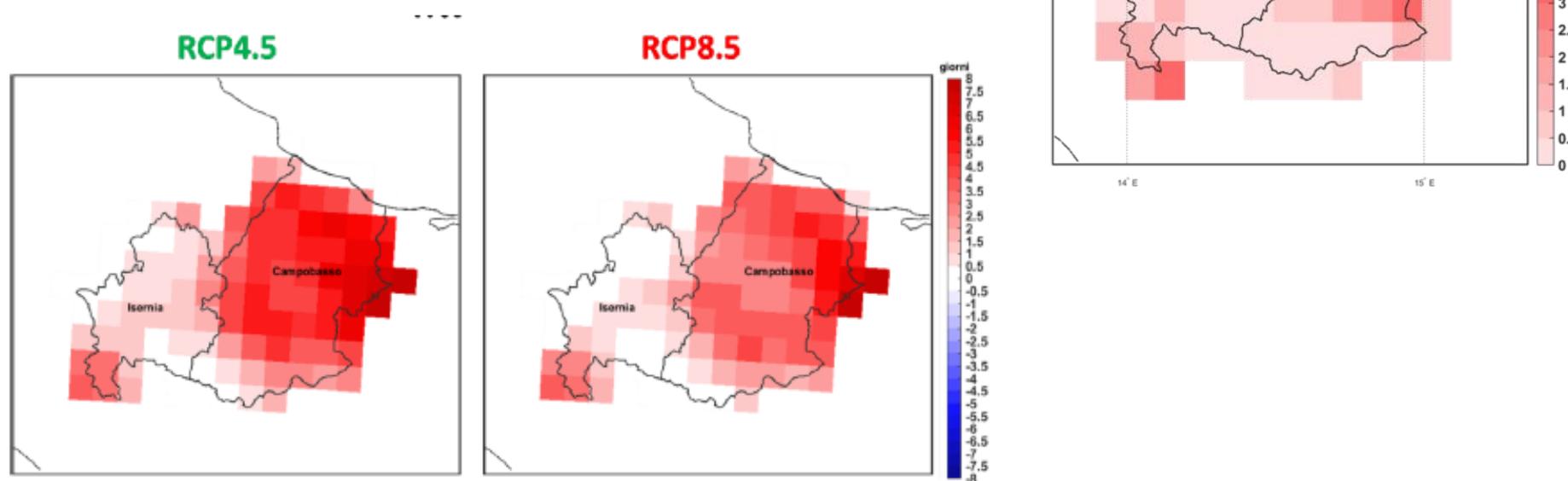


Variazione [mm/giorno] dei massimi di precipitazione giornaliera per il periodo 2021-2050, rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5.



Proiezioni climatiche: ondate di calore

Numero di giorni all'anno con temperatura massima giornaliera maggiore di 35°C sul periodo 1981-2010



Variazione del numero di giorni con temperatura massima giornaliera maggiore di 35°C per il periodo 2021-2050, rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5.



ANALISI VULNERABILITÀ - La scelta dei settori di interesse

Considerando le proiezioni attese per il periodo 2021-2050, desunte dall'analisi del profilo climatico attuale e degli scenari futuri, e le specificità di ciascun settore, a ciascuno di essi sono stati ricollegati i due pericoli climatici di maggior interesse.



SALUTE E INSEDIAMENTI URBANI



Vulnerabilità del settore rispetto ad **eventi estremi di temperatura** e **ondate di calore** influenzati dagli effetti dei cambiamenti climatici



Vulnerabilità del settore rispetto ad eventi di **pluvial flood** influenzati dagli effetti dei cambiamenti climatici



AGRICOLTURA E FORESTE



Vulnerabilità del settore agricolo-forestale rispetto ad **eventi siccitosi** e **desertificazione** influenzati dagli effetti dei cambiamenti climatici

