



Green Building Conference & EXPO 2025

15-16 ottobre 2025 | M9 Museo del'900 - Mestre

Dalla modellistica del clima all'azione: scenari, rischi e soluzioni

15 ottobre 2025

Marcello Iotti, Ilenia Manco, Carmela Aprea, Giuliana Barbato, Paola Mercogliano

www.cmcc.it



Fondazione CMCC

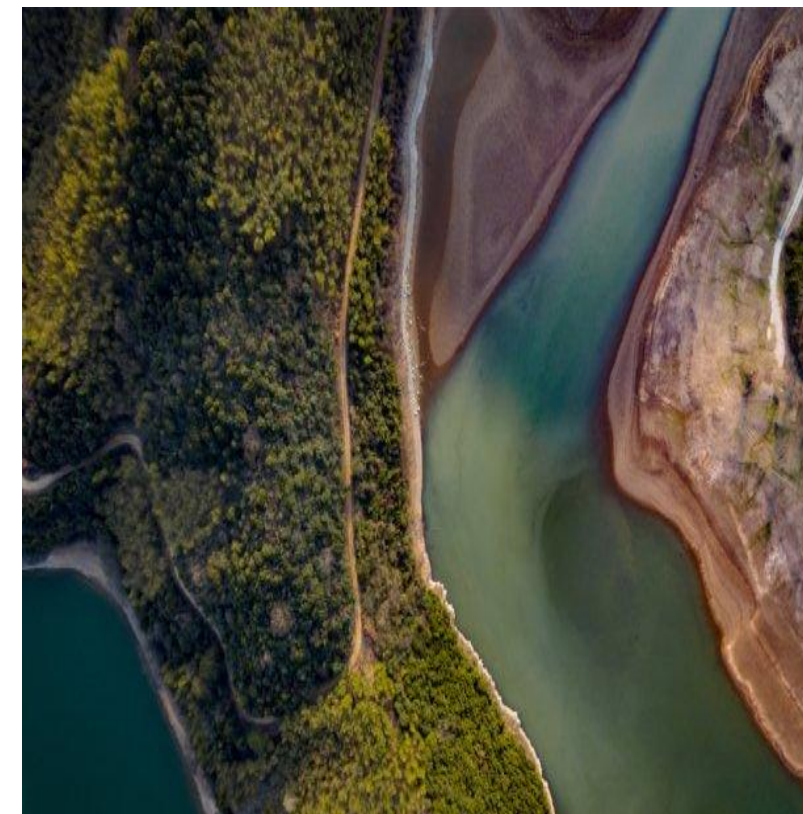
Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici

- Realizza **studi e modelli del sistema climatico** e delle sue **interazioni con la società**.
- Supporta politiche di **adattamento e mitigazione** basate su evidenze scientifiche.
- Sviluppa **previsioni e analisi quantitative** su clima e società futura.

Istituto sulla Resilienza Climatica - Divisione REMHI

REgional Models and geo-Hydrological Impacts

- Studia il clima a livello **regionale** ed i suoi **impatti**, integrando modellistica dinamica ad **alta risoluzione**, downscaling statistico, **IA**, dati telerilevati ed in situ.
- Fornisce **servizi climatici** personalizzati, dati climatici ad alta risoluzione, analisi e monitoraggio di **eventi estremi**, valutazioni di **impatto**.
- **Supporta** lo sviluppo di **soluzioni resilienti** per infrastrutture e ambiente costruito, guidando i **processi decisionali** con la scienza.
- **Promuove** l'**adattamento** climatico coinvolgendo gli *stakeholder* e favorendo **consapevolezza, cambiamenti comportamentali** e decisioni **inclusive**.



Fonte: www.cmcc.it, © Fondazione CMCC



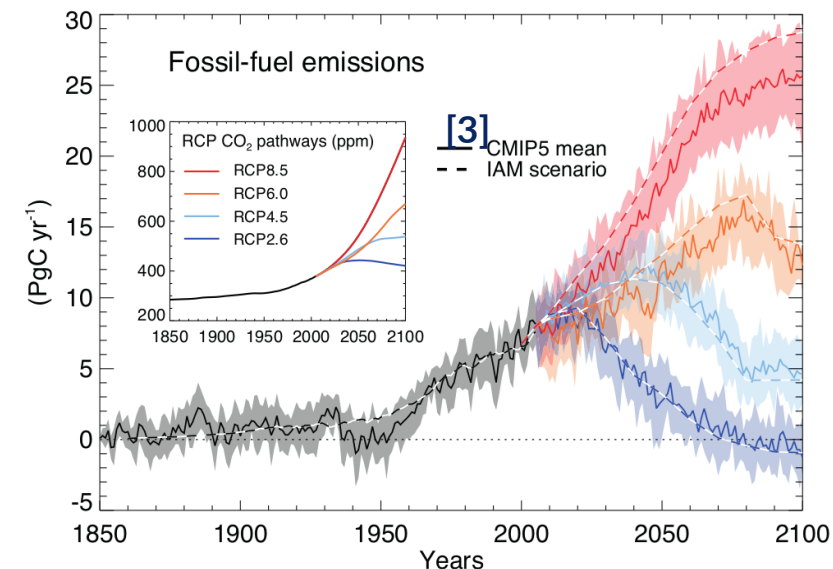
Clima, modelli e scenari futuri

Uno **scenario** è descrizione plausibile di come il futuro potrebbe evolvere.

- Basato su assunzioni coerenti sulle forzanti critiche e le loro interazioni.
- **Non è una previsione**, ma mostra le implicazioni di certi sviluppi e azioni.
- Esempi: cambiamenti nelle concentrazioni di gas serra e nell'uso del suolo, effetti di politiche di mitigazione sul clima.

Il concetto di **pathway** estende quello di scenario, concentrandosi sull'evoluzione nel tempo dei sistemi naturali e umani.

- Integra aspetti biofisici, tecnico-economici e socio-comportamentali.
- Può esser visto come una **roadmap**, che include le azioni e le dinamiche necessarie per realizzare uno specifico scenario.



Fonte: IPCC AR5, Fig. TS.19, parte superiore, [1], © IPCC

Alcuni Representative Concentration Pathways (RCPs)

- **RCP2.6:** forte mitigazione, picco delle emissioni entro il 2020, poi calo rapido.
- **RCP4.5:** mitigazione moderata, picco delle emissioni intorno al 2040, poi calo.
- **RCP8.5:** "*business as usual*", crescita delle emissioni ai ritmi attuali.

L'Intergovernmental Panel on Climate Change



L'**IPCC** è l'organismo scientifico dell'ONU istituito con lo scopo di valutare la conoscenza scientifica relativa al cambiamento climatico.

L'obiettivo principale è fornire ai decisori politici, informazioni affidabili da utilizzare nello sviluppo di politiche climatiche.

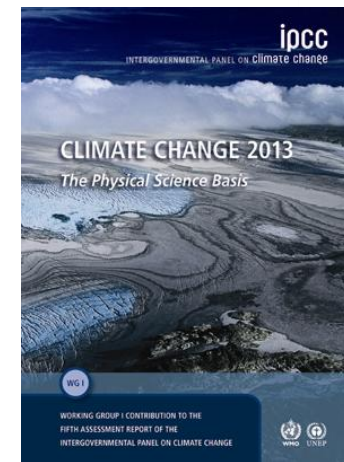
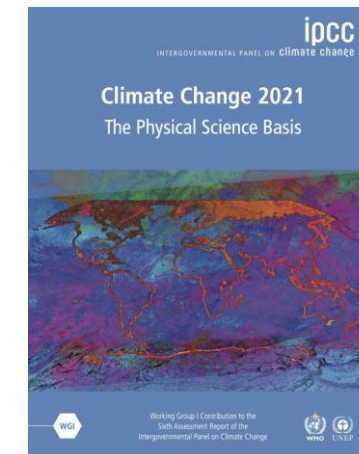
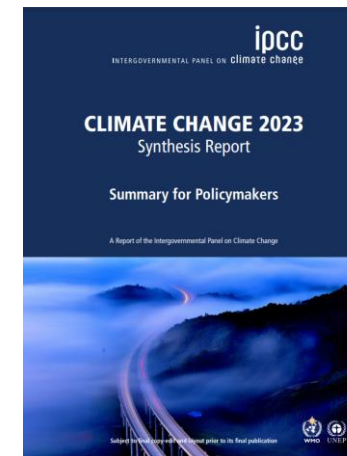
L'attività di *Focal Point Nazionale IPCC* per l'Italia è svolta presso il CMCC.

IPCC Assessment Reports

- Forniscono un **quadro aggiornato** delle conoscenze **scientifiche, tecniche e socio-economiche** sul cambiamento climatico.
- Analizzano **impatti, rischi, strategie di adattamento e mitigazione**.
- Redatti da migliaia di esperti che analizzano e sintetizzano la **produzione scientifica internazionale**.
- Offrono una **valutazione completa e condivisa** dello stato delle conoscenze.

ipcc

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON
climate change

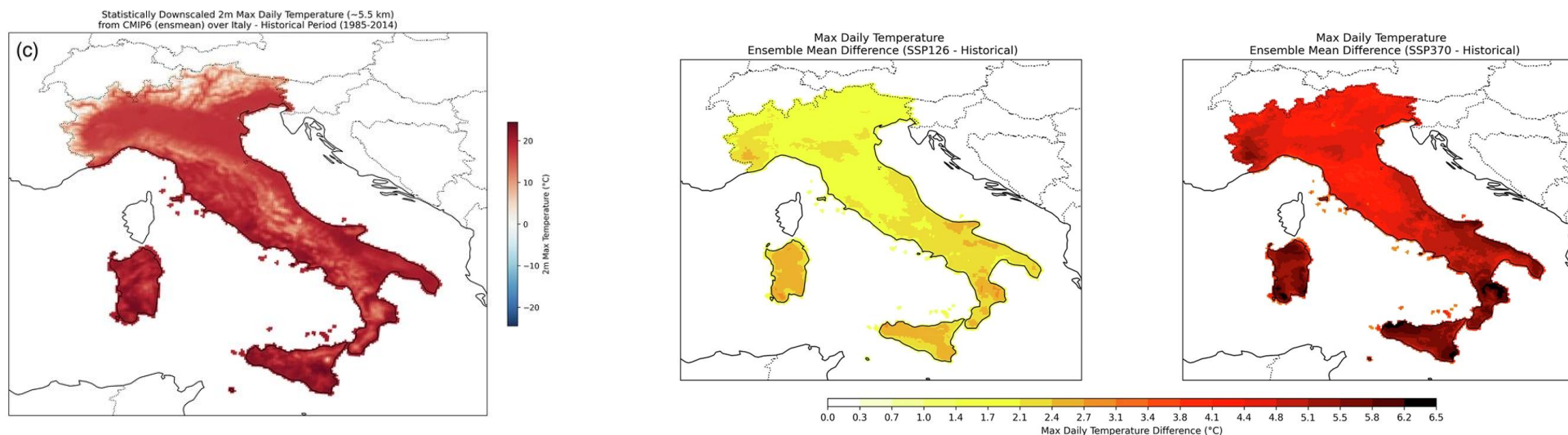


Logo IPCC e copertine dei report utilizzati esclusivamente a scopo illustrativo. Fonti: [2], © IPCC

Dataset SD-EQM_GCMs_IT [3]

- Proiezioni climatiche ad alta risoluzione (~5,5 km) sull'Italia, ottenute tramite downscaling statistico di nove modelli CMIP6.
- Per ciascun modello CMIP6, una simulazione storica (1985-2014) e due proiezioni (2015-2100) corrispondenti agli scenari **SSP1-2.6** e **SSP3-7.0**.

