

Changes in Extreme Precipitation and Temperature Indices over two Alpine Regions using CMIP5 Climate Models

Daniela Andrea Quintero Garcia

Department of Environment, Land and Infrastructure Engineering
Politecnico di Torino

July 22, 2020



Outline

- 1. Introduzione**
- 2. Motivazione**
- 3. Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5)**
- 4. Climate Change Indices ETCCDI**
- 5. Regioni**
- 6. Data Processing**
- 7. Risultati**
- 8. Conclusioni**
- 9. Lavori Futuri**

Outline

- 1. Introduzione**
- 2. Motivazione**
- 3. Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5)**
- 4. Climate Change Indices ETCCDI**
- 5. Regioni**
- 6. Data Processing**
- 7. Risultati**
- 8. Conclusioni**
- 9. Lavori Futuri**

Studiare gli eventi estremi è di grande importanza per sviluppare meglio la gestione del rischio di disastri, ridurre l'esposizione e la vulnerabilità della società.

Studiare gli eventi estremi è di grande importanza per sviluppare meglio la gestione del rischio di disastri, ridurre l'esposizione e la vulnerabilità della società.

Questa tesi valuta i cambiamenti negli indici climatici ETCCDI (Expert Team on Climate Change Detection and Indices) per le precipitazioni e la temperatura in due aree alpine, usando i modelli climatici CMIP5

Outline

- 1. Introduzione**
- 2. Motivazione**
- 3. Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5)**
- 4. Climate Change Indices ETCCDI**
- 5. Regioni**
- 6. Data Processing**
- 7. Risultati**
- 8. Conclusioni**
- 9. Lavori Futuri**

Motivazione

EVENTI ESTREMI



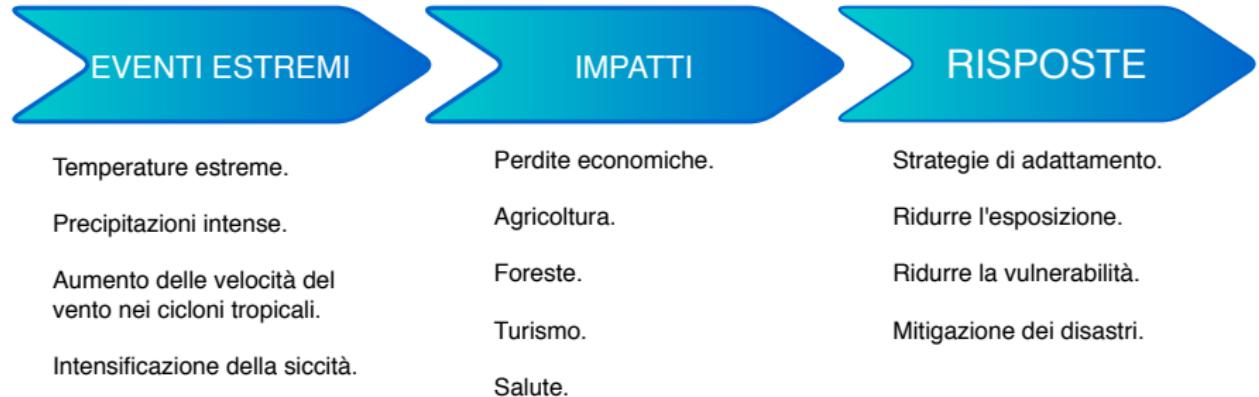
Motivazione



Motivazione



Motivazione



Outline

1. Introduzione
2. Motivazione
- 3. Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5)**
4. Climate Change Indices ETCCDI
5. Regioni
6. Data Processing
7. Risultati
8. Conclusioni
9. Lavori Futuri

CMIP5 Models

- ▶ Set di dati multi-modello progettato per aumentare la nostra conoscenza del clima, la sua variabilità e il suo cambiamento attraverso l'applicazione di **GCMs** (General Circulation Models):

CMIP5 Models

- ▶ Set di dati multi-modello progettato per aumentare la nostra conoscenza del clima, la sua variabilità e il suo cambiamento attraverso l'applicazione di **GCMs** (General Circulation Models):
- ▶ Rispondono a concentrazioni specifiche e variabili nel tempo di vari componenti atmosferici.

CMIP5 Models

- ▶ Set di dati multi-modello progettato per aumentare la nostra conoscenza del clima, la sua variabilità e il suo cambiamento attraverso l'applicazione di **GCMs** (General Circulation Models):
- ▶ Rispondono a concentrazioni specifiche e variabili nel tempo di vari componenti atmosferici.
- ▶ Il CMIP5 rappresenta due grandi gruppi di esperimenti di modellazione del cambiamento climatico:

- ▶ Set di dati multi-modello progettato per aumentare la nostra conoscenza del clima, la sua variabilità e il suo cambiamento attraverso l'applicazione di **GCMs** (General Circulation Models):
- ▶ Rispondono a concentrazioni specifiche e variabili nel tempo di vari componenti atmosferici.
- ▶ Il CMIP5 rappresenta due grandi gruppi di esperimenti di modellazione del cambiamento climatico:
 - ▶ Integrazione a lungo termine.
 - ▶ Eperimento storico (1850-2005).
 - ▶ Proiezioni future (Representative Concentration Pathway RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 e RCP8.5) (2006-2100).

- ▶ Set di dati multi-modello progettato per aumentare la nostra conoscenza del clima, la sua variabilità e il suo cambiamento attraverso l'applicazione di **GCMs** (General Circulation Models):
- ▶ Rispondono a concentrazioni specifiche e variabili nel tempo di vari componenti atmosferici.
- ▶ Il CMIP5 rappresenta due grandi gruppi di esperimenti di modellazione del cambiamento climatico:
 - ▶ Integrazione a lungo termine.
 - ▶ Eperimento storico (1850-2005).
 - ▶ Proiezioni future (Representative Concentration Pathway RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 e RCP8.5) (2006-2100).
 - ▶ Integrazione a breve termine (decadale).

CMIP5 Models

Variable	Frequency	Experiment	N° Models	Analysis
pr	Daily	Historical	33	ETCCDI Climate Indices
		RCP4.5	31	
		RCP8.5	33	

CMIP5 Models

Variable	Frequency	Experiment	Nº Models	Analysis
pr	Daily	Historical	33	ETCCDI Climate Indices
		RCP4.5	31	
		RCP8.5	33	
tasmin	Daily	Historical	33	ETCCDI Climate Indices
		RCP4.5	31	
		RCP8.5	33	
tasmax	Daily	Historical	34	ETCCDI Climate Indices
		RCP4.5	32	
		RCP8.5	34	

CMIP5 Models

Variable	Frequency	Experiment	Nº Models	Analysis
pr	Daily	Historical	33	ETCCDI Climate Indices
		RCP4.5	31	
		RCP8.5	33	
tasmin	Daily	Historical	33	ETCCDI Climate Indices
		RCP4.5	31	
		RCP8.5	33	
tasmax	Daily	Historical	34	ETCCDI Climate Indices
		RCP4.5	32	
		RCP8.5	34	
pr tas	Monthly	Historical	49	Evaluation of models and change in precipitation and temperature
		RCP4.5	45	
		RCP8.5	42	

Outline

1. Introduzione
2. Motivazione
3. Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5)
- 4. Climate Change Indices ETCCDI**
5. Regioni
6. Data Processing
7. Risultati
8. Conclusioni
9. Lavori Futuri

Absolute (9)

Temperatura del giorno più caldo o più freddo dell'anno,
o il massimo annuale di precipitazione.

Absolute (9)

Temperatura del giorno più caldo o più freddo dell'anno, o il massimo annuale di precipitazione.

Threshold (7)

Numero di giorni in cui viene superata una soglia fissa di temperatura o di precipitazione.

Absolute (9)

Temperatura del giorno più caldo o più freddo dell'anno, o il massimo annuale di precipitazione.

Threshold (7)

Numero di giorni in cui viene superata una soglia fissa di temperatura o di precipitazione.

Duration (5)

Durata dei periodi piovosi, secchi, caldi e freddi.

Absolute (9)

Temperatura del giorno più caldo o più freddo dell'anno, o il massimo annuale di precipitazione.

Threshold (7)

Numero di giorni in cui viene superata una soglia fissa di temperatura o di precipitazione.

Duration (5)

Durata dei periodi piovosi, secchi, caldi e freddi.