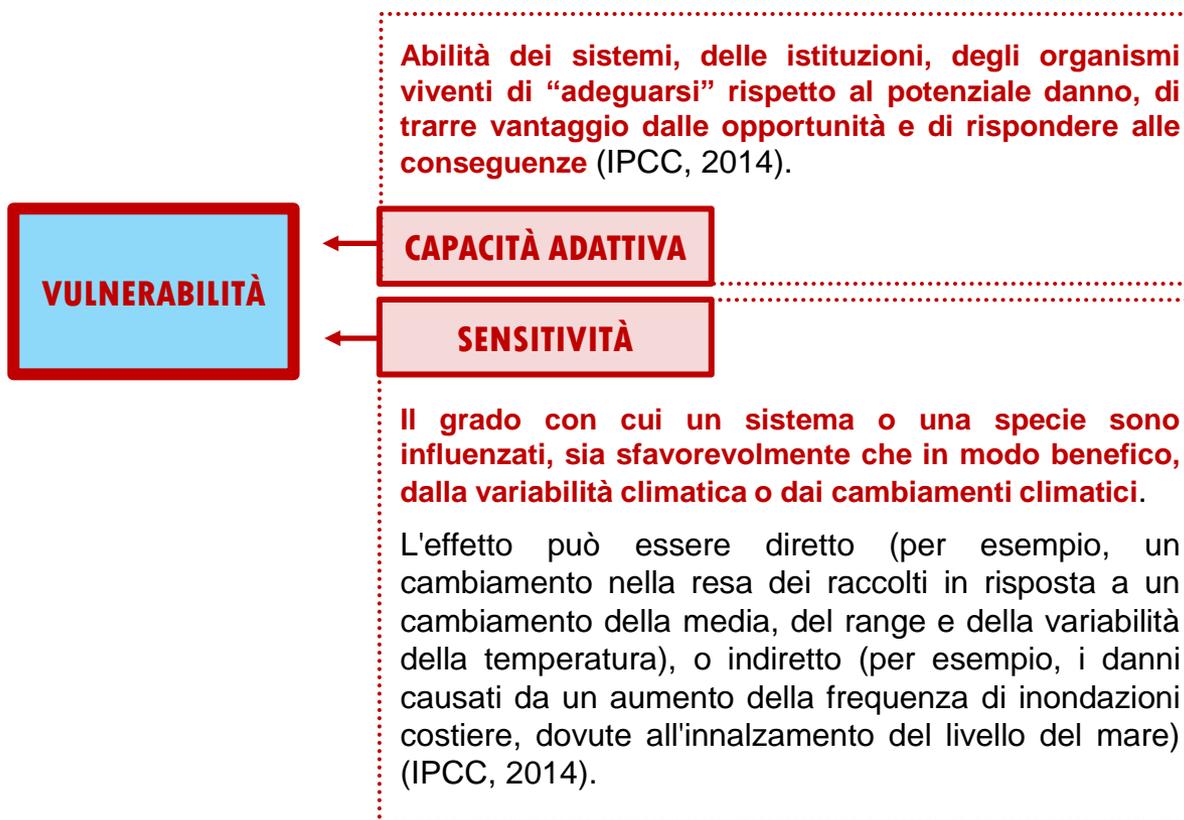


Vulnerabilità del settore agricolo-forestale rispetto ad eventi di **inondazione** e **piene** influenzati dagli effetti dei cambiamenti climatici



Modello concettuale di valutazione della vulnerabilità

Propensione o predisposizione degli elementi esposti a essere influenzati negativamente. Il termine comprende una varietà di concetti ed elementi, tra cui la sensibilità o suscettibilità al danno e la mancanza di capacità di far fronte e di adattarsi (IPCC, 2014).



