

# Cambiamenti climatici in Emilia- Romagna

## Evoluzione, impatti e strategie di contrasto alla crisi

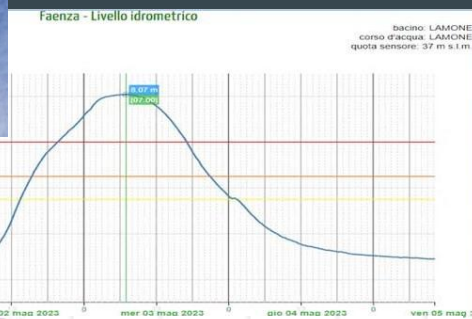
**Gabriele Antolini**

Servizio IdroMeteoClima  
Arpae Emilia-Romagna



# Il Servizio IdroMeteoClima

La Struttura tematica IdroMeteoClima svolge attività osservative e previsionali operative, di supporto alla pianificazione e di ricerca e sviluppo, nei settori della meteorologia, climatologia, idrologia, agrometeorologia, radarmeteorologia, oceanografia e qualità dell'aria.



Regione Emilia Romagna

**ALLER**  
METEO-IDROGEOLOGICA-IDRAULICA

DOCUMENTO N.	DATA EMISSIONE	INIZIO VALIDITA'	
128/2024	26/09/2024 11:52	27/09/2024 00:00	28/09/2024 00:00

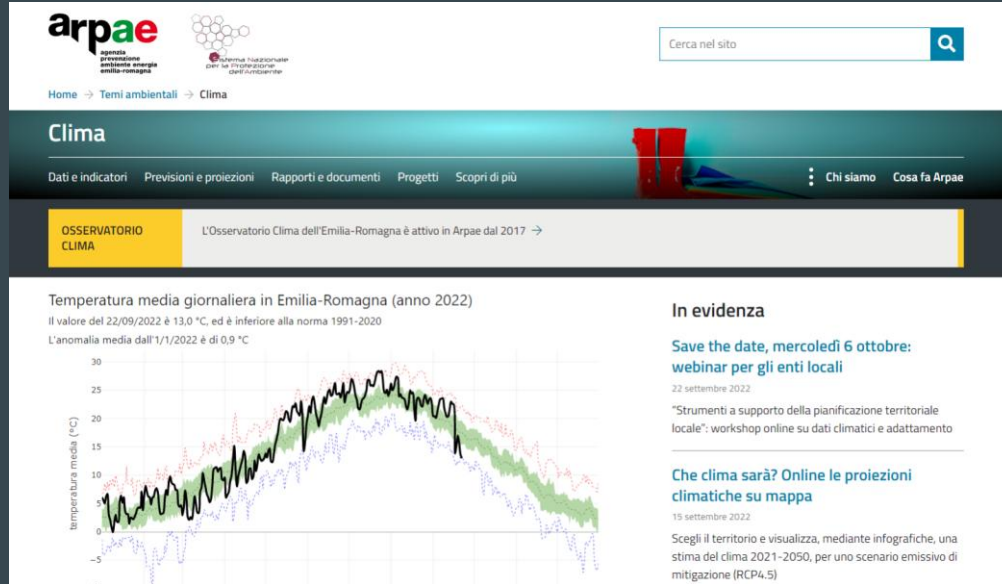
**ZONE DI ALLERTA:**

- A1: Montagna romagnola (FC, RN)
- A2: Alta collina romagnola (RA, FC, RN)
- B1: Bassa collina e pianura romagnola (RA, FC, RN)
- B2: Costa romagnola (RA, FC, RN)
- C1: Montagna bolognese (BO)
- C2: Collina bolognese (BO, RA)
- D1: Pianura bolognese (BO, FE, RA)
- D2: Costa ferrarese (FE)
- D3: Pianura ferrarese (FE)
- E1: Montagna emiliana centrale (PR, RE, MO)
- E2: Collina emiliana centrale (PR, RE, MO)
- F1: Pianura modenese (RE, MO)
- F2: Pianura reggiana (RE)
- F3: Pianura reggiana di Po (PR, RE)
- G1: Montagna piacentino-parmense (PC, PR)
- G2: Alta collina piacentino-parmense (PC, PR)
- H1: Bassa collina piacentino-parmense (PC, PR)
- H2: Pianura piacentino-parmense (PC, PR)



# Attività dell'Osservatorio Clima

- Analisi meteo-climatiche
- Previsioni stagionali e proiezioni climatiche
- Analisi d'impatto
- Servizi climatici
- Agrometeorologia
- Monitoraggio della siccità
- Attività legate al tema energetico
- Progetti di ricerca
- Software e modellistica
- Telerilevamento



The screenshot displays the website for the Arpae Climate Observatory. At the top, there are logos for Arpae (Agenzia provinciale ambiente energia Emilia-Romagna) and the Emilia-Romagna Regional Government. A search bar is located in the top right corner. Below the navigation bar, the main content area features a yellow banner for "OSSERVATORIO CLIMA" with the text "L'Osservatorio Clima dell'Emilia-Romagna è attivo in Arpae dal 2017".

The main content area is divided into two columns. The left column is titled "Temperatura media giornaliera in Emilia-Romagna (anno 2022)" and includes the text: "Il valore del 22/09/2022 è 13,0 °C, ed è inferiore alla norma 1991-2020" and "L'anomalia media dall'1/1/2022 è di 0,9 °C". Below this text is a line graph showing the daily average temperature in degrees Celsius for the year 2022. The graph compares the 2022 data (black line) with the 1991-2020 average (green shaded area) and the 2022 anomaly (red dotted line). The y-axis ranges from -5 to 30 degrees Celsius.