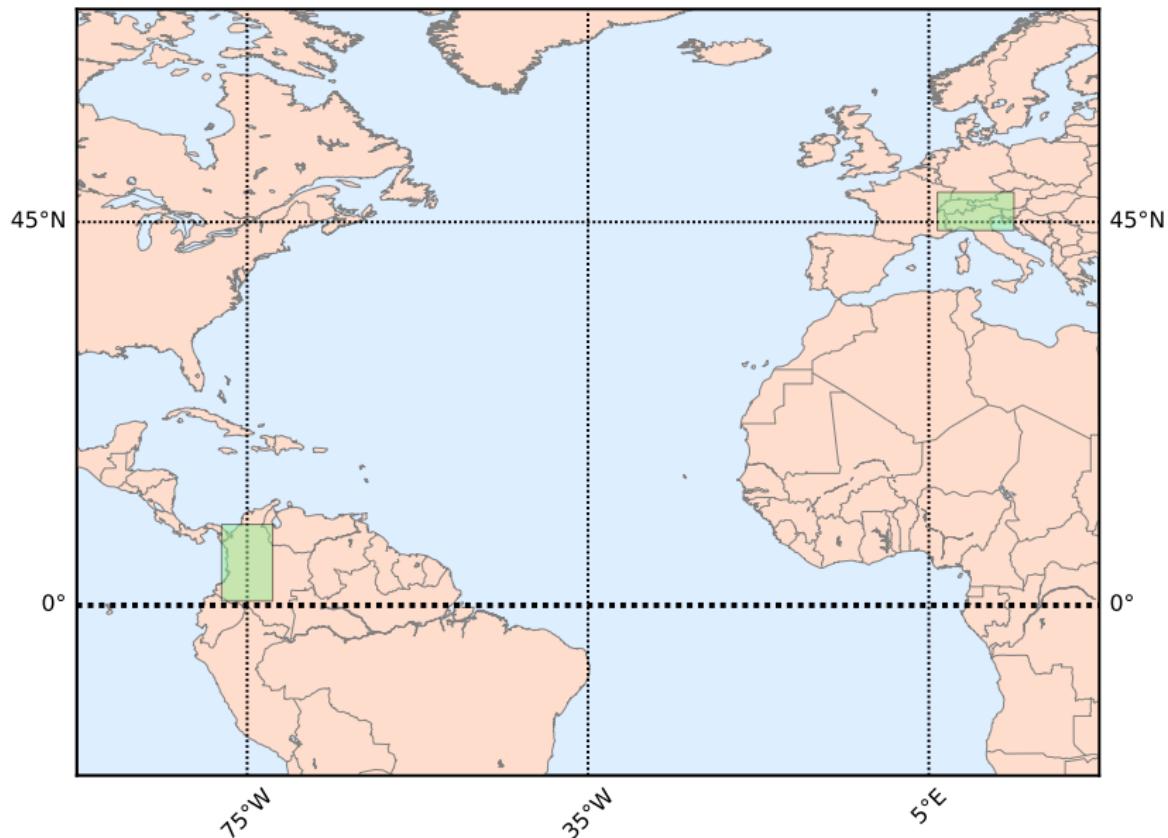
Percentiles (6)

Percentuali di superamento al di sopra o al di sotto del 10° o 90° percentile.

Outline

1. Introduzione
2. Motivazione
3. Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5)
4. Climate Change Indices ETCCDI
- 5. Regioni**
6. Data Processing
7. Risultati
8. Conclusioni
9. Lavori Futuri