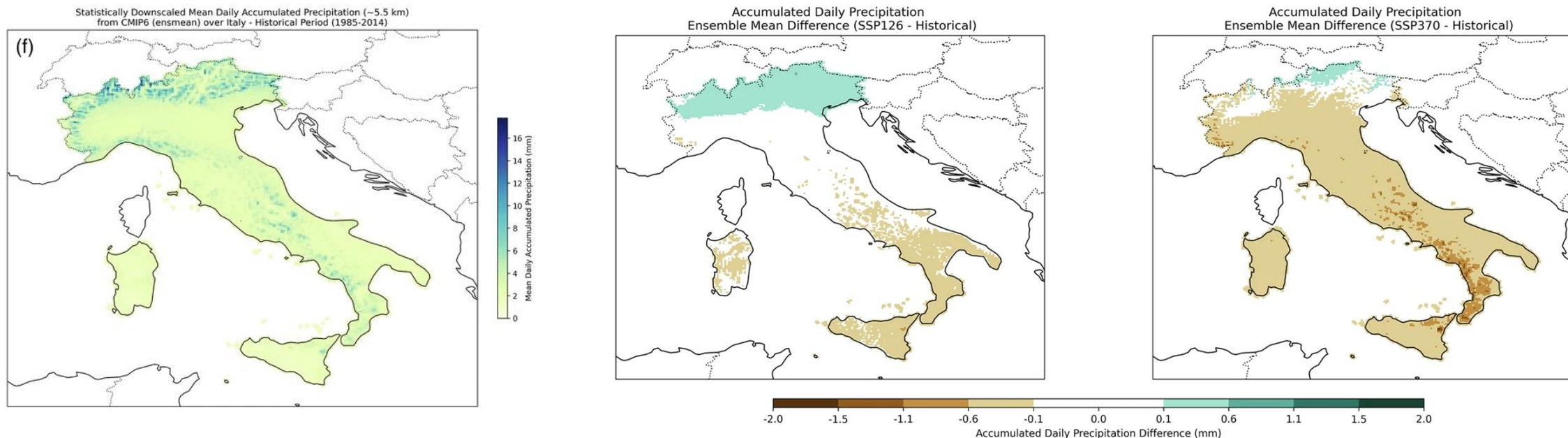
Scenari per la temperatura massima giornaliera



Fonte:
adattato
da [4]

- Aumento generalizzato della temperatura massima su tutto il territorio italiano.
- Differenze fino a ~2,7 °C in **SSP1-2.6** e ~6,5 °C in **SSP3-7.0**.
- Maggiori incrementi in **Sardegna, Sicilia, Calabria, Puglia, Piemonte e Liguria**.

Scenari per la precipitazione cumulata giornaliera



Fonte: adattato da [4]

Le proiezioni evidenziano un **pattern bipolare**, con zone di aumento e diminuzione sul territorio Italiano.

- **SSP1-2.6:** incrementi nel Nord Italia, nessuna variazione significativa nel Centro, riduzioni nel Sud, Sicilia e Sardegna.
- **SSP3-7.0:** piccoli aumenti localizzati al Nord, mentre la maggior parte del paese mostra trend negativi, con i cali più marcati in Campania e Calabria.



La modellistica del clima ad alta risoluzione

La **risoluzione (spaziale)** è la **distanza tra i punti della griglia** del modello.

- **Alta risoluzione** → simulazione più dettagliata

Modelli Globali del Clima (GCMs)

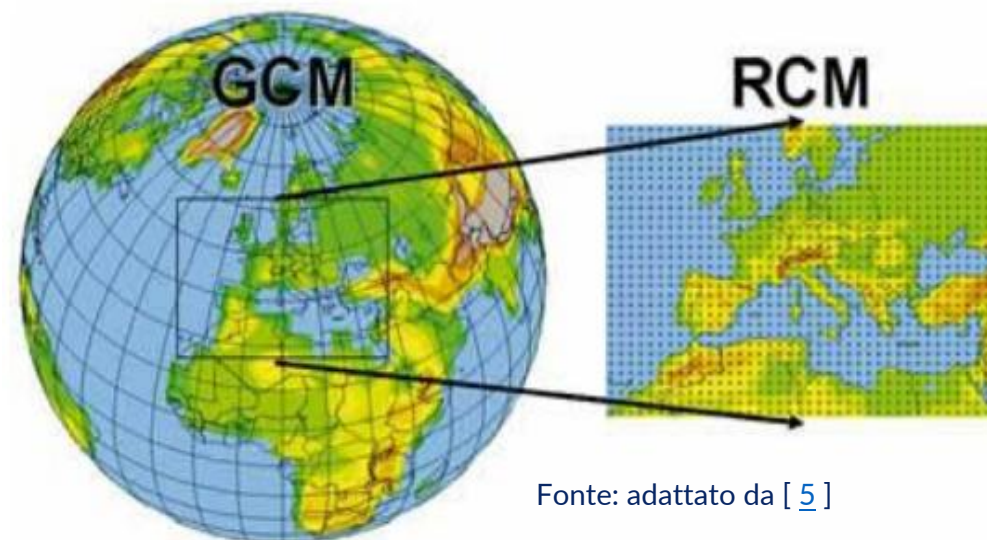
- Risoluzione tipica ~ **100 km**
- Utili per analizzare fenomeni sinottici

Modelli Climatici Regionali (RCMs)

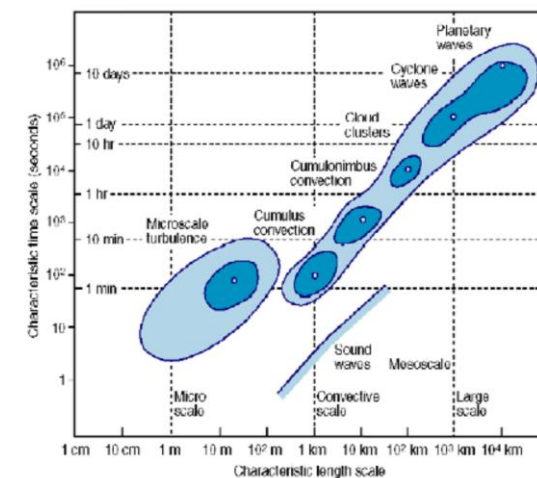
- Risoluzione tipica: **10-50 km**
- Rappresentano lo stato dell'arte per le analisi di impatto, ad esempio per agricoltura, urbanistica e gestione delle risorse.

Modelli climatici ad altissima risoluzione

- Modelli di nuova generazione, risoluzione < **10 km** (fino a **1-3 km**)
- Sono in grado di catturare microclimi urbani, dettagli orografici e fenomeni convettivi locali.
- Trovano applicazione negli **studi di impatto locali** e nella **progettazione di interventi mirati** (urbanistica resiliente, gestione del rischio, infrastrutture).



Fonte: adattato da [5]



Fonte: adattato da [6]

Simulazioni climatiche sviluppate dal CMCC



CLIMATE PROJECTIONS VHR-PRO_IT

Proiezioni del clima futuro secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5

[1981-2070]

Statistical Downscaling of CMIP6 Climate Projections for Italy

Proiezioni del clima futuro secondo i nuovi scenari IPCC SSP 1-2.6 e SSP 3-7.0

[1985-2100]

Mappe di indicatori (Dataclime)

cmcc dataclime.com

OPEN SOURCE DATACLIME CARDS

CMCC Very High Resolution Climate Projection for Italy

Climate Change maps covering key climate indicators such as temperature increases, intense precipitation, heatwaves, and others. The maps have been developed by using a very high resolution climate projection performed by CMCC, useful to study the expected climate change in Italy.

VISUALISE

cmcc dataclime.com

OPEN SOURCE DATACLIME CARDS

Statistical Downscaling of CMIP6 Climate Projections for Italy

Climate Change maps covering key climate indicators such as temperature increases, intense precipitation, heatwaves, and others. The maps have been developed by using statistically downscaled data (based on bias-correction) derived from an ensemble of Global Climate Models (CMIP6) aiming to provide high-resolution climate information (~5.5 km) taking into account the new IPCC scenarios (SSP 1-2.6, SSP 3-7.0) presented in the sixth IPCC report.

DOWNLOAD

© Dataclime

Dati grezzi (DDS CMCC)

44° N

CLIMATE-PROJECTIONS-RCP85-DOWNSCALED-OVER-ITALY

This climate projection dataset has been developed within the Highlander project at ≈ 2.2 km resolution (i.e., Convection Permitting Sc...)