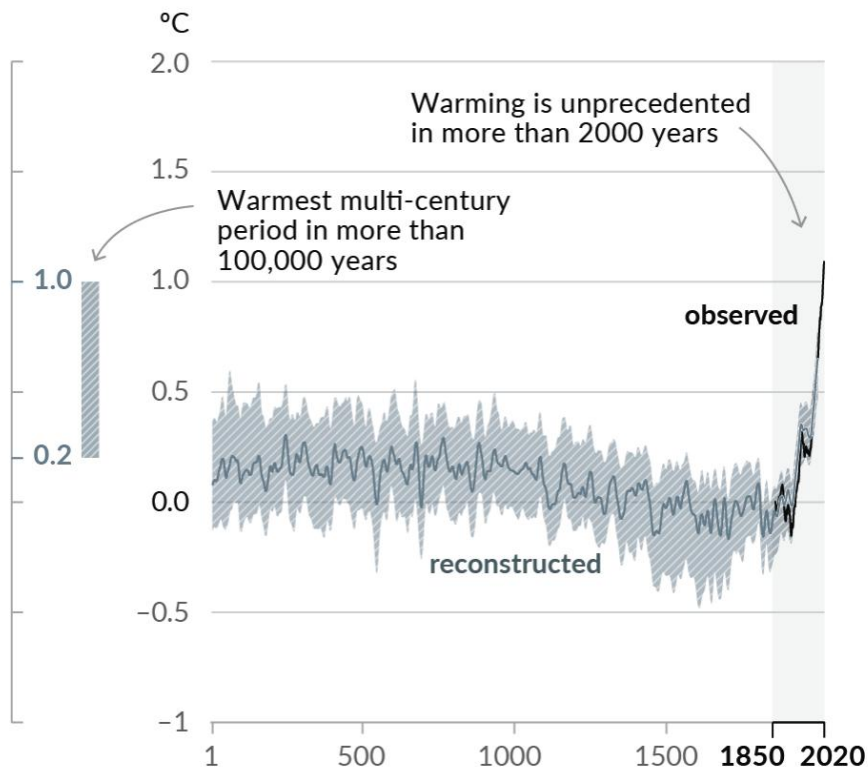
The right column is titled "In evidenza" and contains two news items:

- Save the date, mercoledì 6 ottobre: webinar per gli enti locali**  
22 settembre 2022  
"Strumenti a supporto della pianificazione territoriale locale": workshop online su dati climatici e adattamento
- Che clima sarà? Online le proiezioni climatiche su mappa**  
15 settembre 2022  
Scegli il territorio e visualizza, mediante infografiche, una stima del clima 2021-2050, per uno scenario emissivo di mitigazione (RCP4.5)

<https://www.arpae.it/clima>

# Il riscaldamento globale

(a) Change in global surface temperature (decadal average) as **reconstructed** (1–2000) and **observed** (1850–2020)



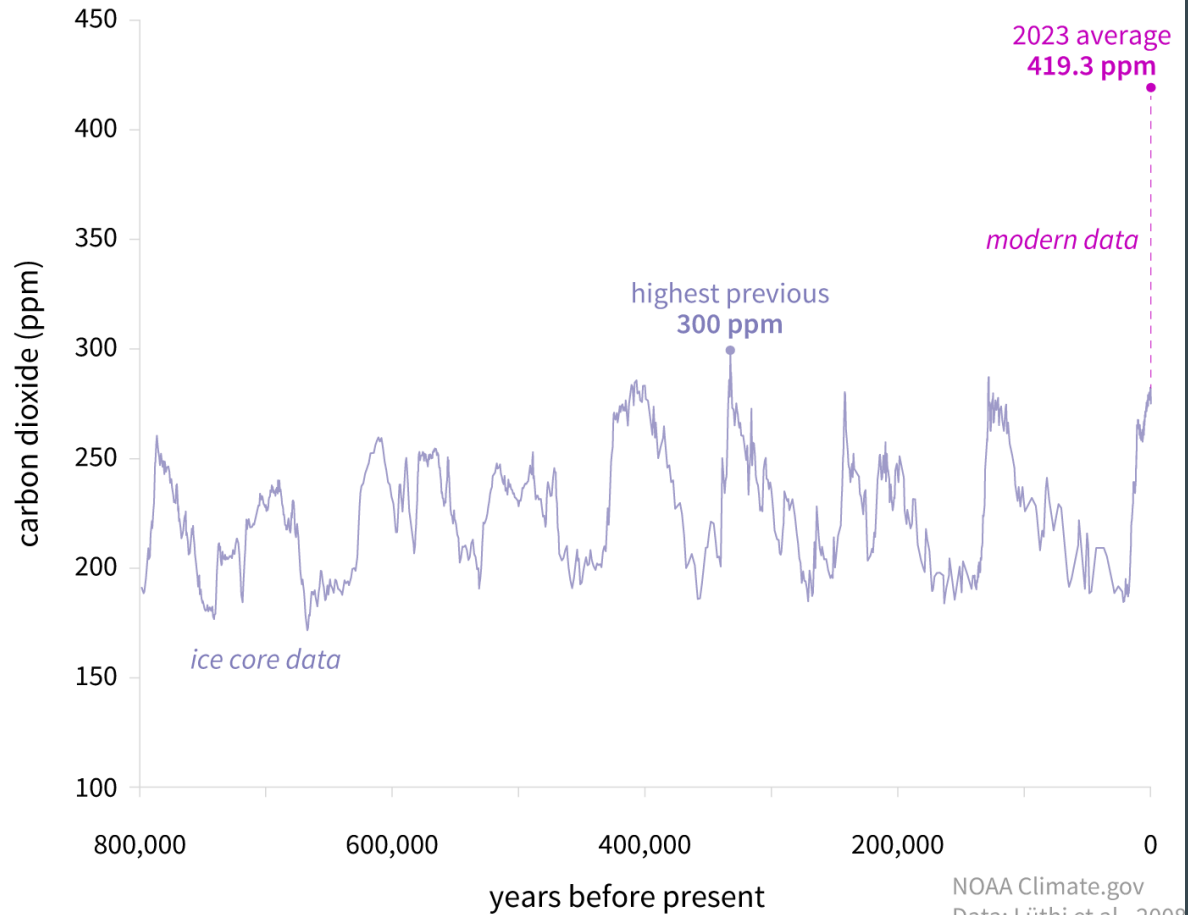
Temperatura media globale  
osservata negli ultimi 2000  
anni