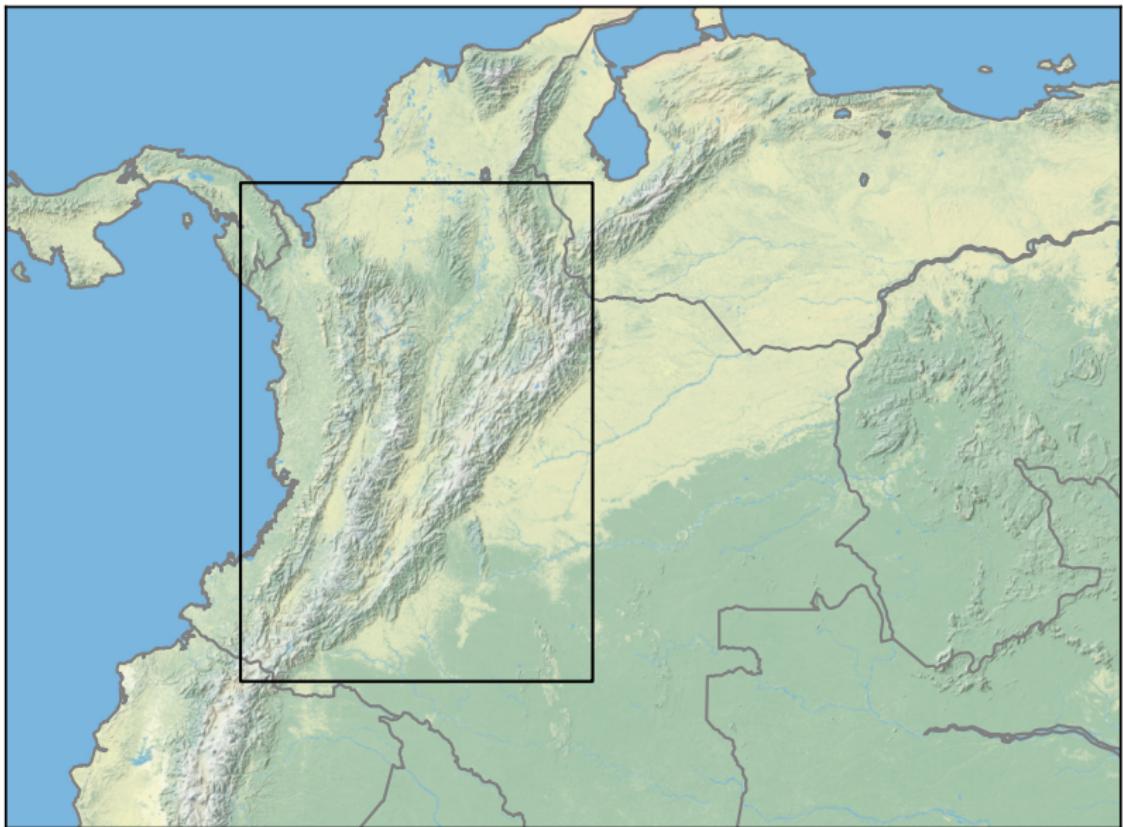
Regioni



Le Alpi



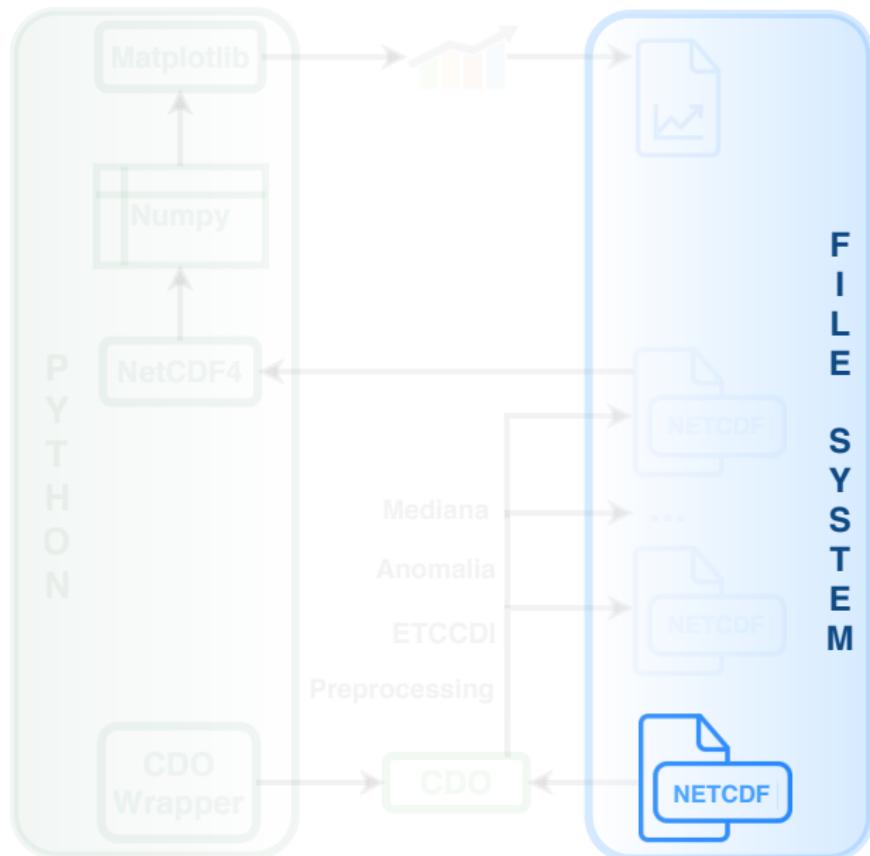
Le Ande



Outline

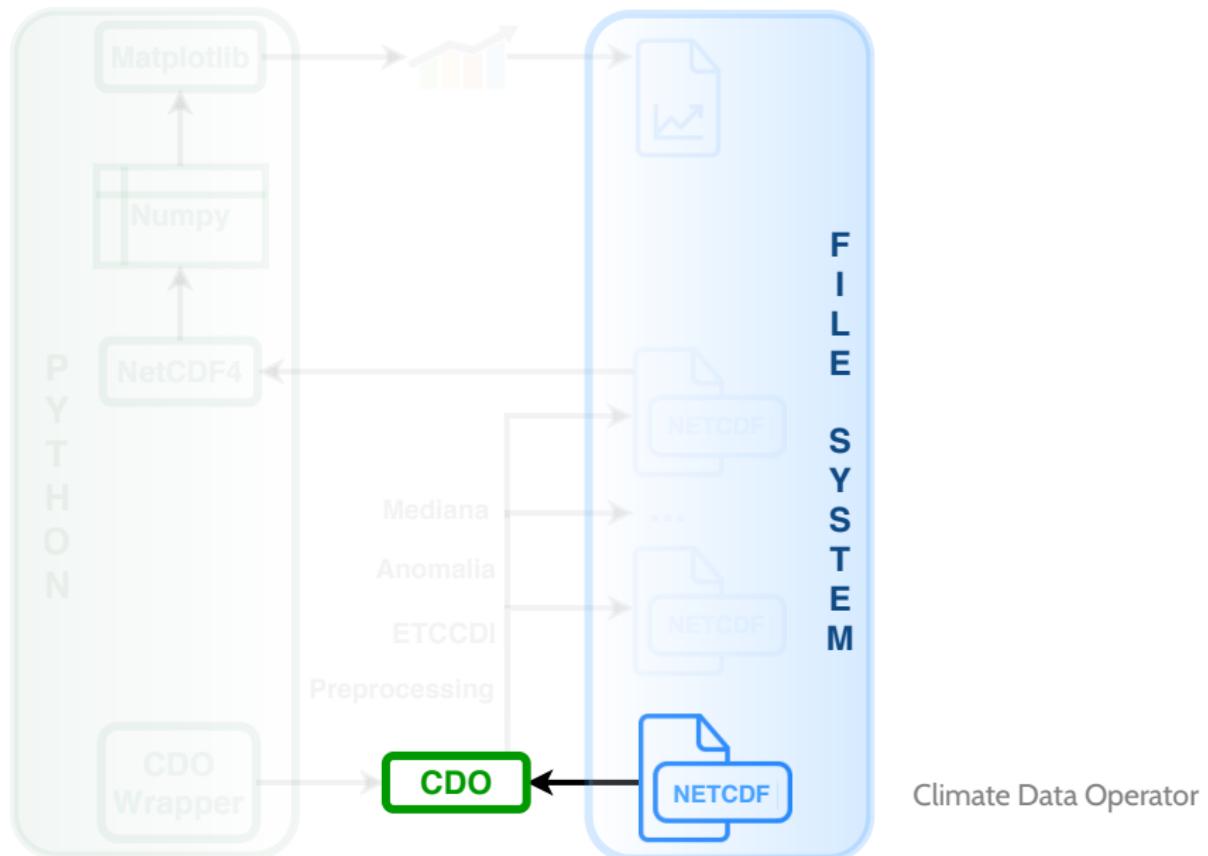
1. Introduzione
2. Motivazione
3. Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5)
4. Climate Change Indices ETCCDI
5. Regioni
- 6. Data Processing**
7. Risultati
8. Conclusioni
9. Lavori Futuri