TOT PREC (mm/day)

<https://doi.org/10.1038/s41597-023-02144-9>

CMIP6-STAT-DOWNSCALED-OVER-ITALY

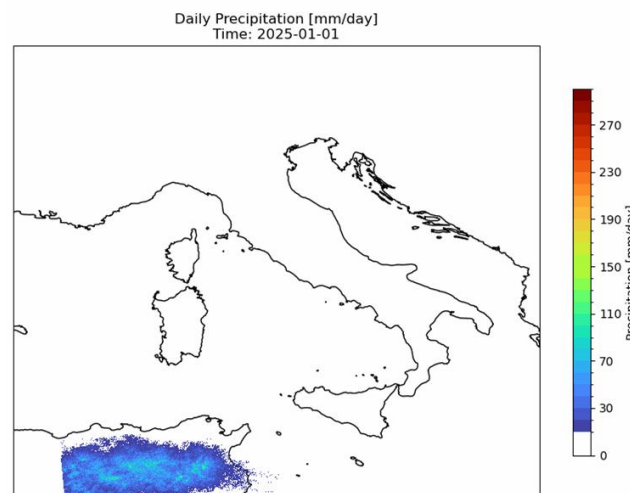
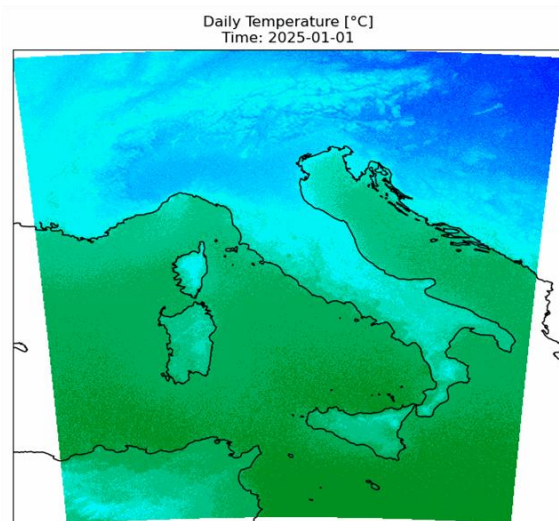
This dataset, SD-EQM_GCMs_IT (Statistical Downscaling through Empirical Quantile Mapping for an ensemble of Global Climate Models over...)

<https://doi.org/10.1038/s41598-024-84527-5>

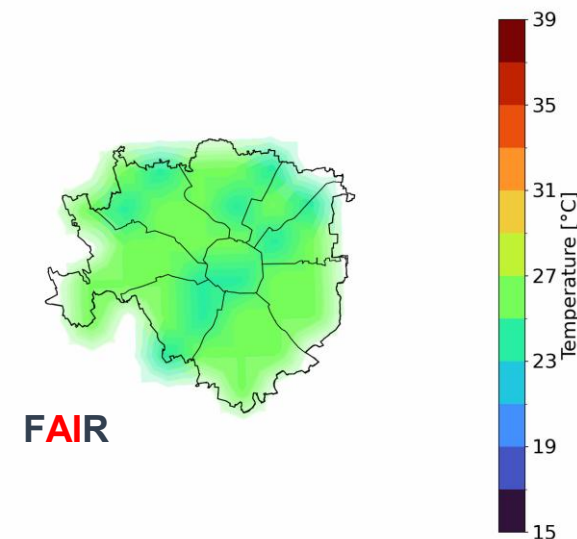
La catena operativa FAIR: Fast AI Reanalysis



FAIR [7] offre un **servizio operativo** particolarmente prezioso per lo studio degli eventi estremi, fornendo dati ad **alta risoluzione (~2 km)** con un **ritardo di soli sei giorni rispetto al tempo reale**, a differenza dei prodotti modellistici grigliati convenzionali o agli archivi delle stazioni, che vengono rilasciati a distanza di mesi, rendendo impossibili analisi tempestive e dettagliate.



Temperature at 2 m - Milan
2025-06-01



Le caratteristiche di **FAIR** - alta risoluzione, aggiornamento tempestivo e applicabilità a tutte le aree del territorio italiano, con dettagli fino alla scala urbana - lo rendono una risorsa strategica per **migliorare la pianificazione delle strategie di adattamento e mitigazione**.





Eventi estremi di precipitazione in Italia: una analisi del clustering

Approccio

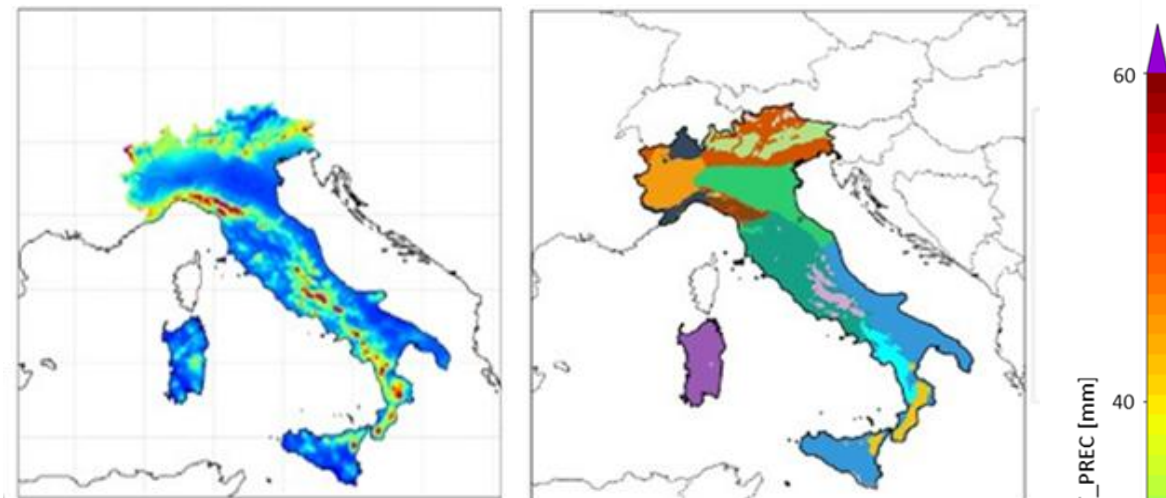
Algoritmo di machine learning utilizzato per raggruppare aree del territorio italiano che presentano **caratteristiche simili** in termini di **intensità della precipitazione estrema**.

Obiettivi

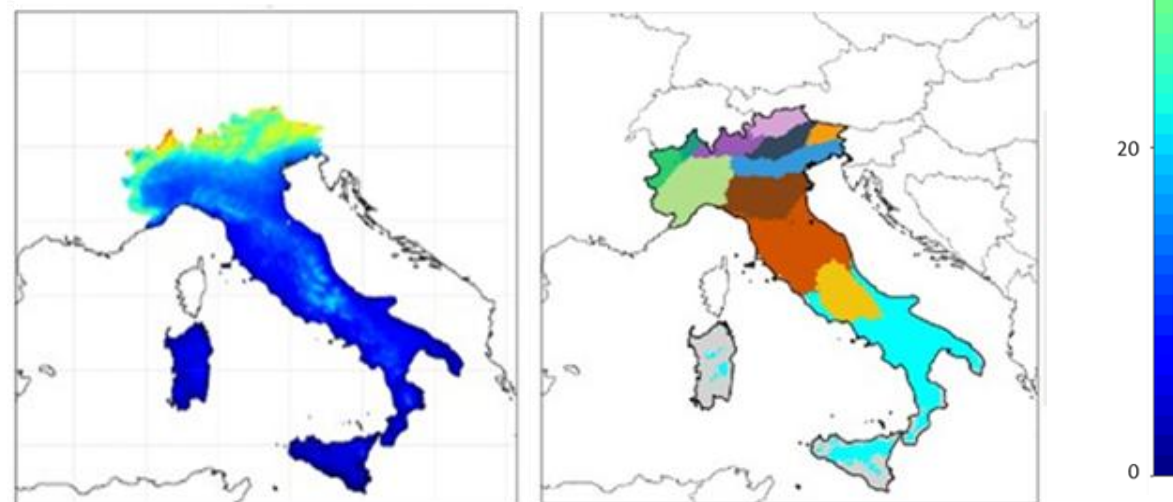
- Identificare i **pattern spaziali tipici** della precipitazione estrema.
- Evidenziare le **differenze stagionali**
- Fornire informazioni utili per analisi climatiche, pianificazione territoriale e quantificazione del **pericolo climatico** associato alle precipitazioni intense.

Questa sezione include materiale e immagini tratti ed adattati da [8]