Dati paleoclimatici e osservazioni dirette

Anomalie rispetto a periodo 1850-1900

SIXTH ASSESSMENT REPORT  
Working Group I – The physical  
Science Basis

# CARBON DIOXIDE OVER 800,000 YEARS



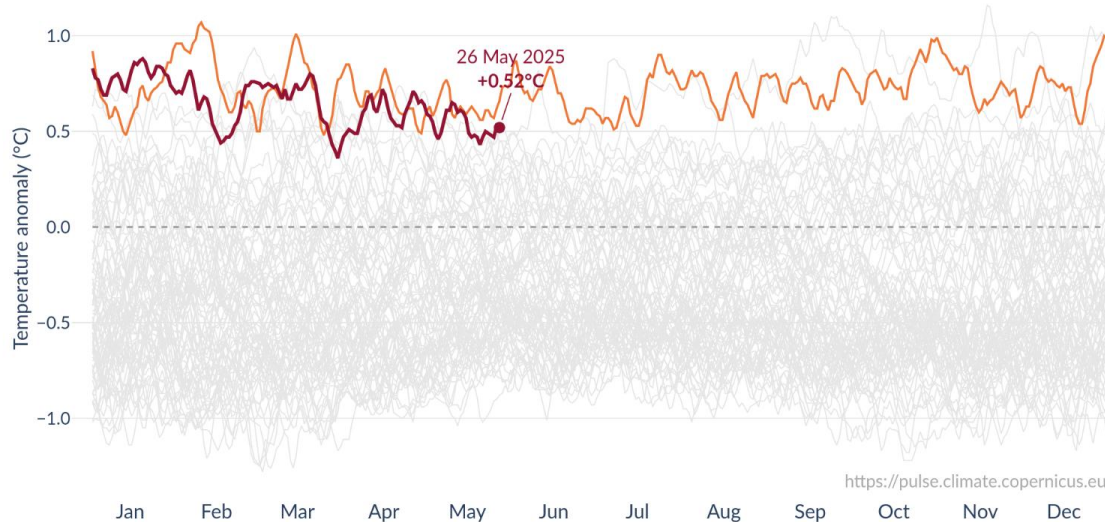
NOAA Climate.gov  
Data: Lüthi et al., 2008

# Riscaldamento in accelerazione

## Daily global surface air temperature anomaly

Data: ERA5 1940-2025 • Reference period: 1991-2020 • Credit: C3S/ECMWF

— 2025 — 2024 — 1940-2023 - - - 1991-2020 average

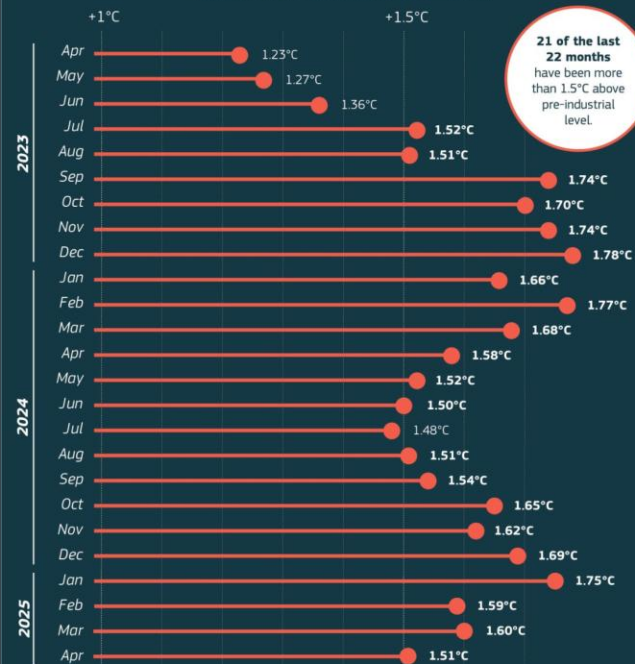


PROGRAMME OF  
THE EUROPEAN UNION



## Monthly global temperature anomalies

Relative to pre-industrial (1850 – 1900)