Modello concettuale di valutazione della vulnerabilità

Categorie analizzate - sensitività

CARATTERISTICHE INSEDIATIVE

Urbanizzazione e consumo di suolo



Patrimonio edilizio ed infrastrutture



CARATTERISTICHE SOCIO-ECONOMICHE

Popolazione



Imprese



Aree soggette a frane e dissesto idrogeologico



CARATTERISTICHE AMBIENTALI

Erosione e consumo di suolo



Biodiversità



Risorse idriche



Assetto topografico



Categorie analizzate – capacità adattiva

CARATTERISTICHE SOCIO-ECONOMICHE



Popolazione



Istituzioni



Imprese

GOVERNANCE



Piani e strategie

SERVIZI ECOSISTEMICI



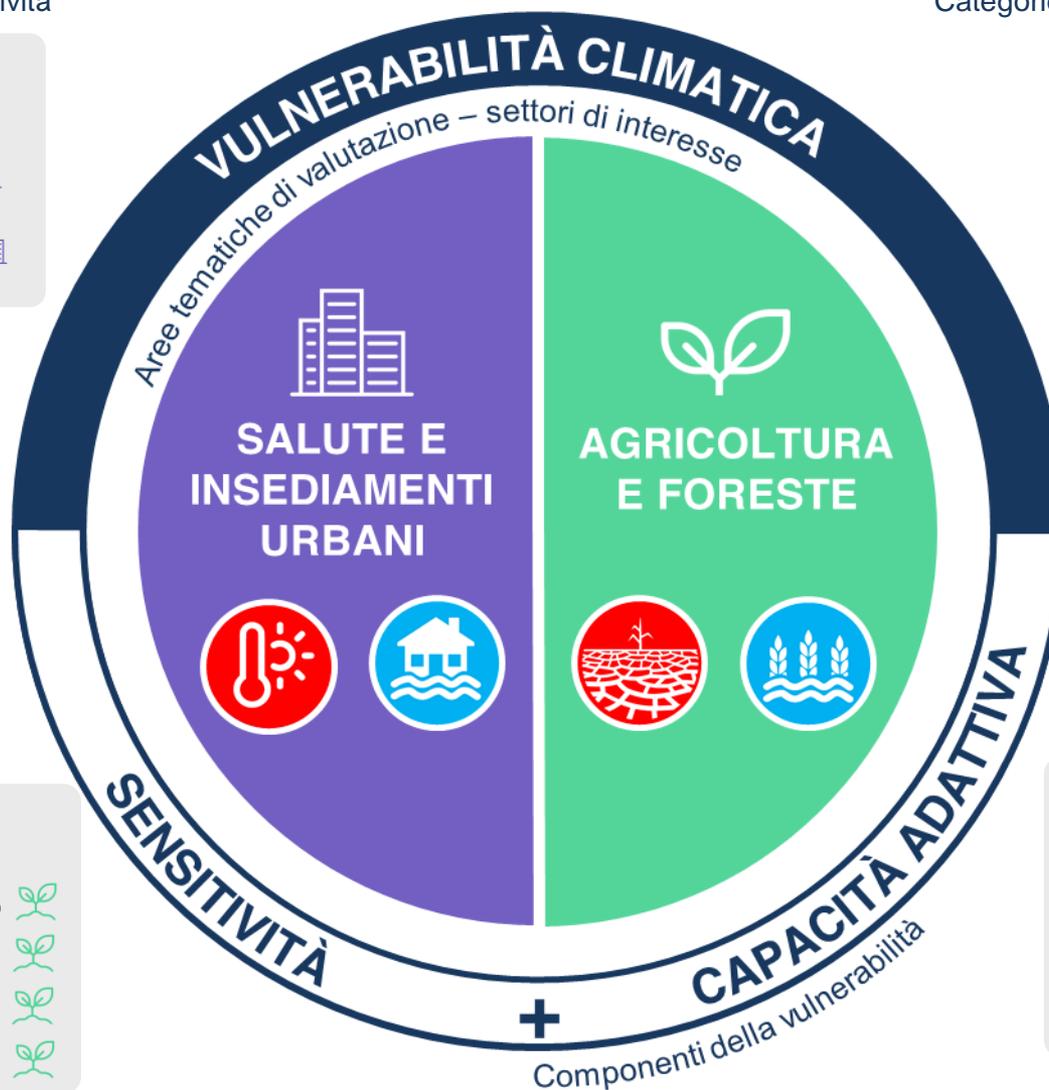
Comfort termico outdoor



Gestione delle acque meteoriche



Biodiversità



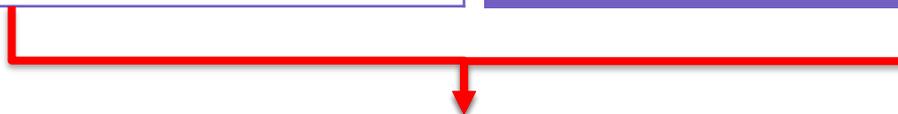
SETTORE SALUTE E INSEDIAMENTI URBANI

Indicatori di sensitività

CARATTERISTICHE INSEDIATIVE - Urbanizzazione e consumo di suolo	Aree urbanizzate
	Variazione delle aree urbanizzate
	Incremento dell'effetto isola di calore urbana
	Grado di impermeabilizzazione
	Variazione del grado di impermeabilizzazione
	Consumo di suolo
CARATTERISTICHE INSEDIATIVE - Patrimonio edilizio	Densità edilizia
	Età degli edifici ad uso residenziale
	Stato di conservazione degli edifici ad uso residenziale
	Incremento estivo della domanda energetica
CARATTERISTICHE SOCIO-ECONOMICHE - Popolazione	Densità della popolazione
	Componenti del nucleo familiare
	Tasso di morbilità /mortalità
	Fasce deboli - popolazione anziana
	Fasce deboli - popolazione in età prescolare
	Malati cronici
	Popolazione in condizione di povertà
	Tasso di disoccupazione
Neet	

Indicatori di capacità adattiva

GOVERNANCE - Piani e strategie	Adesione al patto dei sindaci
	Programmazione a livello comunale
	Programmazione a livello comunale - PAESC
	Interventi di adattamento locali
	Abitanti beneficiari di interventi di adattamento
SERVIZI ECOSISTEMICI - Comfort termico outdoor	Densità delle aree verdi urbane