Inverno



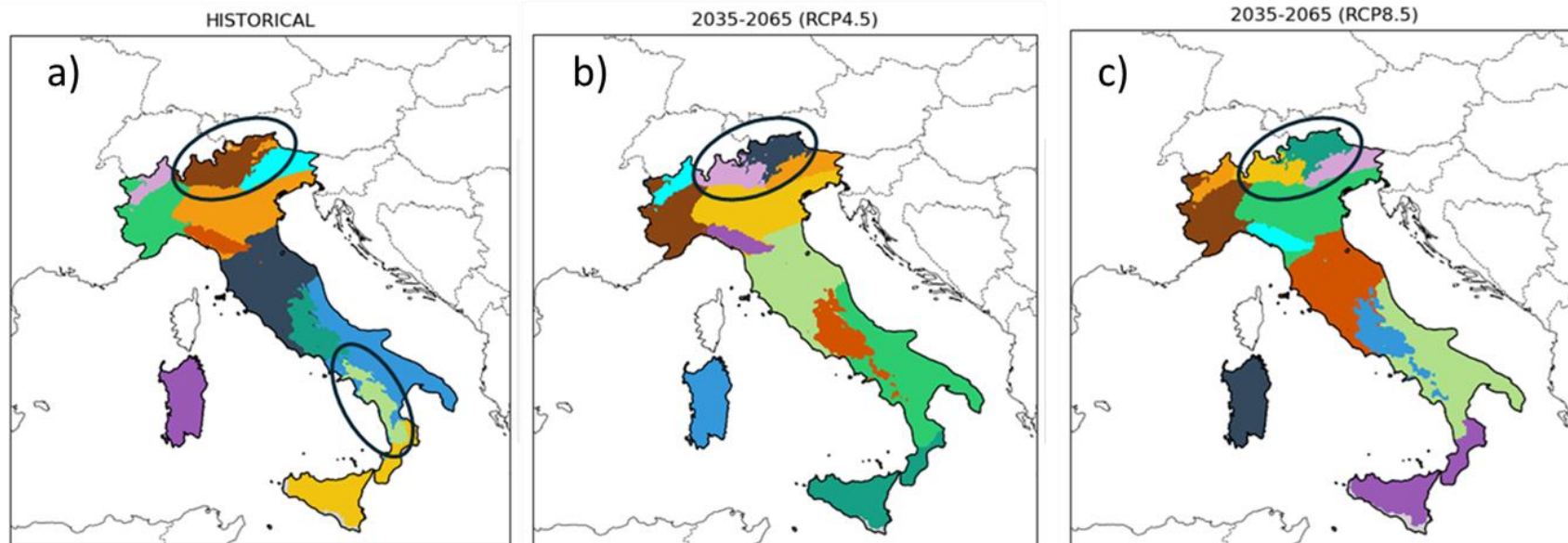
Estate



Clustering eventi estremi di precipitazione in Italia

Evoluzione dei cluster

- **Lombardia:** il cluster storico si divide in due distinti cluster; valori medi di precipitazione più elevati (33–35 mm).
- **Trentino-Alto Adige:** maggiore omogeneizzazione dei valori medi (25,9 mm).
- **Campania:** le massime precipitazioni negli scenari diventano più **localizzate e intense**, soprattutto nelle aree orograficamente complesse.
- **Calabria centro-settentrionale:** il cluster storico scompare, assorbito dal cluster principale del Sud; mediana delle precipitazioni diminuisce da 18,4 mm a circa 10,2 mm.



Clusters colours			Mean (mm)			Median (mm)			Standard Deviation (mm)		
Historical	RCP 4.5	RCP 8.5	Historical	RCP 4.5	RCP 8.5	Historical	RCP 4.5	RCP 8.5	Historical	RCP 4.5	RCP 8.5
●	●	●	7.3	5.1	5.8	4.3	1.7	2.4	9.2	11.3	10.0
●	●	●	29.2	33.4	34.5	24.1	26.5	28.0	17.4	22.4	21.6
●	NA	NA	24.0	NA	NA	18.4	NA	NA	18.5	NA	NA
●	●	●	33.8	36.0	36.6	27.1	27.8	28.9	21.3	26.3	24.8
●	●	●	16.3	16.8	17.2	13.1	13.1	13.6	10.7	12.0	12.0
●	●	●	37.4	40.1	39.1	29.3	29.7	29.7	25.4	31.9	30.1
●	●	●	22.6	23.5	23.4	17.8	17.8	17.5	16.7	19.6	19.7
●	●	●	13.5	12.5	12.8	8.7	7.4	7.4	16.5	17.4	17.7
●	●	●	13.7	14.6	14.1	10.2	10.4	10.1	11.5	13.7	12.9
●	●	●	12.0	12.2	12.5	8.7	8.0	8.2	10.6	13.0	13.3
●	●	●	15.4	15.7	16.5	12.1	12.1	12.7	11.1	11.9	12.5
●	●	●	24.2	24.2	25.8	18.9	18.5	19.7	17.2	18.9	20.2
●	●	●	32.0	31.6	33.3	25.0	23.7	24.9	22.5	25.4	26.1
NA	●	●	NA	25.9	25.9	NA	21.4	21.8	NA	15.6	14.7



Evoluzione stagionale dei cluster

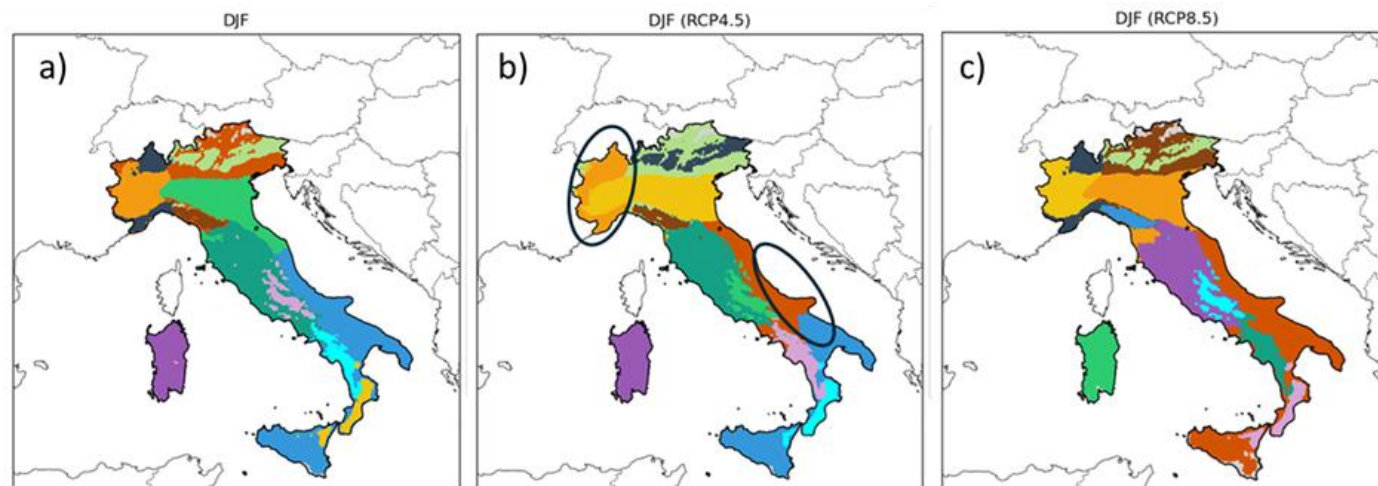
Inverno

- **Piemonte:** in RCP4.5 il cluster storico viene parzialmente inglobato nel cluster della Pianura Padana.
- **Costa adriatica** (Marche meridionali fino al Sud): modifiche nei cluster storici.

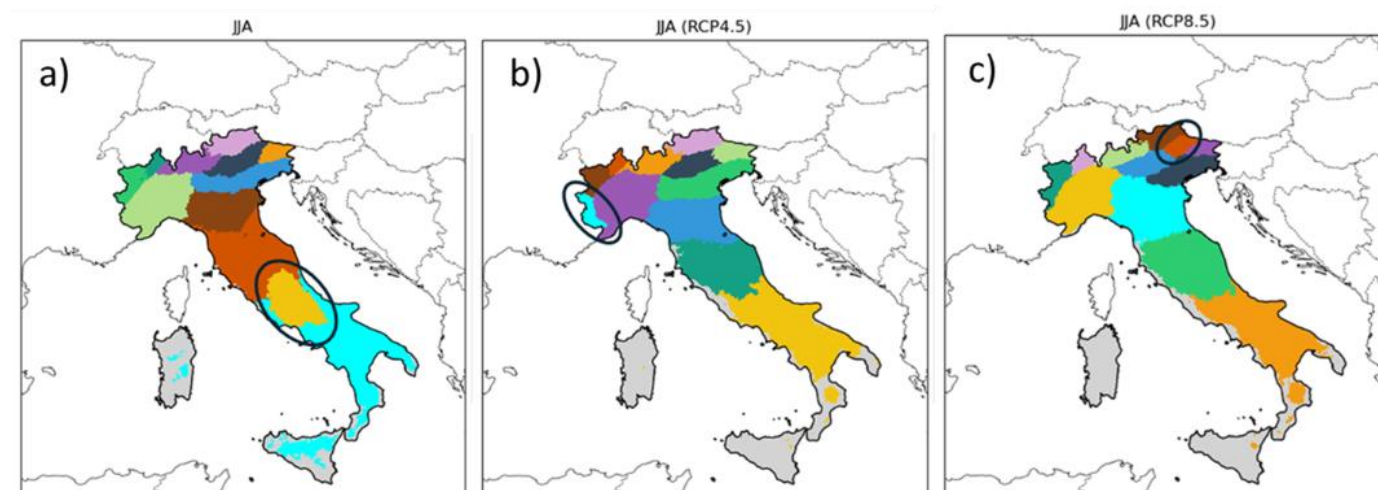
Estate

- **Piemonte:** in RCP4.5 un cluster storico si divide lungo il confine alpino.
- **Centro Italia:** nei due scenari un cluster scompare, assorbito dai cluster del Centro e del Sud.
- In RCP8.5 emerge un nuovo cluster tra le **Alpi Trentine, Venete e Friulane**.

Inverno



Estate





Dati climatici, strumenti e servizi

Piattaforme CMCC per dati ed indici climatici



CMCC DDS – Data Delivery System

<https://dds.cmcc.it/>

- **Accesso** ai dati climatici prodotti e utilizzati dal Centro.
- Consente la **consultazione** dei dataset tramite portali web e il **download automatizzato** via API.

Dataclime

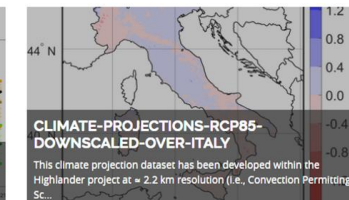
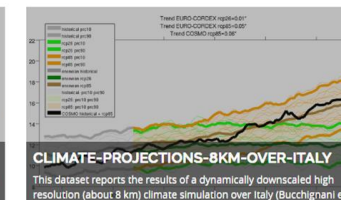
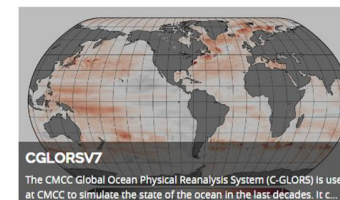
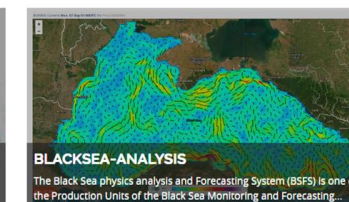
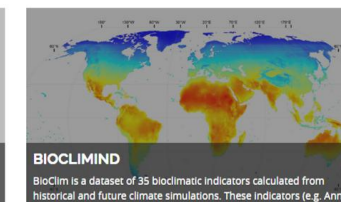
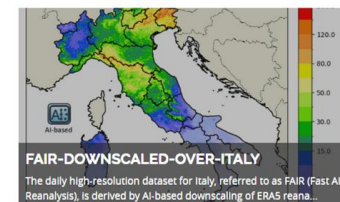
<https://www.dataclime.com/>

- Sviluppata dalla divisione REMHI, con lo scopo di trasformare dati climatici in informazioni a **supporto delle decisioni**.
- Include strumenti sviluppati «su misura», **accessibili** e **adattabili** a diversi utenti e contesti.
- Integra modelli fisici, machine learning e **co-design** attraverso il **confronto diretto con utenti** pubblici e privati.
- Offre **visualizzazioni intuitive** ed **efficaci** per favorire strategie di adattamento basate su dati scientifici.