Data: ERA5 • Credit: C3S/ECMWF



PROGRAMME OF  
THE EUROPEAN UNION

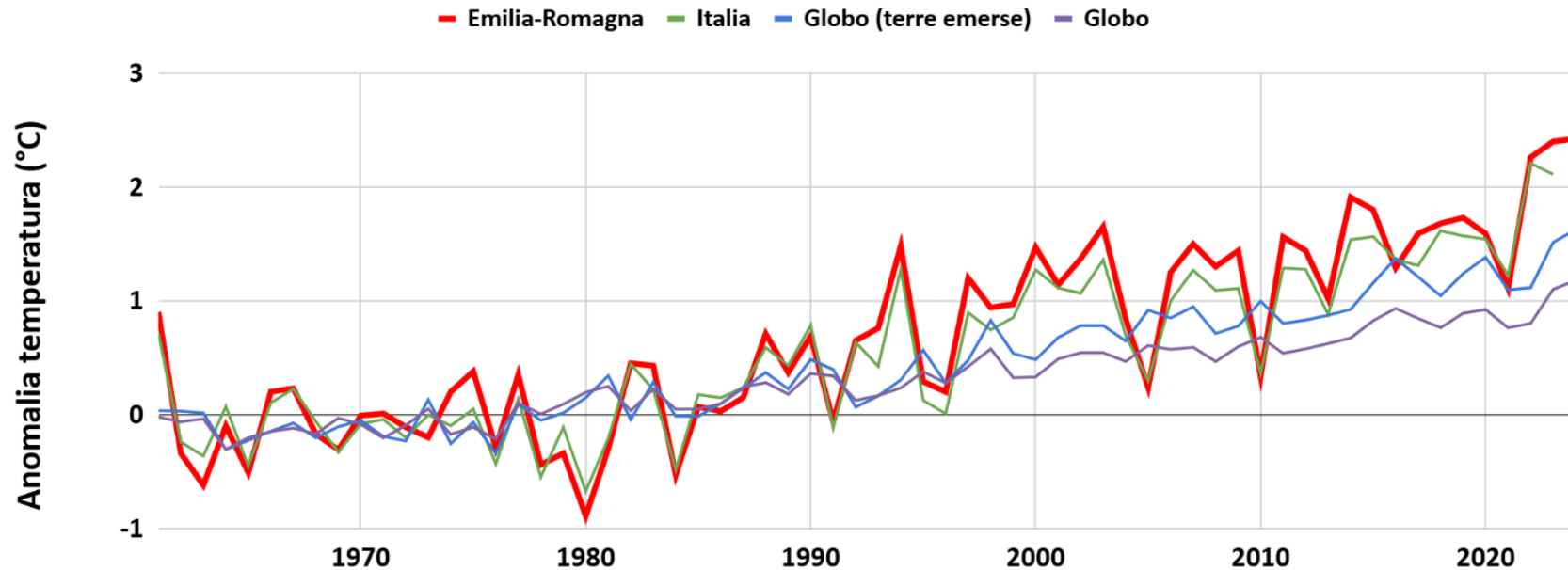


IMPLEMENTED BY



# Temperature globali e locali

Anomalie annuali delle temperature medie rispetto al clima 1961-1990

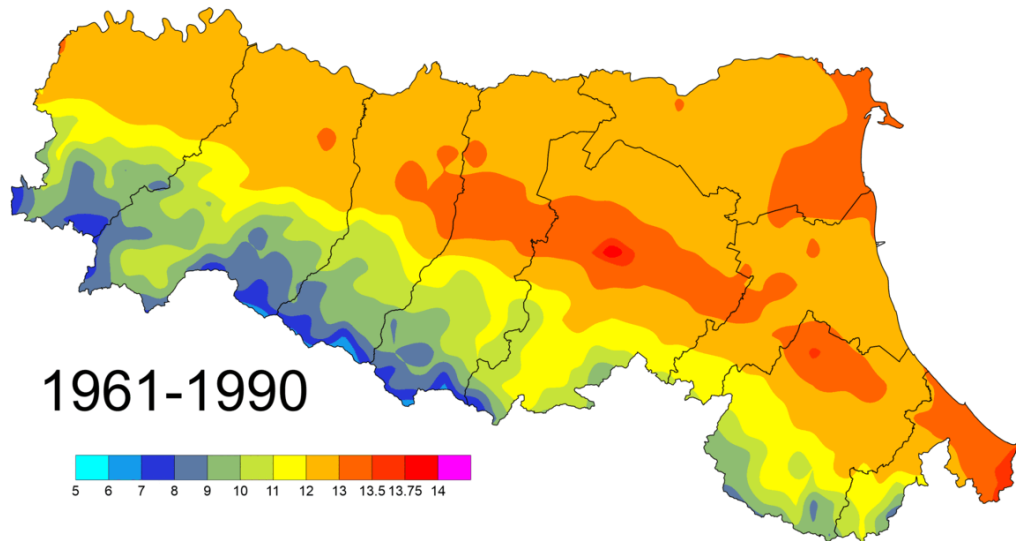


Anno

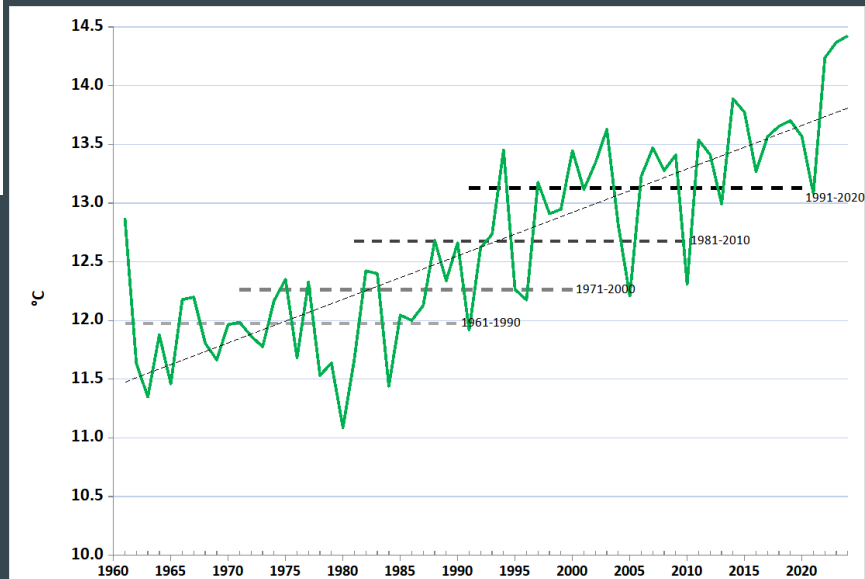
Anomaly 1991-2020 (vs 1961-1990)

RER	Italy	Globe (land)	Globe
1.15	0.98	0.74	0.54

# Temperature medie



Temperatura media annua  
1961-1990 vs 1991-2020 (°C)