Data Processing

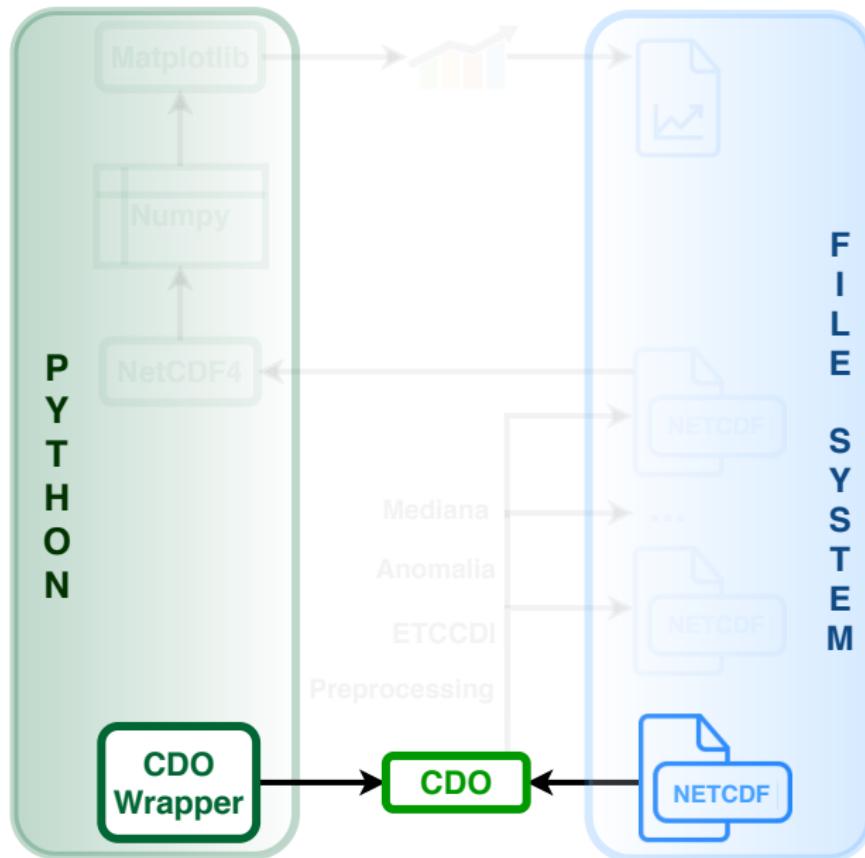


Scaricati da
<https://esgf-node.llnl.gov/>

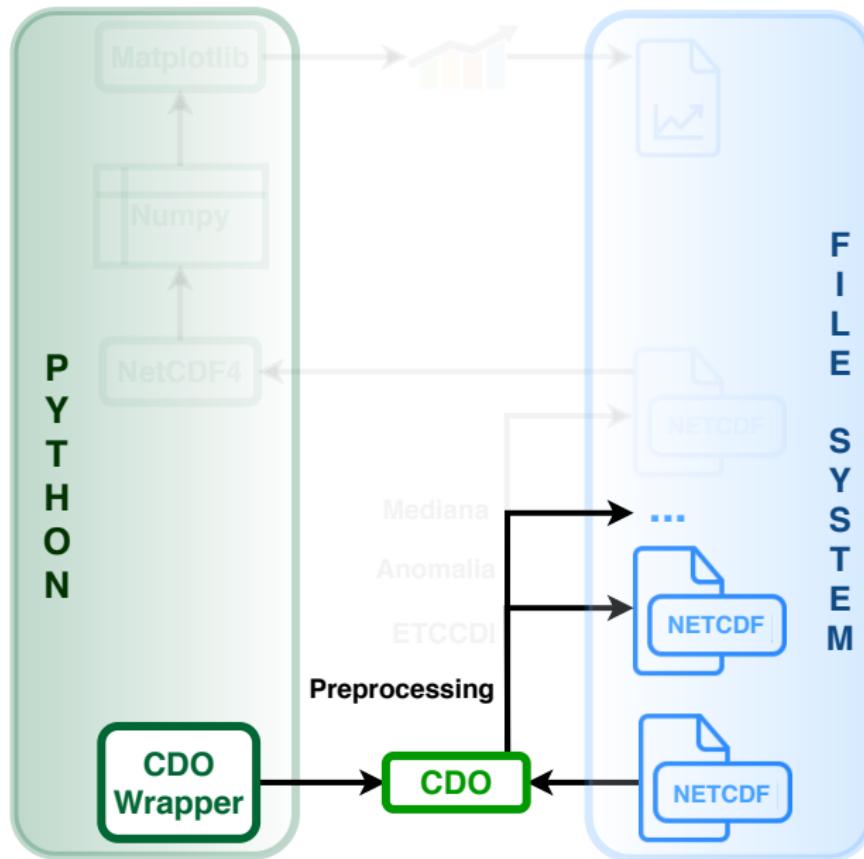
Data Processing



Data Processing

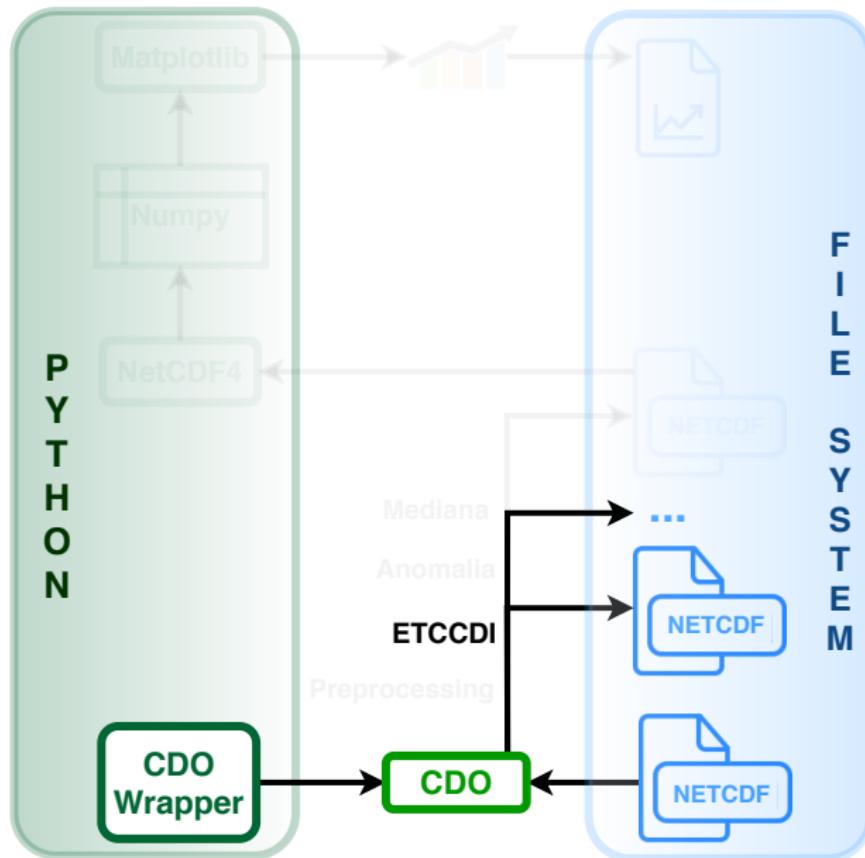


Data Processing

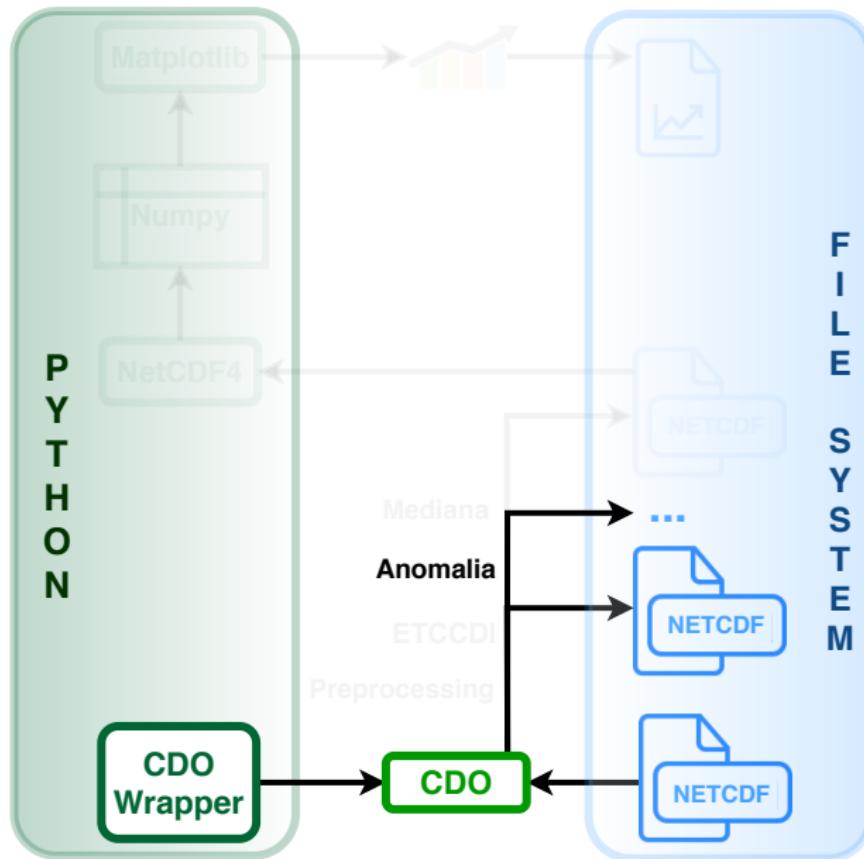


- Regione
- Calendario
- Unità
- Mergetime

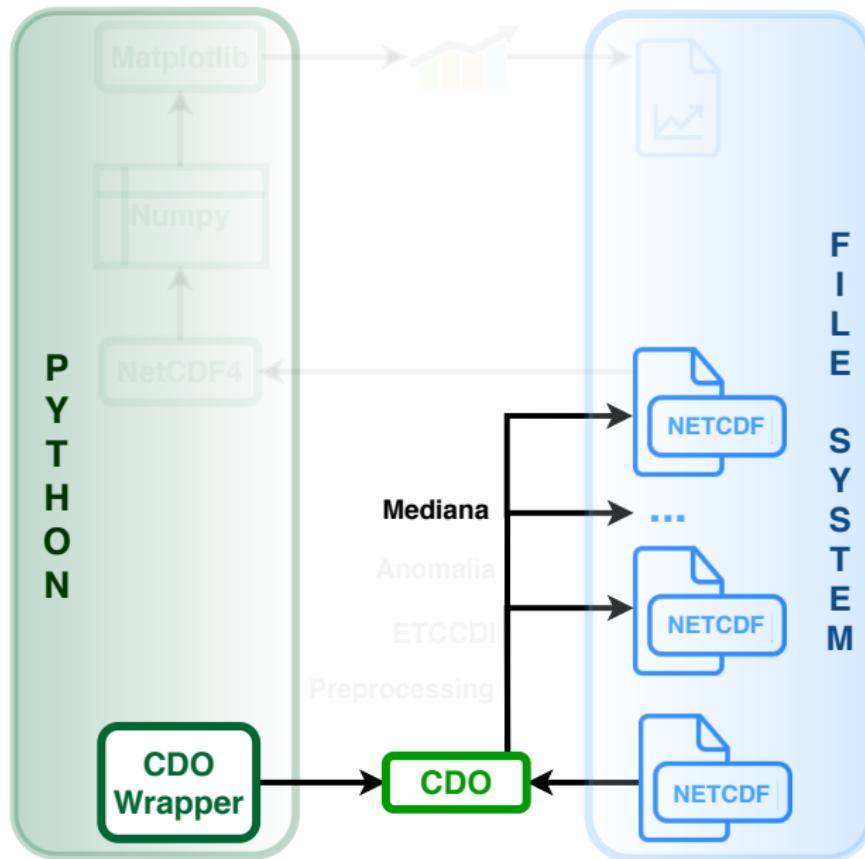
Data Processing



Data Processing

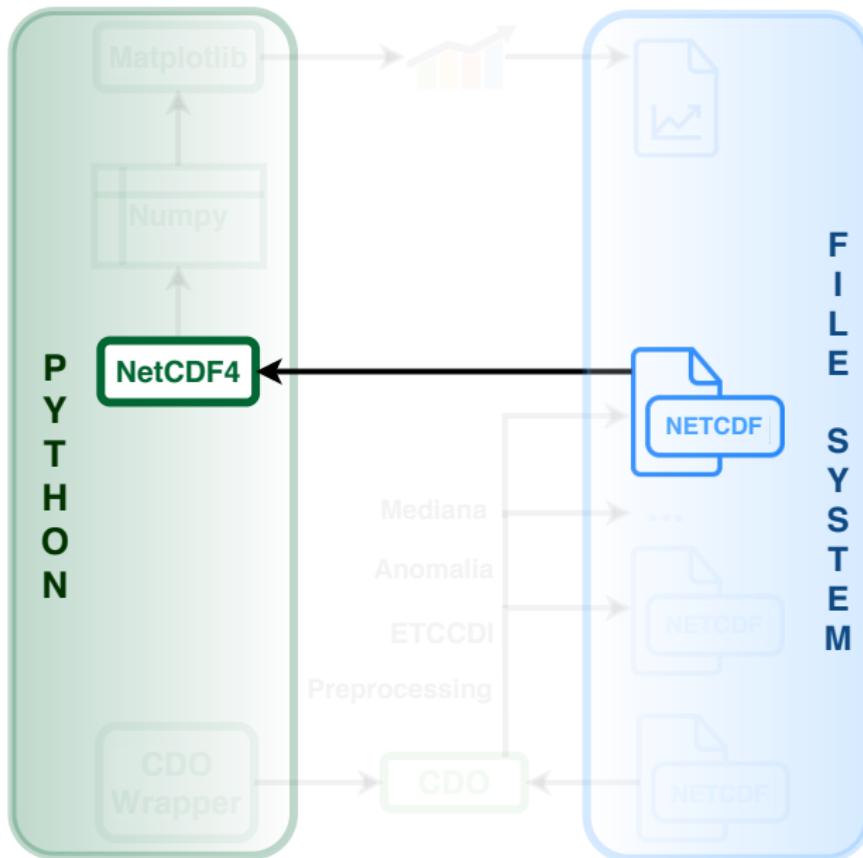


Data Processing

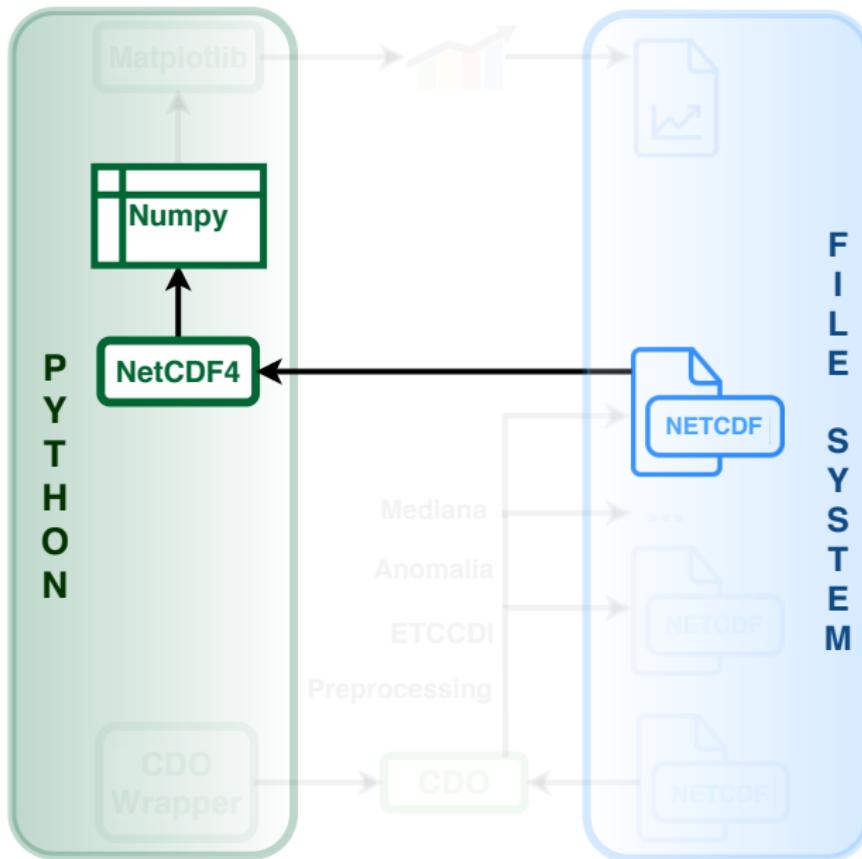


- ▶ Mediana tra tutti i modelli
- ▶ 25° e 75° percentile

Data Processing