CMCC DDS
Data Delivery System

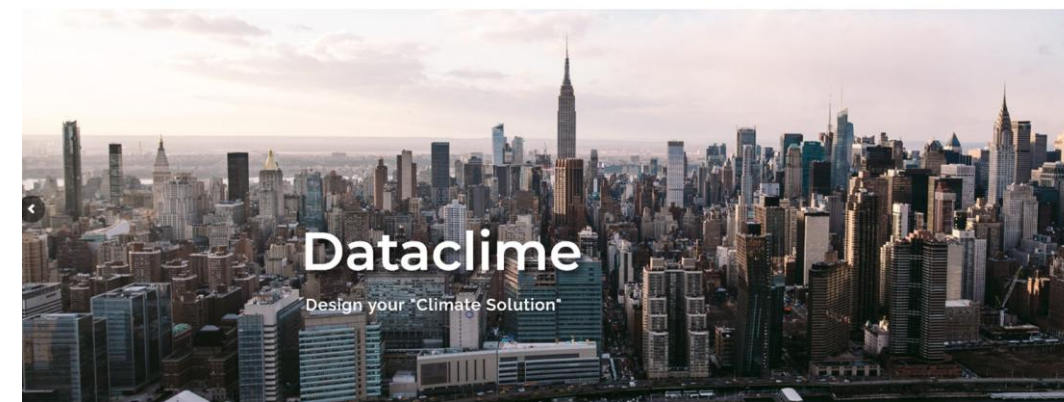
Home Docs About Contact Us Login

— DATASETS —



cmcc | dataclime.com

Home Chi siamo Servizi Progetti Partnership Highlights Contatti



Fondazione Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici




© Fondazione CMCC

OPEN SOURCE DATACLIME CARDS

Statistical Downscaling of CMIP6 Climate Projections for Italy

Climate Change maps covering key climate indicators such as temperature increases, intense precipitation, heatwaves, and others. The maps have been developed by using statistically downscaled data (based on bias-correction) derived from an ensemble of Global Climate Models (CMIP6) aiming to provide high-resolution climate information (~5.5 km) taking into account the new IPCC scenarios (SSP 1-2.6, SSP 3-7.0) presented in the sixth IPCC report.

DOWNLOAD →




OPEN SOURCE DATACLIME CARDS

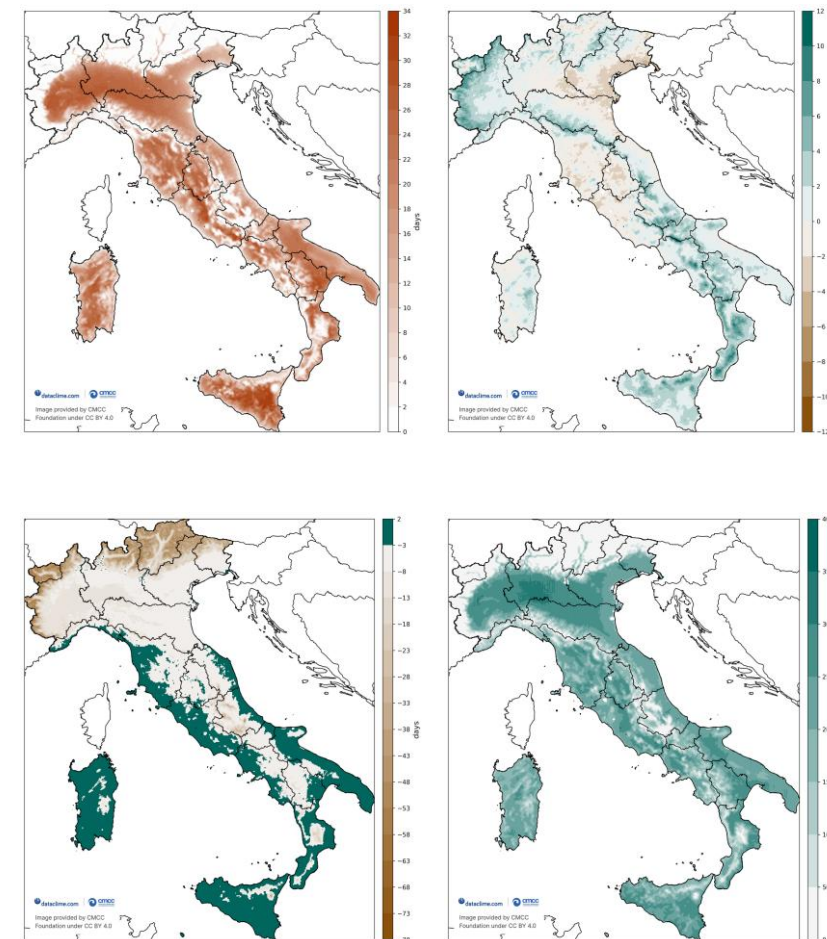
CMCC Very High Resolution Climate Projection for Italy

Climate Change maps covering key climate indicators such as temperature increases, intense precipitation, heatwaves, and others. The maps have been developed by using a very high resolution climate projection performed by CMCC, useful to study the expected climate change in Italy.

VISUALISE →

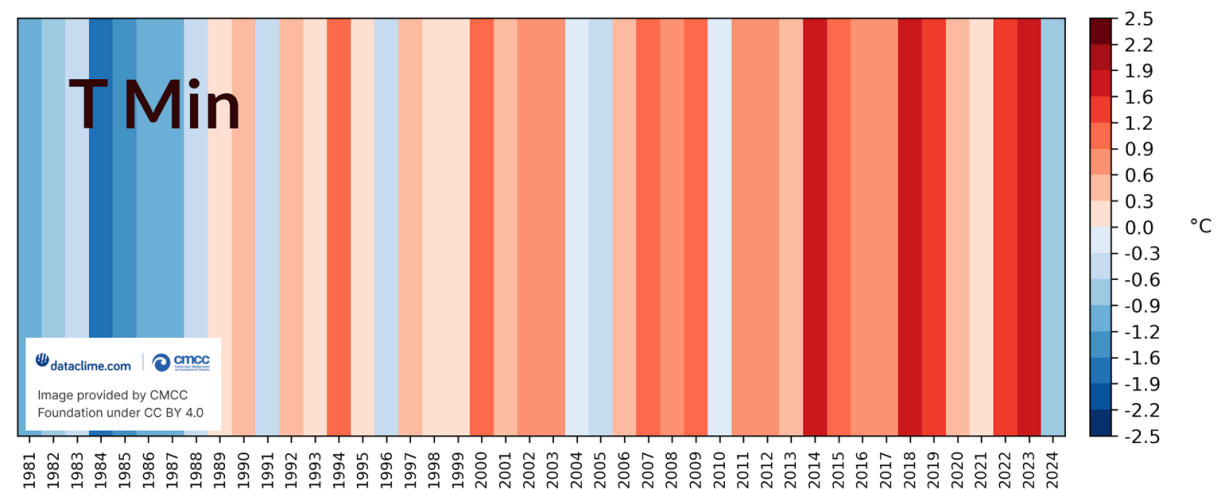
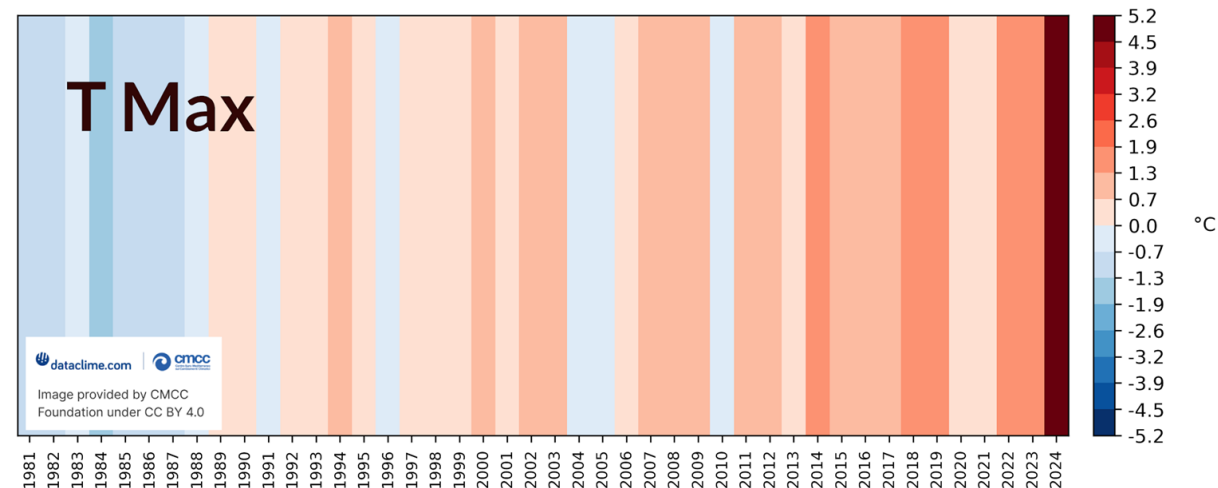


Le Dataclime Cards sono strumenti open source di visualizzazione e comunicazione dei dati climatici, progettati per rendere complesse informazioni scientifiche accessibili e comprensibili da diverse tipologie di utenti.



Climate stripes: visualizzazione delle anomalie di temperatura

- Mostrano le anomalie delle temperature medie annuali, rispetto ad un periodo di riferimento.
- I colori dal blu al rosso e la sequenza temporale permettono di visualizzare evoluzione e trend delle temperature in modo intuitivo.
- Approccio ben riconoscibile ed ampiamente usato in ambito scientifico e di *outreach*, per favorire la comprensione immediata delle trasformazioni climatiche.
- Su Dataclime, le *climate stripes* sono generate per nazioni, regioni e province italiane, utilizzando il dataset VHR-REA_IT [[9](#), [10](#), [11](#)].