# Temperature estreme

Distribuzione della temperatura massima estiva  
in Emilia-Romagna

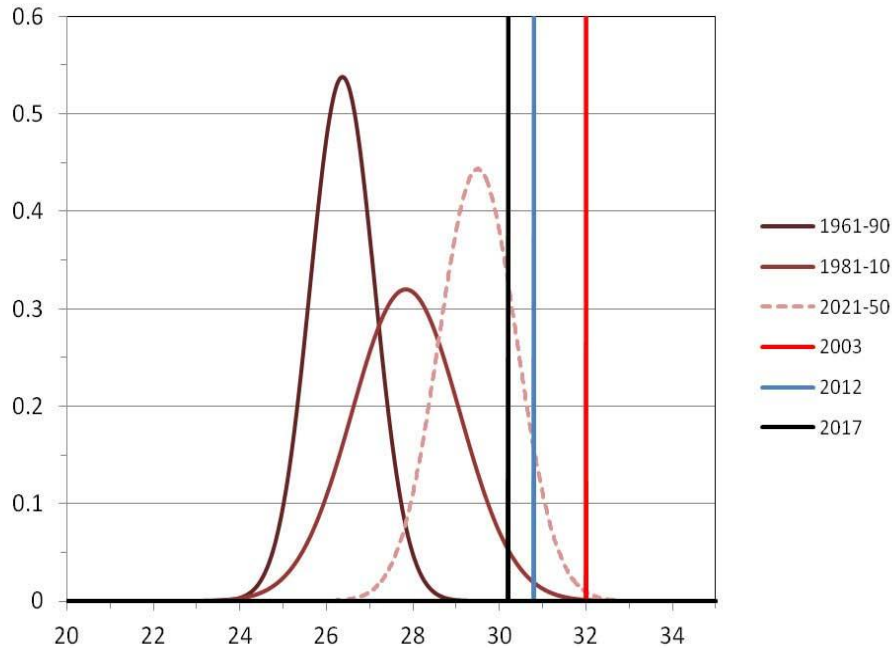
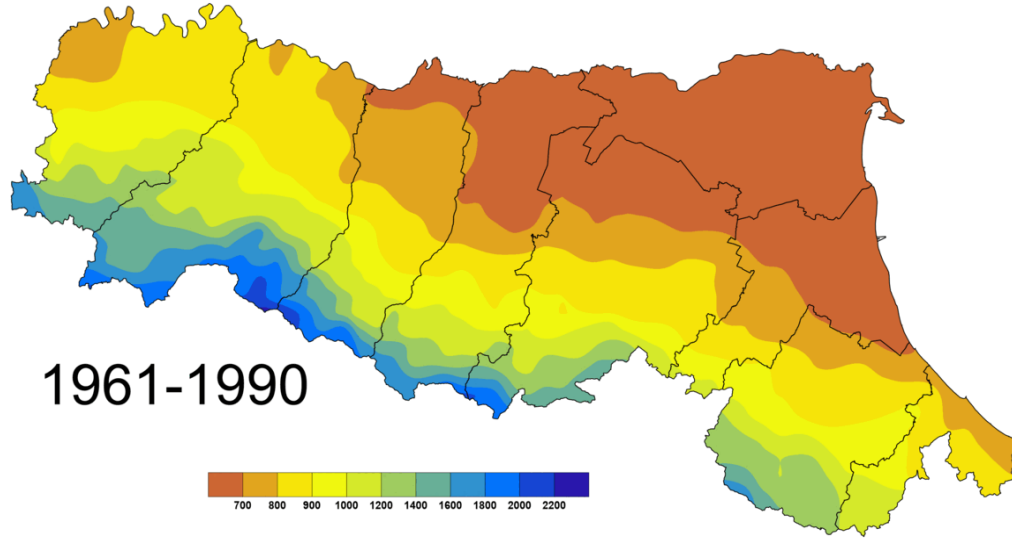


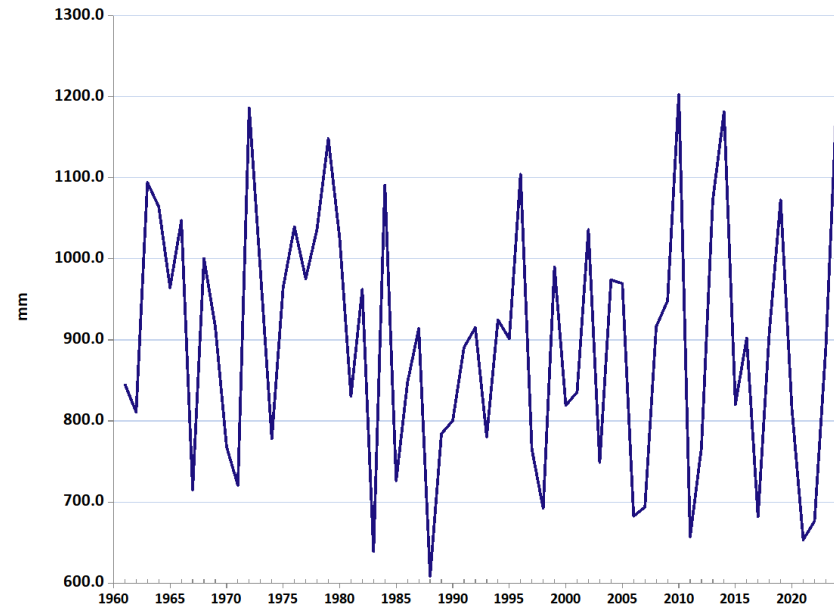
FIGURA 2: Distribuzione della temperatura massima estiva in Emilia-Romagna: presente e futuro

Generale spostamento delle curve di distribuzione verso valori più caldi. Valori più alti saranno sempre più probabili (con conseguente aumento delle ondate di calore).