	Accessibilità delle aree verdi urbane
	Copertura arborea
CARATTERISTICHE SOCIO-ECONOMICHE - Popolazione	Crescita della popolazione
	Dipendenza strutturale
CARATTERISTICHE SOCIO-ECONOMICHE - Istituzioni	Capacità formazione PA
	Capacità tecnologica PA
	Rigidità della spesa
	Autonomia impositiva
	Capacità di spesa pubblica



VULNERABILITÀ AGLI

EVENTI ESTREMI DI TEMPERATURA - ONDATA DI CALORE



SETTORE SALUTE E INSEDIAMENTI URBANI

Indicatori di sensitività

CARATTERISTICHE INSEDIATIVE - Urbanizzazione e consumo di suolo	Aree urbanizzate
	Variazione delle aree urbanizzate
	Grado di impermeabilizzazione
	Variazione del grado di impermeabilizzazione
	Consumo di suolo
CARATTERISTICHE INSEDIATIVE - Patrimonio edilizio ed infrastrutture	Densità edilizia
	Età degli edifici ad uso residenziale
	Stato di conservazione degli edifici ad uso residenziale
	Aree soggette ad allagamento
	Attività commerciali in aree soggette ad allagamento
CARATTERISTICHE SOCIO-ECONOMICHE - Popolazione	Reti infrastrutturali in aree soggette ad allagamento
	Densità della popolazione
	Fasce deboli - popolazione residente anziana o in età prescolare
	Componenti del nucleo familiare
	Tasso di disoccupazione
Popolazione in condizione di povertà	
Popolazione residente in aree soggette ad allagamento	

Indicatori di capacità adattiva

GOVERNANCE - Piani e strategie	Adesione al patto dei sindaci
	Programmazione a livello comunale
	Programmazione a livello comunale - PAESC
	Interventi di adattamento locali
SERVIZI ECOSISTEMICI - Comfort termico outdoor	Abitanti beneficiari di interventi di adattamento
	Densità delle aree verdi urbane
	Copertura arborea
	Permeabilità dei suoli
CARATTERISTICHE SOCIO-ECONOMICHE - Popolazione	Crescita della popolazione
	Dipendenza strutturale
CARATTERISTICHE SOCIO-ECONOMICHE - Istituzioni	Capacità formazione PA
	Capacità tecnologica PA
	Rigidità della spesa
	Autonomia impositiva
	Capacità di spesa pubblica