Provincia di Venezia, periodo di riferimento 1981-2010



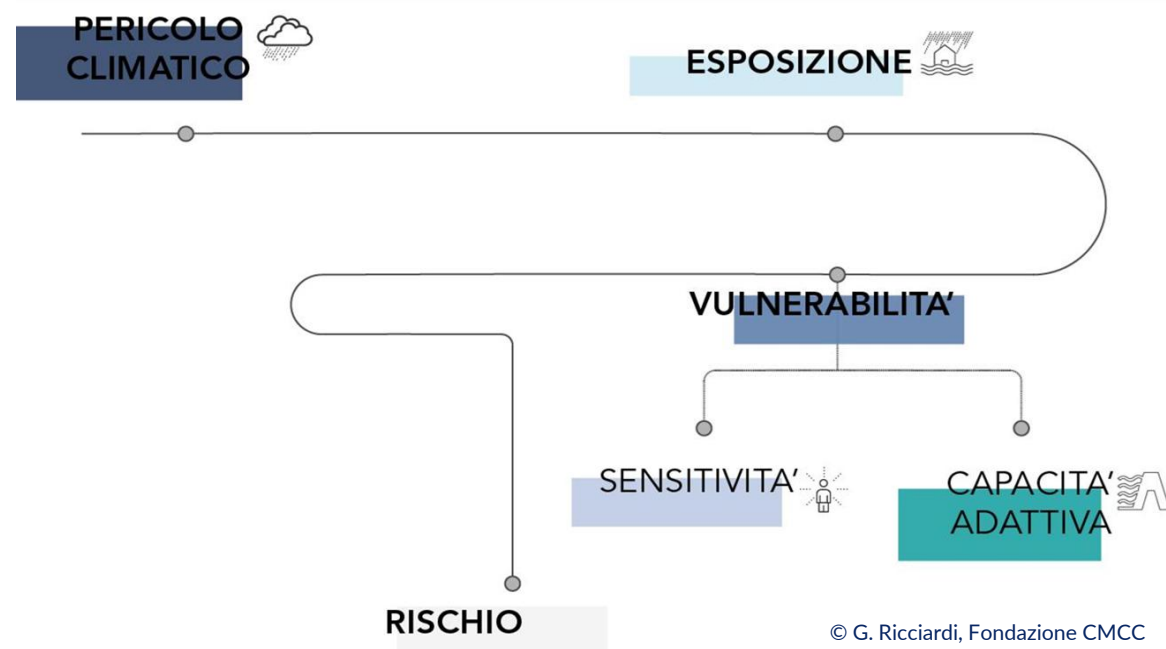
Il rischio climatico

Rischio climatico: possibilità di effetti negativi su sistemi umani ed ecologici, dovuti sia agli impatti del cambiamento climatico, sia alle risposte umane.

Pericolo climatico: evento potenzialmente negativo legato al clima che può causare danni a persone, beni, ecosistemi. Esempi: inondazioni, ondate di calore, siccità, incendi.

Esposizione: presenza in aree a rischio di persone e comunità, mezzi di sussistenza (agricoltura, pesca, allevamento, attività economiche), specie ed ecosistemi, funzioni ambientali e servizi ecosistemici, infrastrutture, beni economici, sociali e culturali.

Vulnerabilità: predisposizione di un sistema a subire effetti negativi, determinata dalla **sensitività** e dalla **capacità adattiva**.



Sensitività: grado in cui un sistema è influenzato negativamente dagli stimoli climatici.

Capacità adattiva: abilità di sistemi, istituzioni, esseri umani o altri organismi di modificarsi per ridurre i danni, sfruttare eventuali opportunità o gestire le conseguenze dei cambiamenti climatici.

Rischi di ondate di calore su popolazioni e ecosistemi

- Numero di decessi e persone a rischio di stress da calore raddoppiato o triplicato per un innalzamento della temperatura pari a 3°C, rispetto a 1,5°C.
 - Riduzione degli habitat adatti agli attuali ecosistemi terrestri e marini e cambiamento irreversibile della loro composizione
- Le misure di adattamento devono essere anticipate nell'Europa meridionale, dove il rischio è maggiore rispetto alle aree a Nord

Rischi prodotti da maggiore frequenza e intensità di inondazioni

A causa dei cambiamenti nelle precipitazioni e dell'innalzamento del livello del mare, i rischi per le persone e le infrastrutture derivanti dalle inondazioni costiere, fluviali e pluviali aumenteranno in molte regioni d'Europa.

Rischi di scarsità di risorse idriche

Nell'Europa meridionale il rischio è già elevato per un livello di riscaldamento globale di 1,5°C e diventa molto alto nel caso di un innalzamento di 3°C. In queste regioni, la domanda di risorse idriche eccede già oggi le disponibilità. Nel caso di un innalzamento di temperatura di 3°C il rischio di scarsità di risorse idriche diventa alto anche nell'Europa centro-occidentale.

Rischi per la produzione agricola

A causa di una combinazione di caldo e siccità, si prevedono nel XXI secolo perdite sostanziali in termini di produzione agricola per la maggior parte delle aree europee, che non saranno compensate dai guadagni attesi per l'Europa settentrionale.



Mitigazione e adattamento:
citizen engagement & climate action

Mitigazione del cambiamento climatico: interventi volti a **ridurre o prevenire le cause** del cambiamento climatico.

- Obiettivo: minimizzare le emissioni e/o aumentare l'assorbimento dei gas serra, contenere gli altri fattori che contribuiscono al riscaldamento globale.
- Esempi: utilizzo di energie rinnovabili e riduzione della dipendenza dai combustibili fossili.



Adattamento al cambiamento climatico: processo di adeguamento ai cambiamenti climatici attuali o previsti e ai loro effetti, per **ridurre i danni** o sfruttare eventuali opportunità.

- Obiettivo: rafforzare la resilienza di comunità, ecosistemi ed economie alle condizioni climatiche in evoluzione.
- Esempi: costruzione di infrastrutture resilienti, implementazione di sistemi di allerta precoce, adozione di coltivazioni più resistenti.



- Il coinvolgimento di un **pubblico ampio** è essenziale per l'efficacia delle azioni climatiche.
- La **partecipazione attiva** può favorire una pianificazione e un'implementazione più ambiziose e trasformative.
- Contribuisce a rafforzare la **consapevolezza** e la **comprensione** di vulnerabilità, rischi e opportunità legati ai cambiamenti climatici.
- Aumenta l'**impegno collettivo** nell'affrontare la crisi climatica.
- Facilita l'attuazione di **azioni concrete**, incluso il **cambiamento** dei comportamenti individuali e collettivi.



Fonte: EEA, Climate-ADAPT, <https://climate-adapt.eea.europa.eu>, [13], CC-BY



Adaptation AGORA è un progetto *Horizon Europe* della durata di 3 anni, avviato a gennaio 2023 e coordinato dalla **Fondazione CMCC**.

In linea con gli obiettivi della **Missione UE sull'adattamento ai cambiamenti climatici**, Adaptation AGORA:

- Promuove processi di **trasformazione sociale** in diversi contesti attraverso strumenti e approcci transdisciplinari.
- Incoraggia il **coinvolgimento attivo di cittadini e comunità** nelle azioni contro il cambiamento climatico.
- Accelera i processi di **adattamento locale** per costruire un'Europa più resiliente ai cambiamenti climatici.





📍 **Germany**
Dresden, European Citizen Science Association (ECSA)

📍 **Sweden**
Malmö, Stockholm Environment Institute (SEI)

📍 **Spain**
Zaragoza (Ibercivis Foundation)

📍 **Italy**
Rome, Euro-Mediterranean Center on Climate Change (CMCC)

Strumenti digitali

- Quattro strumenti digitali.
- Uno spazio **aperto** per favorire la crescita di una **comunità ampia di cittadini informati e consapevoli**.

Regioni pilota e *followers*

- Un insieme di **regioni pilota** costituisce l'**arena di co-produzione** per il **co-design, co-sviluppo e co-implementazione** di soluzioni di adattamento climatico.
- **Altre regioni**, associazioni, organizzazioni e istituzioni possono partecipare come ***followers***.

L'Accademia Digitale, sviluppata nell'ambito del progetto *Adaptation AGORA*, promuove l'accesso e l'utilizzo dei dati climatici e il monitoraggio dei rischi.

L'accademia si fonda su **tre pilastri**.

Accademia digitale

Per accedere e utilizzare i dati climatici e monitorare i rischi climatici

Inventories

Strumenti per **ricercare** ed **accedere** ad informazioni climatiche in maniera mirata (area target, copertura temporale, tipo di prodotto), in base al livello di conoscenza dell'utente (esperto/pubblico generico).

Otto moduli di **apprendimento** sui temi fondamentali del cambiamento climatico, per capire come leggere ed interpretare i dati climatici.

Modules

Citizen Science

Approccio **collaborativo** alla ricerca scientifica, per contribuire ad arricchire l'accademia con nuovi spunti, segnalando iniziative e best practices.



Riepilogo

La ricerca

Elabora **modelli** e **indicatori** per valutare gli impatti del cambiamento climatico e le vulnerabilità degli insediamenti urbani, supportando la **pianificazione** e la **gestione** dell'adattamento.

L'alta risoluzione

Consente di rappresentare con maggiore precisione i **fenomeni locali** e di progettare azioni di adattamento mirate e basate su evidenze scientifiche.

I servizi climatici

Trasformano i dati climatici in **strumenti** utili alle **decisioni**, rispondendo alle esigenze degli utenti grazie a un **dialogo continuo** tra scienza e società.

Citizen Engagement & Climate actions

Contribuiscono a rafforzare **comprensione** e **consapevolezza**, favorendo la pianificazione e l'implementazione delle strategie di adattamento più ambiziose e trasformative.