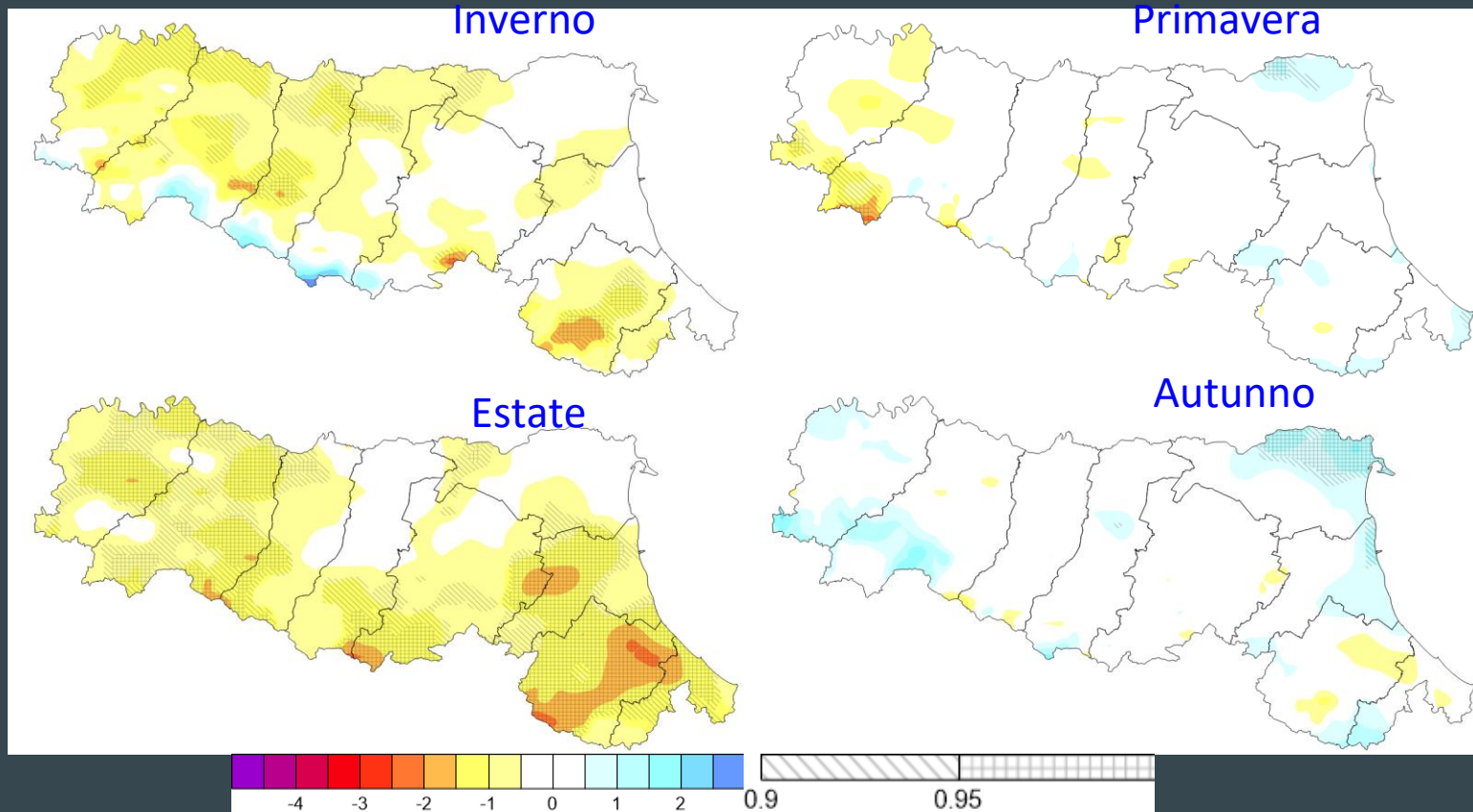
# Precipitazioni annue



Precipitazioni annue  
1961-1990 vs 1991-2020 (mm)



# Precipitazioni stagionali - tendenze 1961-2020



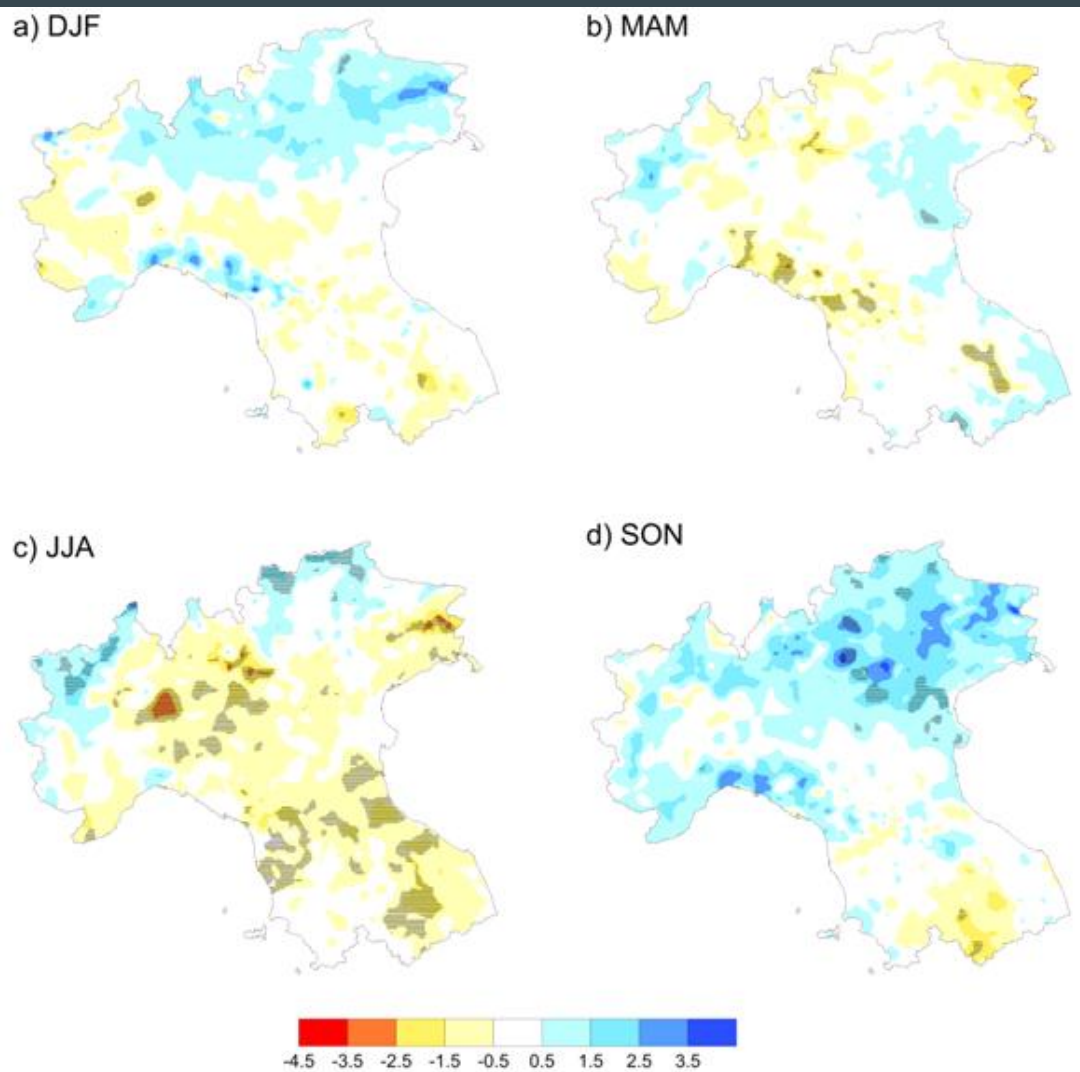
# Precipitazioni

tendenze 1961-2015

*Centro Nord Italia*

Pavan et al., 2006

Tendenza alla  
diminuzione delle  
precipitazioni  
estive e  
all'aumento di  
quelle autunnali