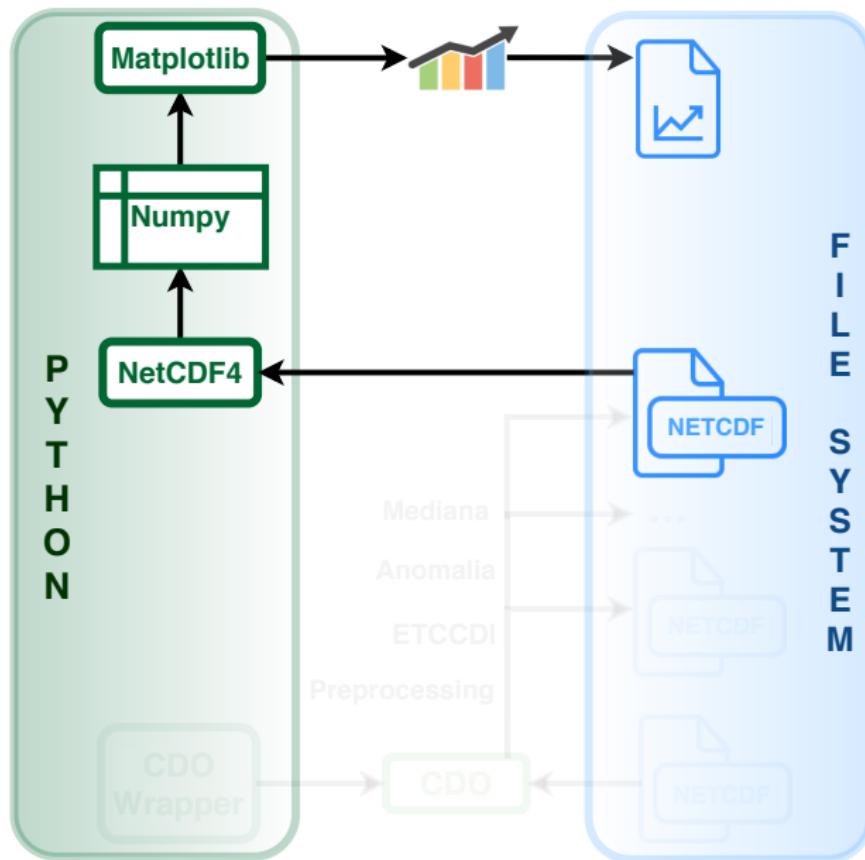


Data Processing



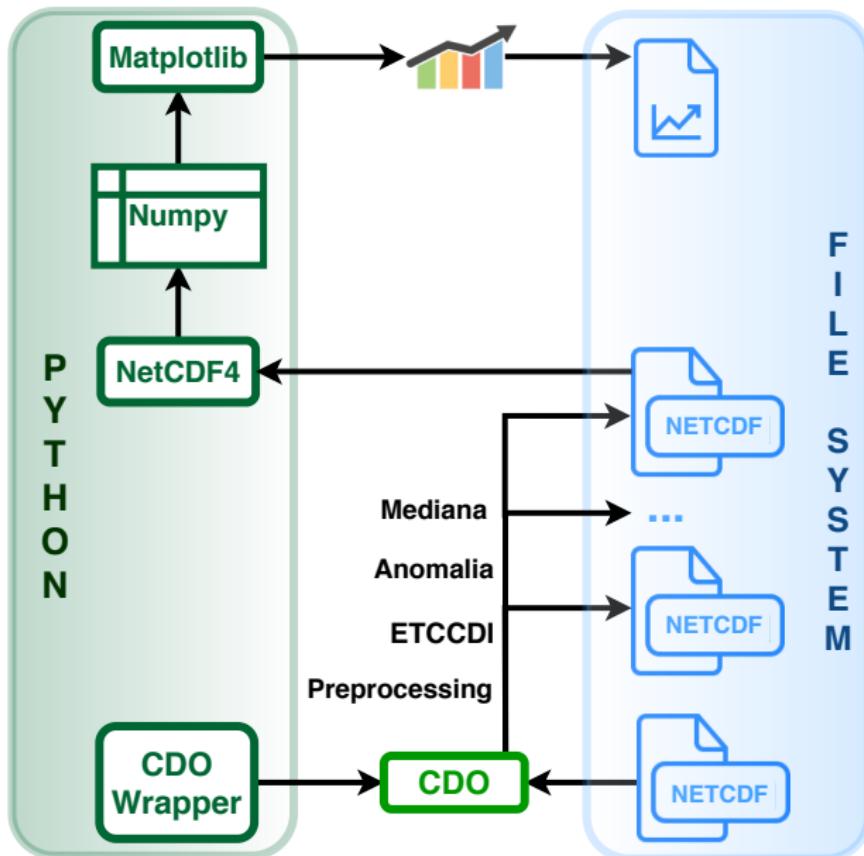
Rappresentazione standard di array multidimensionali in Python

Data Processing



- Serie Storica
- Mappa
- Grafico a Barre

Data Processing



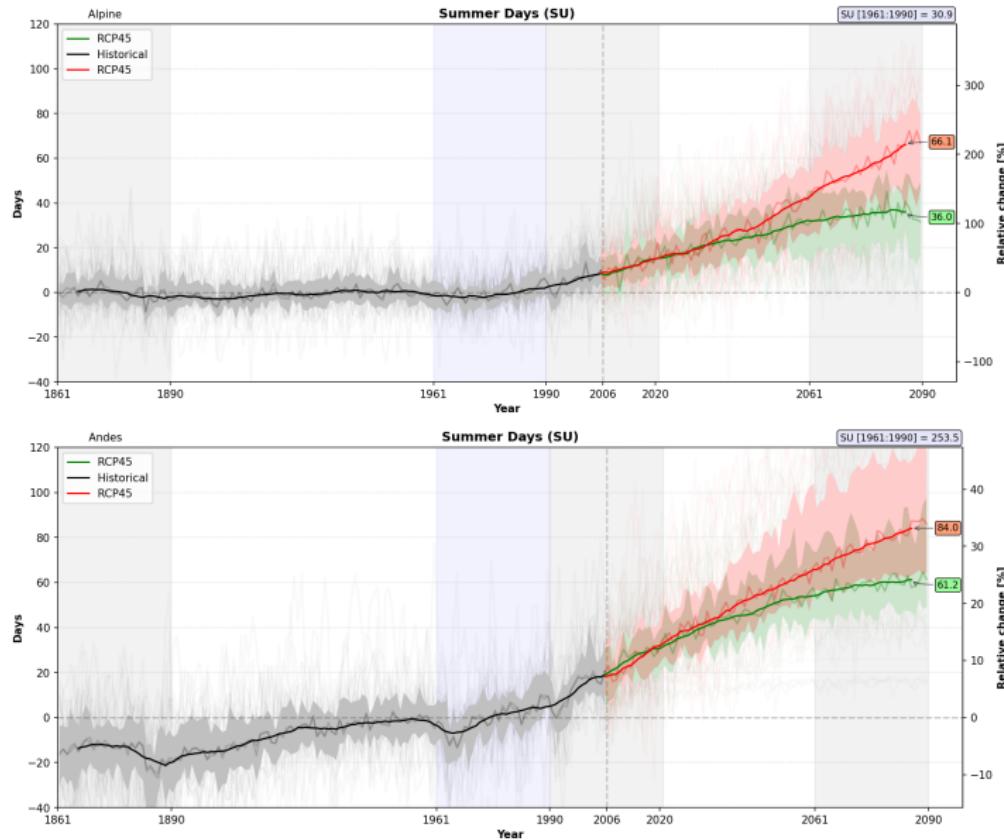
Questa procedura viene fatta per ogni combinazione di:

- ▶ Indice (27)
- ▶ Modello (circa 30)
- ▶ Regione (2)
- ▶ Esperimento (3)

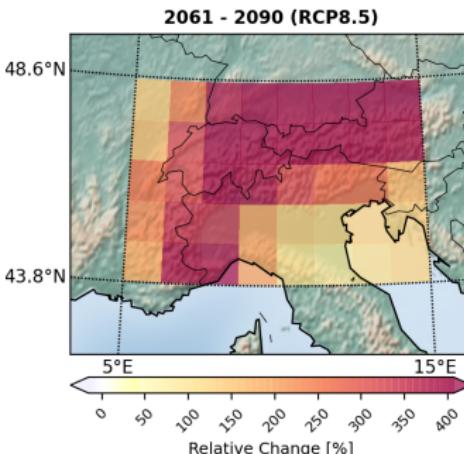
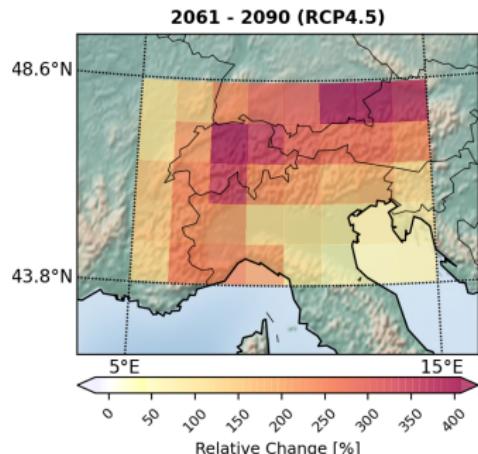
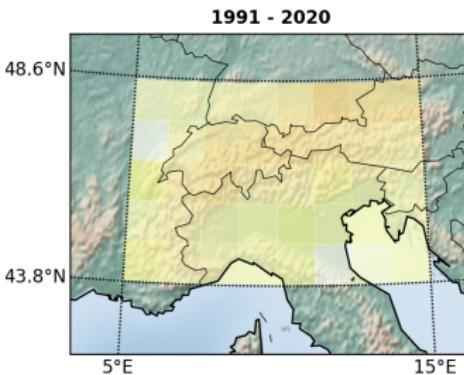
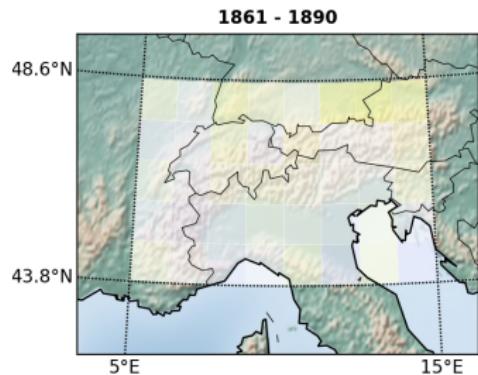
Outline