Riferimenti bibliografici e fonti delle immagini



Alcune delle immagini e dei materiali contenuti in questa presentazione sono tratti da fonti pubbliche e sono utilizzati a fini **esclusivamente informativi** e **non** commerciali. Ove non già specificato nelle didascalie, i riferimenti indicati in questa slide forniscono l'attribuzione agli autori e agli enti titolari dei diritti.

1. IPCC (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Fig. TS.19, p. 94, parte superiore. Utilizzata senza modifiche. © IPCC.
2. Il copyright del logo IPCC appartiene a IPCC. Le copertine dei report sono utilizzate esclusivamente a fine illustrativo: IPCC (2023). Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC; IPCC (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press; IPCC (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
3. CMCC DDS, CMIP6 Stat Downscaled Over Italy, <https://doi.org/10.25424/cmcc-75s8-a308>.
4. Fedele, G., Reder, A. & Mercogliano, P. (2025). Statistical Downscaling over Italy using EQM: CMIP6 Climate Projections for the 1985–2100 Period. *Sci Data* 12, 910, <https://doi.org/10.1038/s41597-025-05270-8>.
5. Giorgi, F. (2019). Thirty years of regional climate modeling: Where are we and where are we going next? *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 124, 5696–5723, <https://doi.org/10.1029/2018JD030094>.
6. Tiedtke, M. (1987). Parametrization of non-convective condensation processes, *ECMWF Meteorological Training Course Lecture Series*, © ECMWF 2002.
7. Manco, I., et al. (2025). A new conditional generative adversarial neural network approach for statistical downscaling of the ERA5 reanalysis over the Italian Peninsula. *Environmental Modelling & Software*, 188, 106427, <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2025.106427>.
8. Manco, I., et al., Identifying Recurring Patterns of Extreme Daily Precipitation Using K-means Algorithm: Uncovering Spatial Shift Driven by Climate Change over the Italian Peninsula, in review, 2025.
9. Raffa, M., et al. (2021). VHR-REA_IT Dataset: Very High Resolution Dynamical Downscaling of ERA5 Reanalysis over Italy by COSMO-CLM. *Data*, 6(8), 88. <https://doi.org/10.3390/data6080088>
10. Adinolfi, M., et al. (2023). Investigation on potential and limitations of ERA5 Reanalysis downscaled on Italy by a convection-permitting model. *Climate Dynamics* 61, 4319–4342. <https://doi.org/10.1007/s00382-023-06803-w>
11. CMCC DDS, ERA5 downscaling @2.2 km over Italy, https://doi.org/10.25424/cmcc/era5-2km_italy
12. Focal point IPCC per l'Italia, Il rapporto IPCC spiegato dagli esperti italiani con i contenuti principali su Europa, Mediterraneo e Italia, URL: <https://ipccitalia.cmcc.it/il-rapporto-ipcc-spiegato-dagli-esperti-italiani-con-i-contenuti-principali-su-europa-mediterraneo-e-italia/>, consultato il 13/10/2025
13. European Environment Agency (EEA), Climate-ADAPT, Regional Adaptation Support Tool, URL: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/mission/knowledge-and-data/regional-adaptation-support-tool>, licenza CC-BY.



cmcc

Centro Euro-Mediterraneo
sui Cambiamenti Climatici

www.cmcc.it



A satellite view of Earth from space, showing the Americas and the Atlantic Ocean. The word "Backup" is overlaid in white text in the center.

Backup

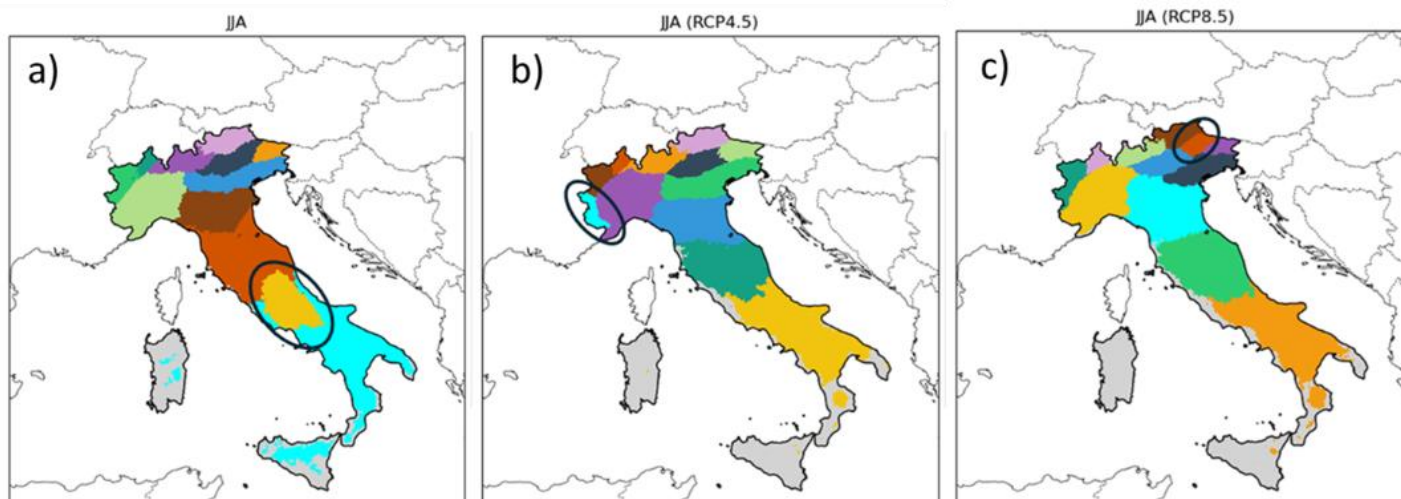
Clustering eventi estremi di precipitazione in Italia



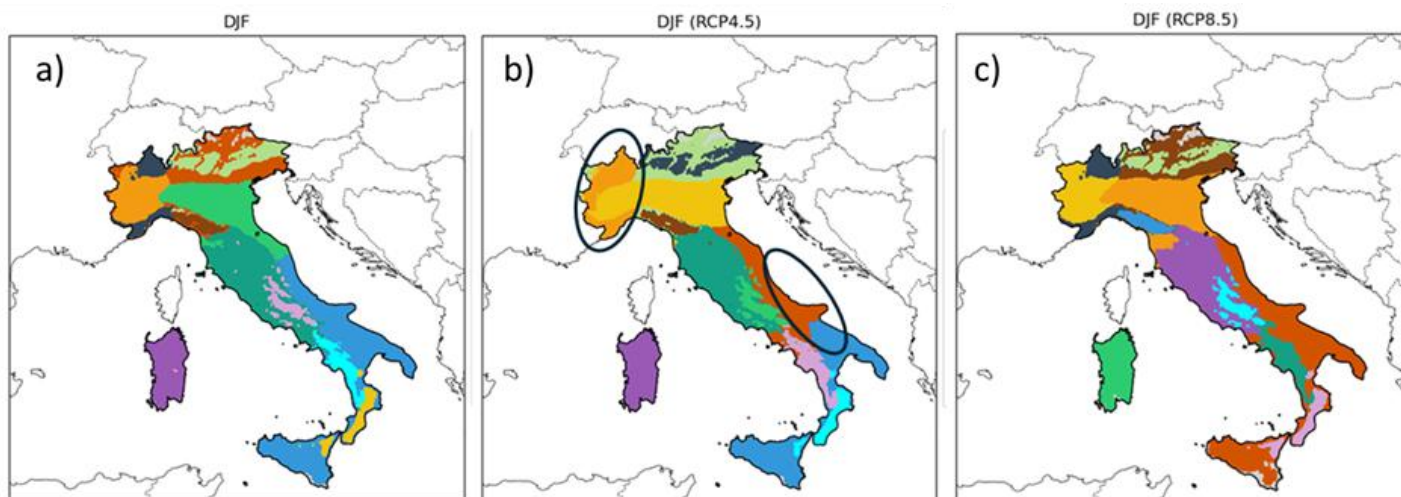
Stagione	Più piovosa	Valore (mm)	Meno piovosa	Valore (mm)
Autunno	Prealpi Carniche, Giulie e Venete	44	Sardegna	13
	Piemonte Nord (Alpi Lepontine)	41.4	Sicilia	8.1
Inverno	Liguria e Appennino ligure	44.9	Pianura Padana centrale e orientale (soprattutto Lombardia orientale, Veneto e parte dell'Emilia settentrionale)	13.5
	Appennino umbro-abruzzese	37.1	Area dolomitica del Trentino	9.5
Primavera	Alpi occidentali ad eccezione delle valli ai piedi del Monte Bianco	Da 38.4 sulle Alpi Graie e Cozie a 43.6 sulle Alpi Lepontine	Calabria meridionale	15.3
			Sicilia	da 8 a 15.3
Estate	Alpi Graie, Cozie	38.1	Italia meridionale ed Isole e fascia costiera di Abruzzo e Lazio	da 1.5 a 5.6
	Carnia (Friuli-Venezia Giulia)	33.1		

*(media giornaliera calcolata sul periodo 1980-2020)