# Precipitazioni

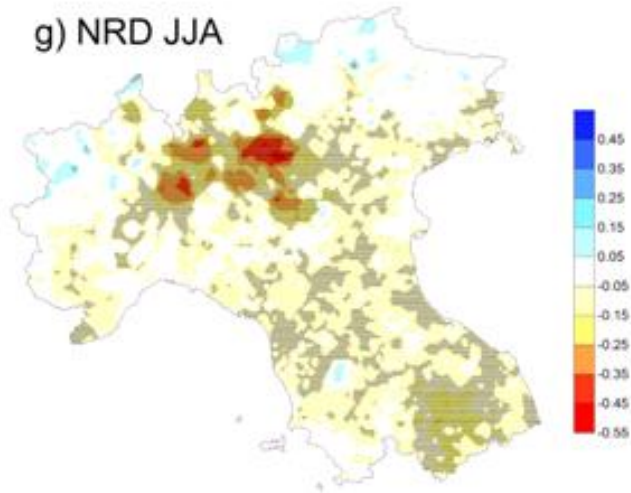
tendenze 1961-2015

*Centro Nord Italia*

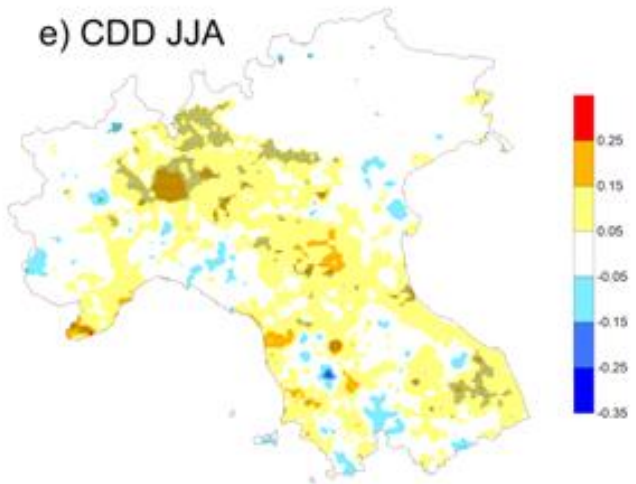
Pavan et al., 2006

Tendenza  
all'aumento  
degli episodi di  
siccità estiva e  
aumento degli  
eventi estremi

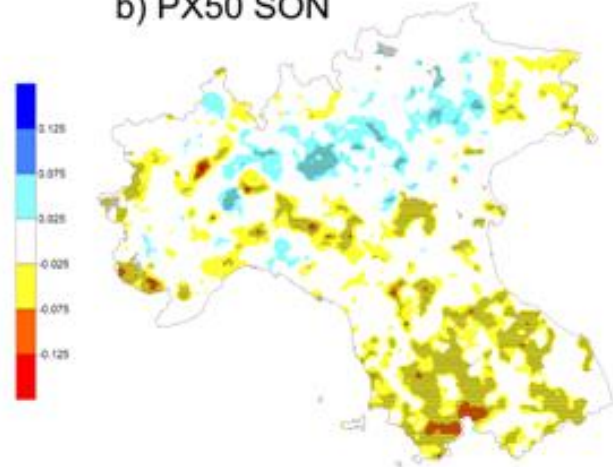
g) NRD JJA



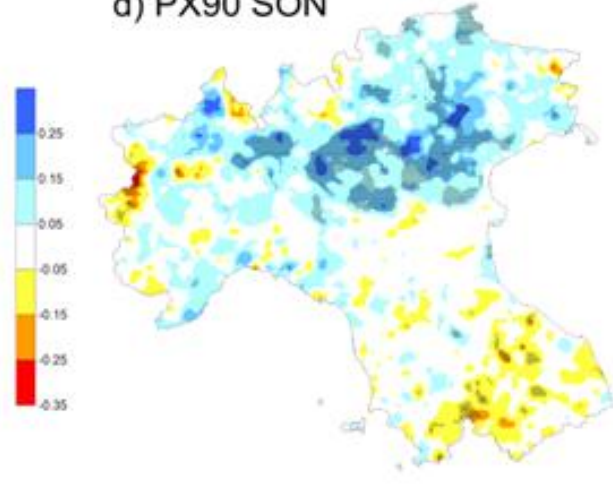
e) CDD JJA



b) PX50 SON



d) PX90 SON

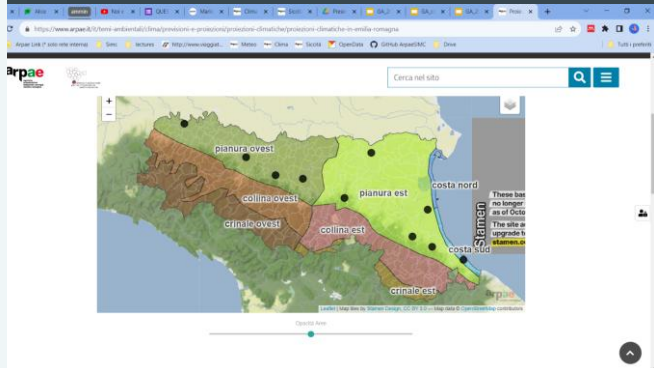
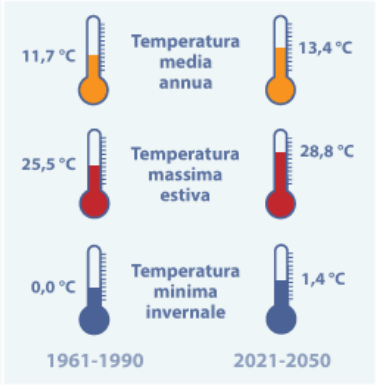