1. Introduzione
2. Motivazione
3. Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5)
4. Climate Change Indices ETCCDI
5. Regioni
6. Data Processing
- 7. Risultati**
8. Conclusioni
9. Lavori Futuri

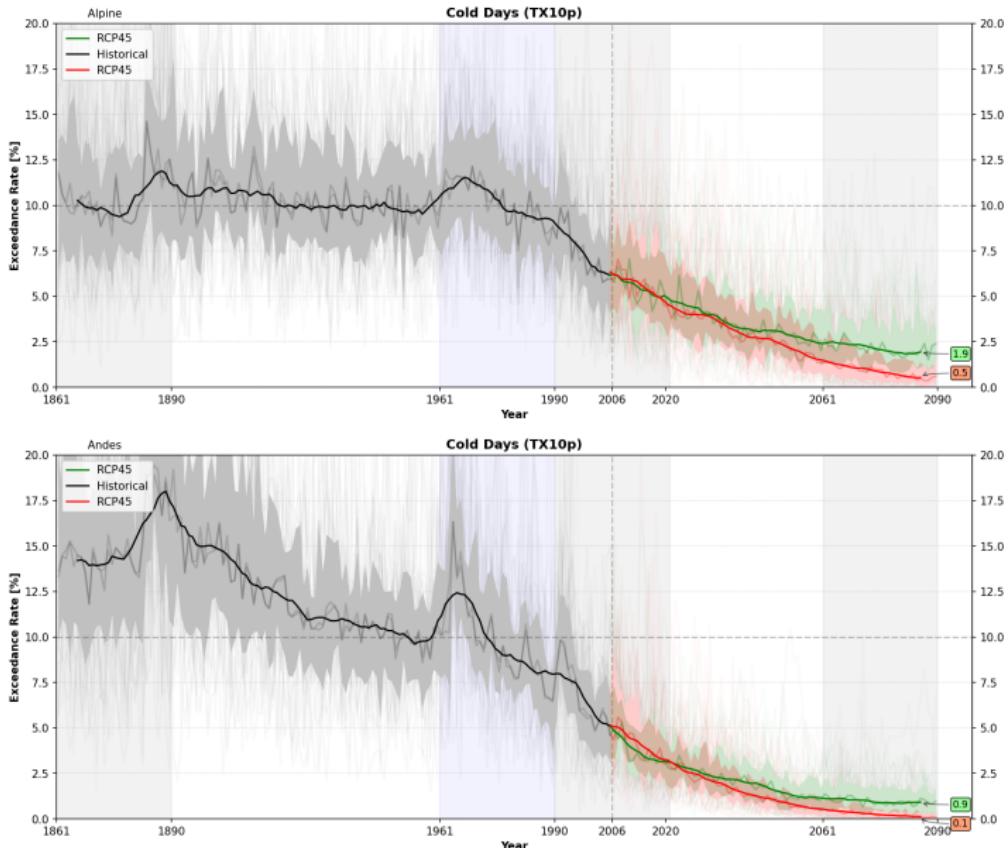
Summer Days



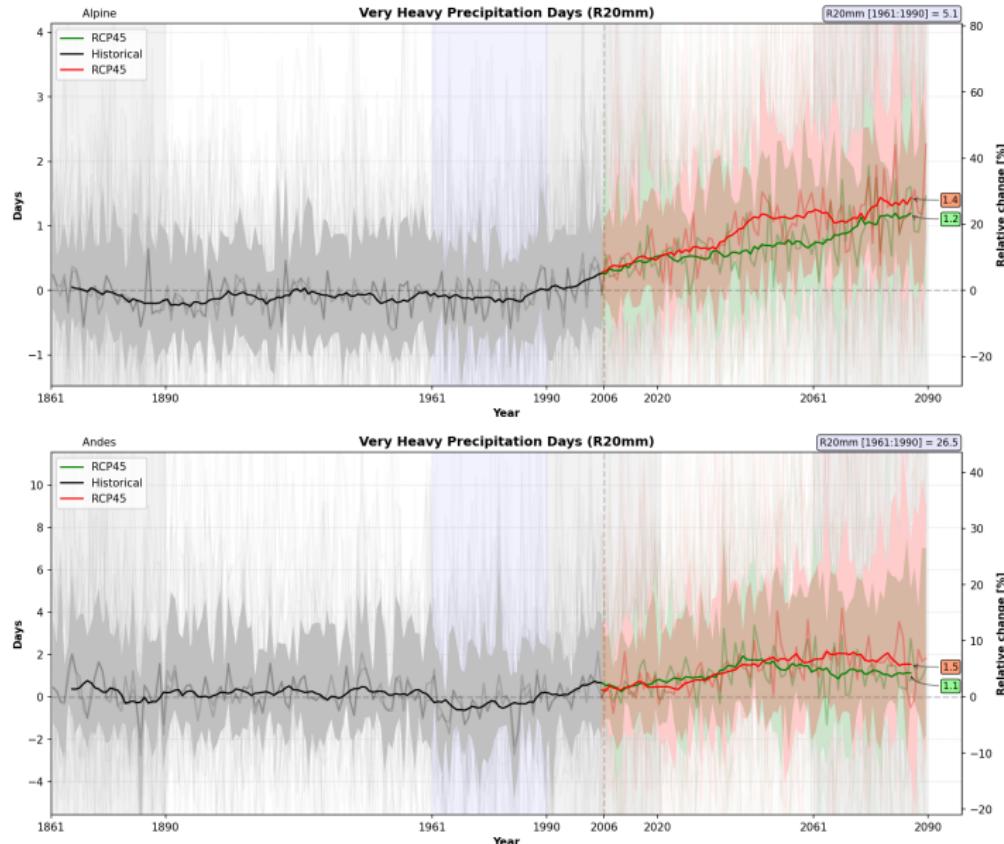
Summer Days



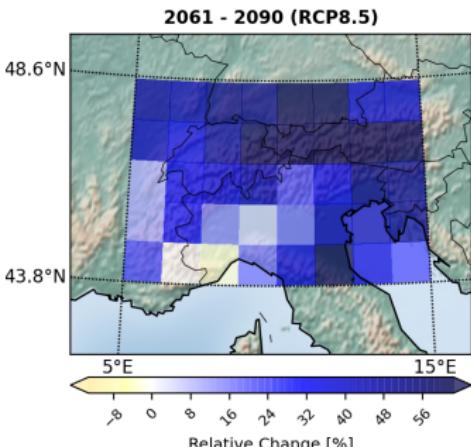
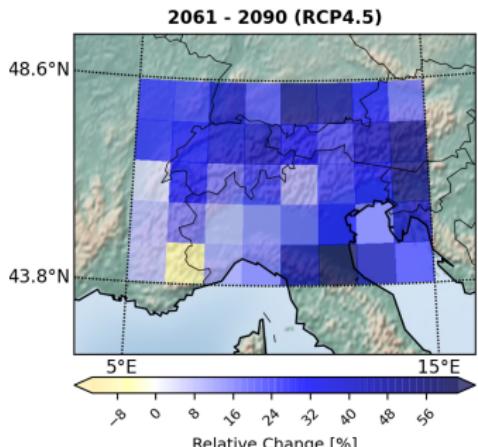
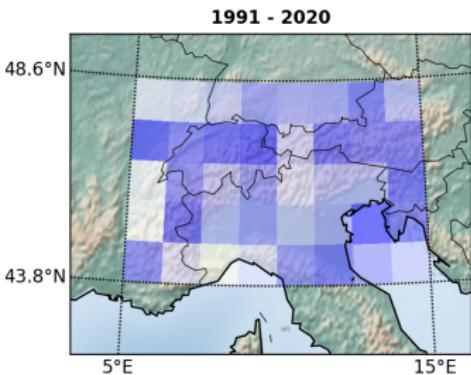
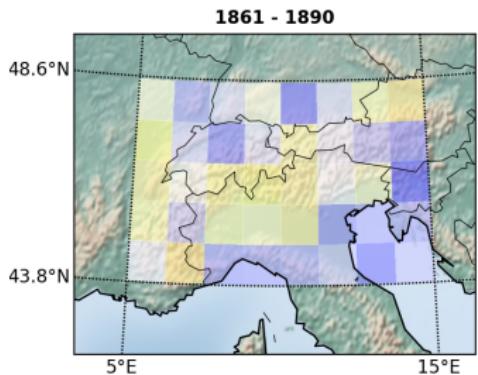
Cold Days