Estate e Inverno

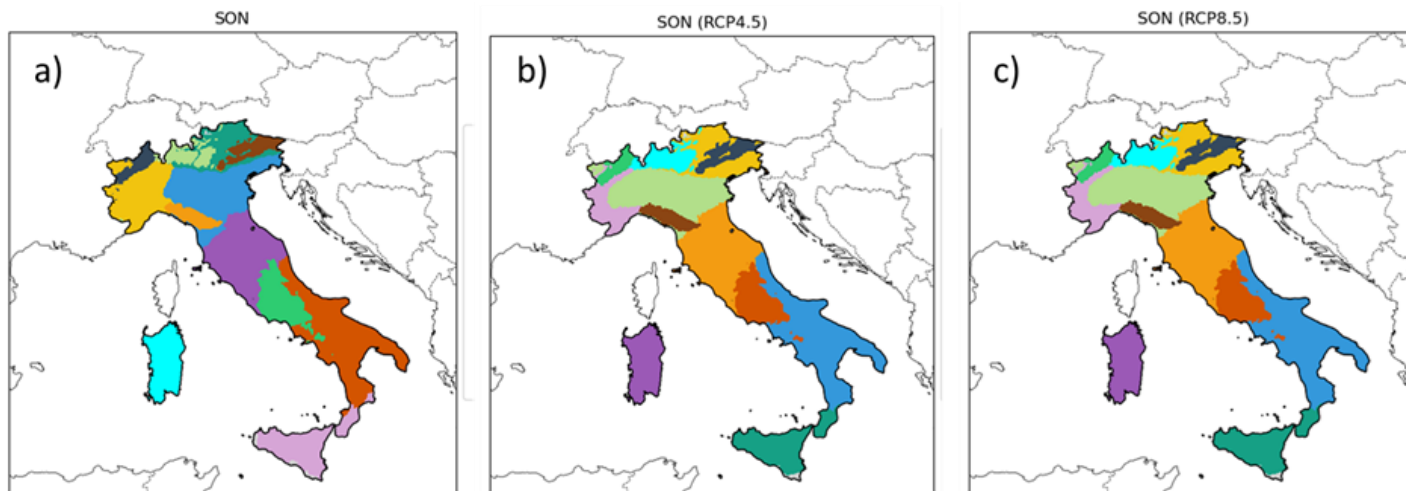


Clusters colours			Mean (mm)			Median (mm)			Standard Deviation (mm)		
Historical	RCP 4.5	RCP 8.5	Historical	RCP 4.5	RCP 8.5	Historical	RCP 4.5	RCP 8.5	Historical	RCP 4.5	RCP 8.5
●	●	●	1.5	0.6	0.5	0.0	0.0	0.0	4.6	2.9	3.0
●	●	●	12.8	9.2	9.8	9.0	5.1	5.9	11.2	11.3	11.1
●	●	●	15.2	10.9	12.3	11.3	6.9	8.0	12.8	12.7	12.9
●	●	●	5.6	6.4	6.1	2.4	2.7	2.5	8.5	9.8	9.4
●	●	●	33.1	31.1	29.8	28.3	26.3	25.3	17.4	16.9	16.1
●	●	●	28.8	28.9	28.6	25.7	25.4	25.3	11.8	13.0	12.7
●	●	●	25.6	26.0	23.9	21.0	20.5	18.7	15.7	18.5	17.3
●	NA	NA	11.8	NA	NA	8.3	NA	NA	11.2	NA	NA
●	●	●	17.3	13.3	15.1	13.4	9.5	11.3	12.3	11.7	12.5
●	●	●	29.8	25.3	28.7	25.4	21.0	24.5	16.7	16.3	15.7
●	●	●	29.5	24.7	23.6	25.9	20.7	19.4	14.1	14.4	14.5
●	●	●	38.1	32.5	30.7	29.9	24.6	23.7	25.4	25.0	22.6
●	●	●	8.7	7.7	8.4	5.6	4.1	4.3	9.3	9.8	10.8
NA	●	NA	NA	20.4	NA	NA	15.6	NA	NA	16.5	NA
NA	NA	●	NA	NA	32.6	NA	NA	28.4	NA	NA	14.2

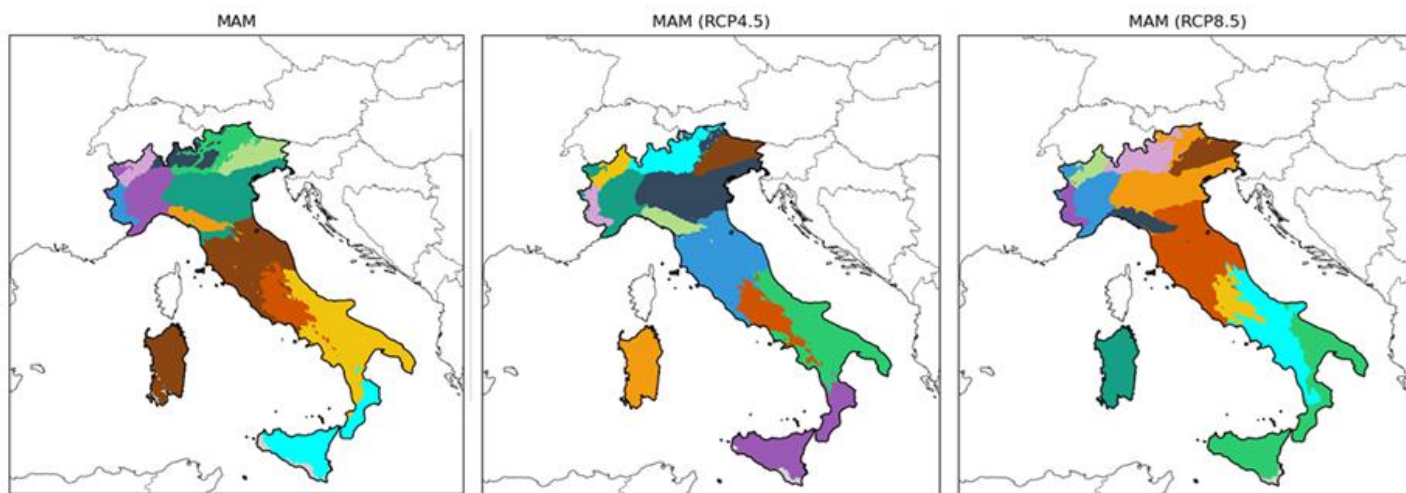


Clusters colours			Average (mm)			Median (mm)			Standard Deviation (mm)		
Historical	RCP 4.5	RCP 8.5	Historical	RCP 4.5	RCP 8.5	Historical	RCP 4.5	RCP 8.5	Historical	RCP 4.5	RCP 8.5
●	●	●	9.5	10.8	9.8	7.6	8.8	7.6	7.4	8.7	8.9
●	●	●	44.9	43.3	47.9	38.0	34.9	38.2	25.4	28.1	31.6
●	●	●	31.2	34.4	40.1	25.3	26.5	32.2	19.2	25.0	25.9
●	●	●	32.8	28.6	28.7	26.6	23.5	23.5	21.0	17.7	18.6
●	NA	●	19.8	NA	22.0	15.8	NA	17.1	13.2	NA	16.0
●	●	●	37.1	34.8	39.7	30.5	28.0	31.9	22.7	23.4	26.2
●	●	●	13.5	14.2	16.1	10.9	11.2	13.4	8.3	9.7	9.2
●	●	●	33.0	27.1	28.5	24.0	19.1	20.0	27.8	28.5	28.1
●	●	●	14.6	13.4	14.0	11.3	9.8	10.4	11.3	11.8	11.8
●	●	●	14.3	15.3	15.8	11.1	11.3	11.7	11.0	13.3	13.1
●	●	●	32.0	27.7	34.2	26.1	21.0	27.5	19.5	22.3	22.1
●	●	●	18.0	18.0	20.5	14.9	14.9	17.0	10.8	10.9	12.3
●	●	●	20.1	21.7	23.8	16.7	17.2	19.9	12.2	14.8	14.1
NA	●	NA	NA	15.7	NA	NA	12.5	NA	NA	11.0	NA

Autunno e Primavera



Clusters colours			Mean (mm)			Median (mm)			Standard Deviation (mm)		
Historical	RCP 4.5	RCP 8.5	Historical	RCP 4.5	RCP 8.5	Historical	RCP 4.5	RCP 8.5	Historical	RCP 4.5	RCP 8.5
●	●	●	8.1	9.0	8.5	4.9	2.8	2.7	10.3	16.4	14.8
●	●	●	44.0	51.0	45.9	33.3	38.8	34.9	31.7	38.2	34.3
●	●	●	40.4	44.4	39.3	31.5	34.8	30.7	27.3	29.9	27.6
●	●	●	13.0	16.6	16.1	9.0	10.8	10.6	12.5	16.9	17.0
●	●	●	37.3	41.5	38.3	29.2	31.8	28.9	25.8	31.8	28.8
●	●	●	14.5	17.1	14.7	8.6	9.5	8.0	20.9	24.0	21.7
●	●	●	25.5	30.2	27.9	19.3	23.3	21.2	19.3	23.1	22.1
●	●	●	22.3	34.4	30.6	16.4	25.7	21.9	19.2	27.4	28.4
●	●	●	17.6	21.0	19.3	13.6	16.7	14.6	12.5	14.6	15.1
●	●	●	18.7	21.3	21.4	14.4	16.4	16.1	13.7	15.3	16.6
●	●	●	41.4	55.0	48.7	30.3	40.3	34.3	32.5	44.2	43.7
●	●	●	27.0	29.2	27.7	21.5	23.3	22.0	17.5	19.2	18.9
●	●	●	17.5	18.4	17.3	12.4	12.9	11.9	16.5	17.6	17.5



Clusters colours			Mean (mm)			Median (mm)			Standard Deviation (mm)		
Historical	RCP 4.5	RCP 8.5	Historical	RCP 4.5	RCP 8.5	Historical	RCP 4.5	RCP 8.5	Historical	RCP 4.5	RCP 8.5
●	●	●	8.0	6.9	5.5	5.8	3.8	2.3	7.5	8.3	8.3
●	●	●	15.3	15.2	15.3	12.6	12.7	12.8	9.7	9.2	9.1
●	●	●	34.0	32.4	35.4	28.3	26.7	29.6	18.8	18.6	19.7
●	●	●	15.3	13.3	11.5	10.7	9.1	8.0	15.9	14.4	11.5
●	●	●	30.4	26.1	29.5	24.7	21.5	23.8	19.4	16.1	19.3
●	●	●	43.6	43.4	45.6	35.3	34.7	37.4	25.3	26.5	26.8
●	●	●	24.1	29.7	33.4	20.9	25.3	28.6	11.5	15.8	16.9
●	●	●	16.8	14.6	17.8	13.6	11.3	14.0	11.4	10.9	13.1
●	●	●	38.4	38.2	38.8	31.4	30.6	30.1	22.7	24.5	26.2
●	●	●	22.6	22.4	23.1	18.8	18.2	18.3	13.3	14.9	15.3
●	NA	NA	36.1	NA	NA	30.8	NA	NA	17.3	NA	NA
●	●	●	16.7	16.8	18.8	13.9	14.2	16.1	9.7	9.3	10.3
●	●	●	24.5	21.1	25.5	20.2	17.4	20.9	15.0	13.4	16.0
NA	●	●	NA	12.0	12.7	NA	8.7	8.9	NA	10.7	11.7