VULNERABILITÀ AGLI

EVENTI ESTREMI DI PRECIPITAZIONE – PLUVIAL FLOOD



SETTORE AGRICOLTURA E FORESTE

Indicatori di sensitività

CARATTERISTICHE AMBIENTALI - Erosione e consumo di suolo	Suolo suscettibile all'erosione
	Consumo di suolo
	Permeabilità dei suoli
CARATTERISTICHE AMBIENTALI - Biodiversità	Aree forestali
	Aree naturali protette
	Aree agricole
CARATTERISTICHE AMBIENTALI - Assetto topografico	Esposizione
	Pendenza
	Altitudine
CARATTERISTICHE AMBIENTALI - Risorse idriche	Efficienza sistemi di irrigazione
	Domanda idrica
	Fabbisogno di acqua irrigua
	Pressioni sulle acque sotterranee
	Pressioni sulle acque superficiali
	Stato chimico acque sotterranee
	Stato chimico acque superficiali
	Stato quantitativo acque sotterranee
Stato ecologico acque superficiali	
CARATTERISTICHE SOCIO- ECONOMICHE - Imprese	Senilità
	Titolo di studio
	Dimensione economica

Indicatori di capacità adattiva

GOVERNANCE -Piani e strategie	Interventi del PSR con finalità di adattamento
	Interventi di adattamento locali
	Abitanti beneficiari di interventi di adattamento
	Pianificazione antincendio
SERVIZI ECOSISTEMICI - Biodiversità	Aree sottoposte a riforestazione
CARATTERISTICHE SOCIO- ECONOMICHE - Imprese	Dimensione economica
	Imprenditoria giovanile
	Titolo di studio
	Accesso al mercato
	Informatizzazione delle aziende agricole



**VULNERABILITÀ AGLI
EVENTI SICCATOSI E DESERTIFICAZIONE**

SETTORE AGRICOLTURA E FORESTE

Indicatori di sensitività

CARATTERISTICHE AMBIENTALI - Erosione e consumo di suolo	Suolo suscettibile all'erosione
	Consumo di suolo
CARATTERISTICHE AMBIENTALI - Biodiversità	Aree forestali
	Aree naturali protette
	Aree agricole
CARATTERISTICHE AMBIENTALI - Risorse idriche	Pressioni sulle acque sotterranee
	Pressioni sulle acque superficiali
	Stato chimico acque sotterranee
	Stato chimico acque superficiali
	Stato quantitativo acque sotterranee
	Stato ecologico acque superficiali
	Efficienza sistemi di irrigazione
CARATTERISTICHE AGRICOLE - Aree soggette a frane e dissesto	Domanda idrica
	Presenza di fenomeni franosi
	Aree forestali soggette a pericolosità idraulica
	Aree destinate a frutteti e vigneti
	Aree destinate alla coltivazione di mais
CARATTERISTICHE SOCIO-ECONOMICHE - Imprese	Aree destinate a pascoli
	Senilità
	Titolo di studio
	Dimensione economica

Indicatori di capacità adattiva

GOVERNANCE - Piani e strategie	Interventi del PSR con finalità di adattamento
	Interventi di adattamento locali
	Abitanti beneficiari di interventi di adattamento
SERVIZI ECOSISTEMICI - Biodiversità	Aree sottoposte a riforestazione
CARATTERISTICHE SOCIO-ECONOMICHE - Imprese	Dimensione economica
	Imprenditoria giovanile
	Titolo di studio
	Accesso al mercato
	Informatizzazione delle aziende agricole



**VULNERABILITÀ ALLE
INONDAZIONI E PIENE**

Grazie