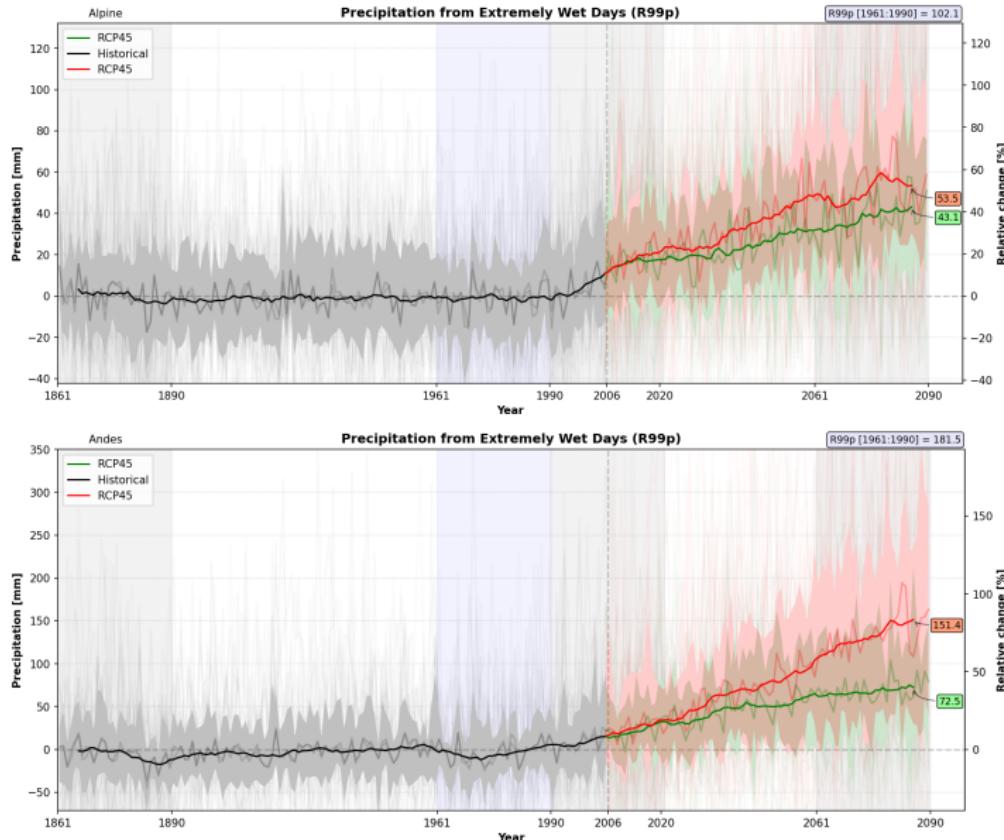
Precipitation extremes



Precipitation extremes



Precipitation extremes



Outline

1. Introduzione
2. Motivazione
3. Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5)
4. Climate Change Indices ETCCDI
5. Regioni
6. Data Processing
7. Risultati
- 8. Conclusioni**
9. Lavori Futuri

Conclusioni

- ▶ I 27 indici ETCCDI hanno permesso una migliore comprensione delle proiezioni climatiche future.

Conclusioni

- ▶ I 27 indici ETCCDI hanno permesso una migliore comprensione delle proiezioni climatiche future.
- ▶ Tutti gli indici di temperatura proiettano temperature più elevate.

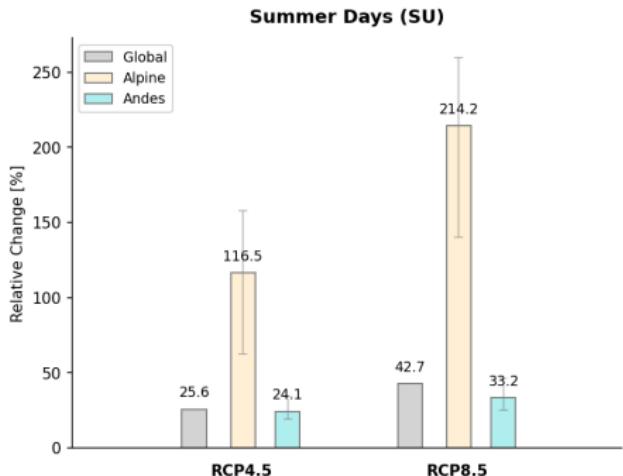
Conclusioni

- ▶ I 27 indici ETCCDI hanno permesso una migliore comprensione delle proiezioni climatiche future.
- ▶ Tutti gli indici di temperatura proiettano temperature più elevate.
- ▶ Gli indici di precipitazione proiettano aumento nella intensità.

Conclusioni

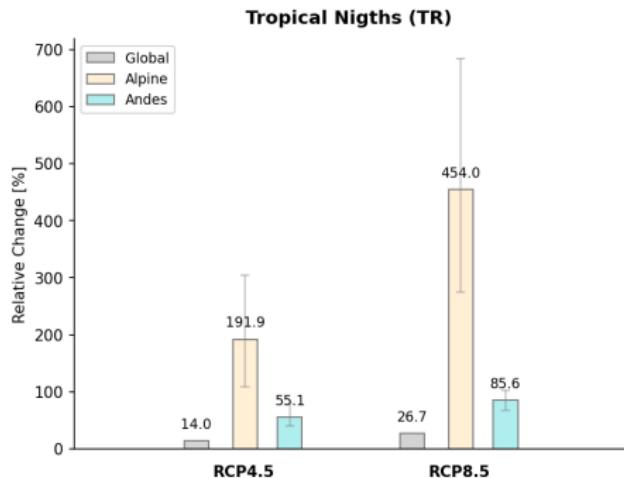
- ▶ I 27 indici ETCCDI hanno permesso una migliore comprensione delle proiezioni climatiche future.
- ▶ Tutti gli indici di temperatura proiettano temperature più elevate.
- ▶ Gli indici di precipitazione proiettano aumento nella intensità.
- ▶ La variabilità dei modelli è maggiore sulle Ande.

Conclusioni



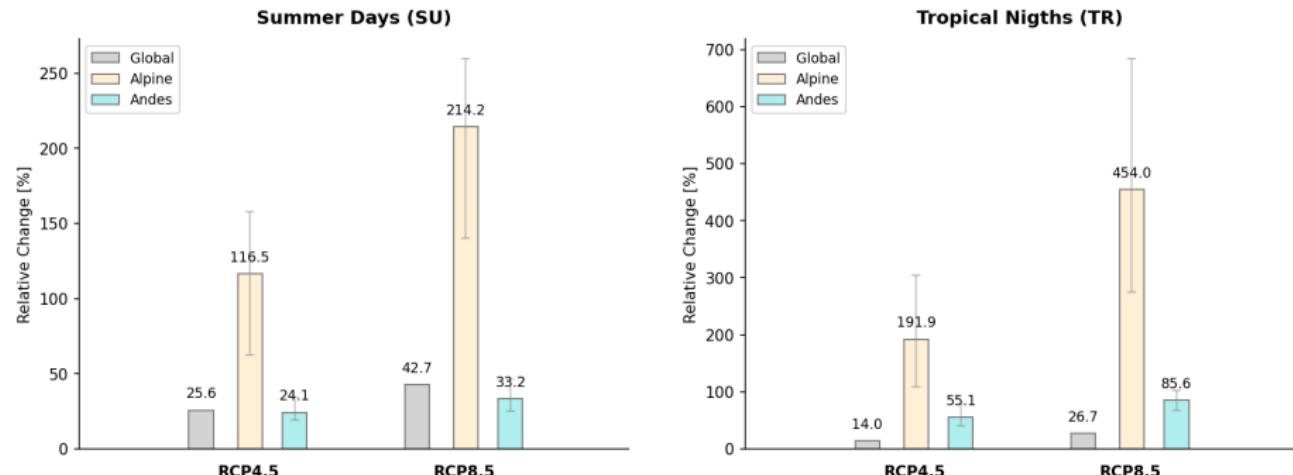
Giorni d'estate ($T > 25^{\circ}\text{C}$)

Conclusioni



Notti tropicali ($T > 20^{\circ}\text{C}$)

Conclusioni

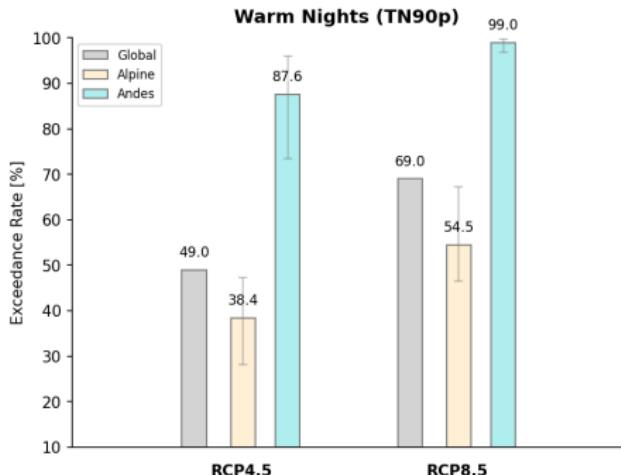


Giorni d'estate ($T > 25^{\circ}\text{C}$)

Notti tropicali ($T > 20^{\circ}\text{C}$)

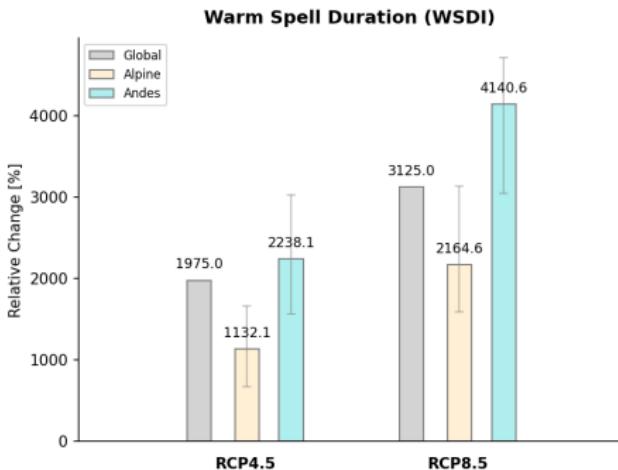
Maggiore riscaldamento sulle Alpi.

Conclusioni



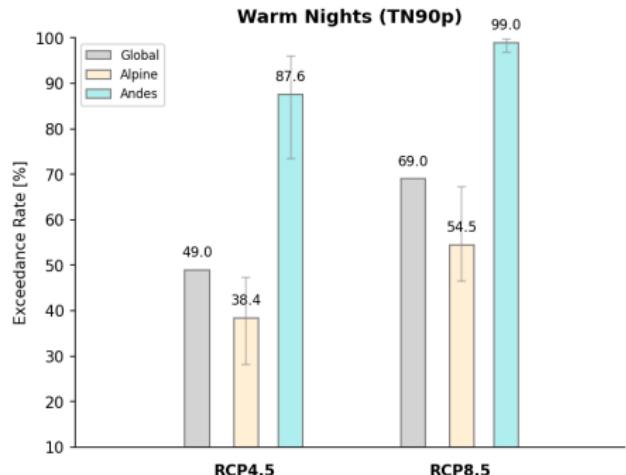
La percentuale di giornate/notte calde in un anno che nel periodo di riferimento era del 10% (TX90p e TN90p)

Conclusioni



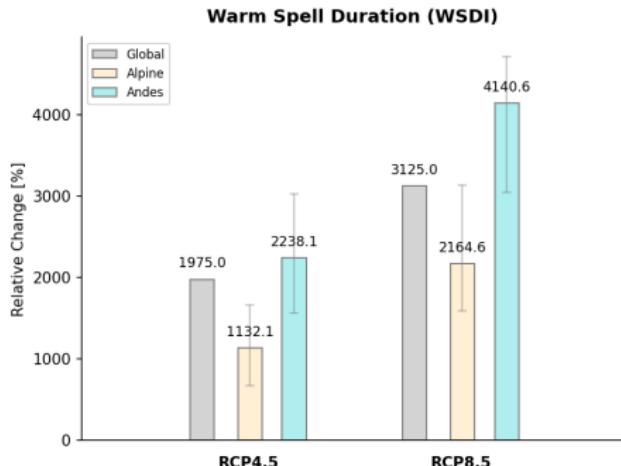
La durata del periodo di calore (WSDI)

Conclusioni



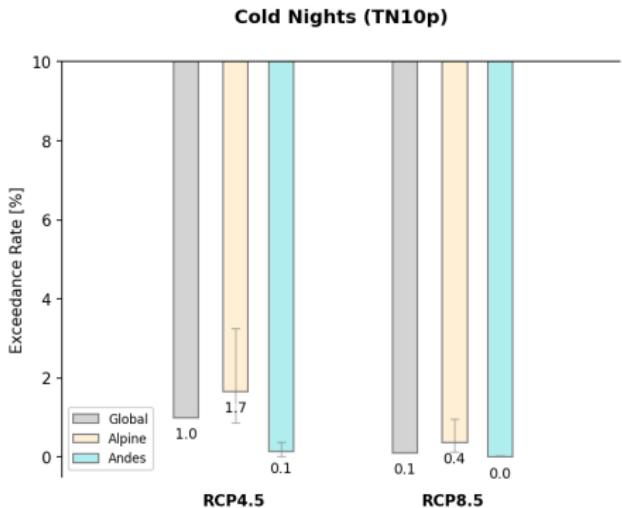
La percentuale di giornate/notte calde in un anno che nel periodo di riferimento era del 10% (TX90p e TN90p)

Aumenterà in tutte le due regioni, maggiormente sulle Ande dovuto a la mancanza di stagioni.



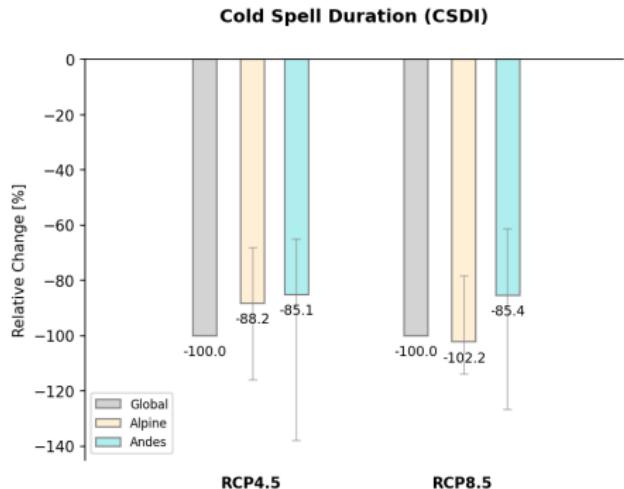
La durata del periodo di calore (WSDI)

Conclusioni



La percentuale di giornate/notte fredde
in un anno che nel periodo di
riferimento era del 10% (TN10p, TX10p)

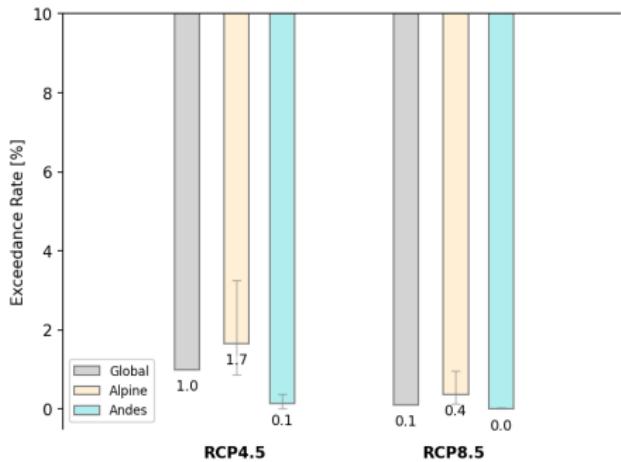
Conclusioni



la durata del periodo freddo (CSDI)

Conclusioni

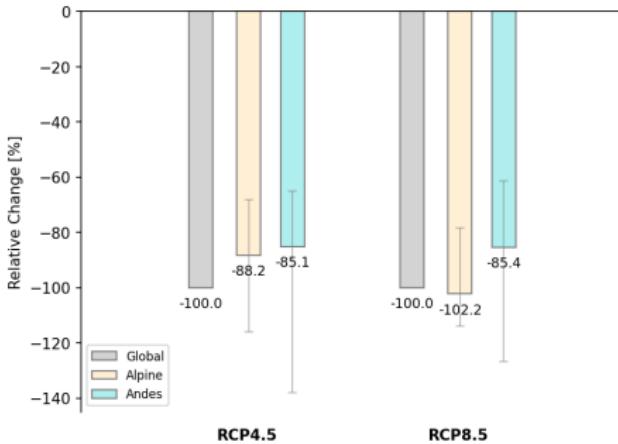
Cold Nights (TN10p)



La percentuale di giornate/notte fredde in un anno che nel periodo di riferimento era del 10% (TN10p, TX10p)

Indicano diminuzioni drammatici. Per lo scenario 8.5, diminuzione totale sulle Alpi.

Cold Spell Duration (CSDI)



la durata del periodo freddo (CSDI)

Conclusioni

- ▶ La poca variabilità delle precipitazione totale annuale (PRCPTOT).

Conclusioni

- ▶ La poca variabilità delle precipitazione totale annuale (PRCPTOT).
- ▶ La diminuzione del numero di giorni di pioggia (R1mm).

Conclusioni

- ▶ La poca variabilità delle precipitazione totale annuale (PRCPTOT).
- ▶ La diminuzione del numero di giorni di pioggia (R1mm).
- ▶ La diminuzione di giorni di pioggia consecutivi (CWD).

Conclusioni

- ▶ La poca variabilità delle precipitazione totale annuale (PRCPTOT).
- ▶ La diminuzione del numero di giorni di pioggia (R1mm).
- ▶ La diminuzione di giorni di pioggia consecutivi (CWD).
- ▶ L'aumento dell'intensità delle precipitazioni (SDII).

Conclusioni

- ▶ La poca variabilità delle precipitazione totale annuale (PRCPTOT).
- ▶ La diminuzione del numero di giorni di pioggia (R1mm).
- ▶ La diminuzione di giorni di pioggia consecutivi (CWD).
- ▶ L'aumento dell'intensità delle precipitazioni (SDII).
- ▶ L'aumento dei giorni di siccità consecutivi (CDD).

Conclusioni

- ▶ La poca variabilità delle precipitazione totale annuale (PRCPTOT).
- ▶ La diminuzione del numero di giorni di pioggia (R1mm).
- ▶ La diminuzione di giorni di pioggia consecutivi (CWD).
- ▶ L'aumento dell'intensità delle precipitazioni (SDII).
- ▶ L'aumento dei giorni di siccità consecutivi (CDD).

Aumenterà la frequenza e l'intensità delle precipitazioni estreme (coerentemente con l'aumento di temperatura come è spiegato dalla relazione di Clausius Clapeyron).

Outline

- 1. Introduzione**
- 2. Motivazione**
- 3. Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5)**
- 4. Climate Change Indices ETCCDI**
- 5. Regioni**
- 6. Data Processing**
- 7. Risultati**
- 8. Conclusioni**
- 9. Lavori Futuri**

Comportamento Stagionale

I cambiamenti sono distribuite o si trovano in una stagione specifica.

Comportamento Stagionale

I cambiamenti sono distribuite o si trovano in una stagione specifica.

CMIP6

Confronto con l'aggiornamento delle nuove simulazioni.