# Proiezioni climatiche locali

**Proiezioni climatiche**  
Collina est

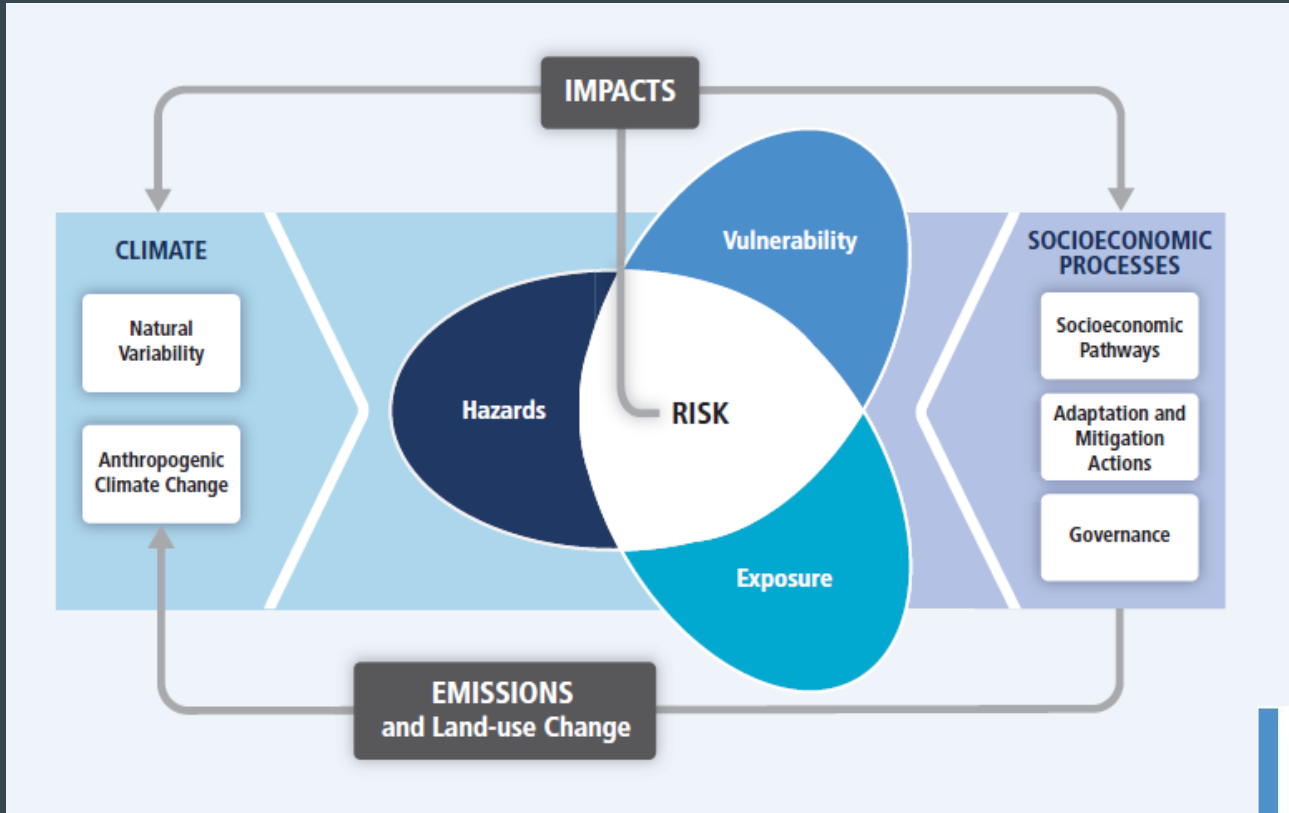
**Scenario emissivo:** RCP 4.5  
**Fonte dati:** Dataset Eraclito v. 4.2  
**Metodo di elaborazione:** Regionalizzazione statistica applicata a modelli climatici globali

**Periodo di riferimento:** 1961-1990  
**Periodo di proiezione:** 2021-2050



Fonte: Osservatorio Clima-Arpa Emilia-Romagna

# Rischio climatico



# Settori di impatto

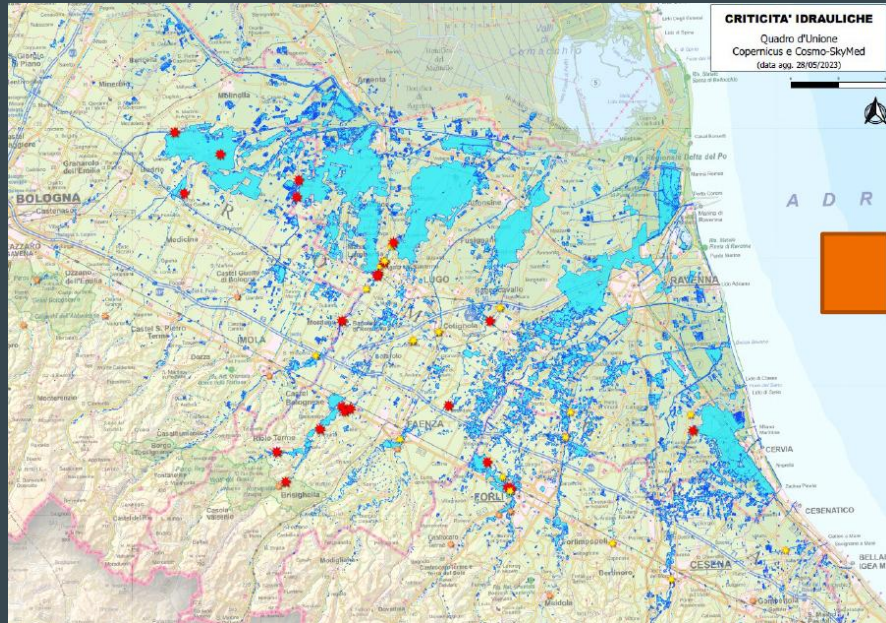
- Risorse idriche
- Desertificazione, degrado del territorio e siccità
- Dissesto idrogeologico
- Ecosistemi terrestri
- Ecosistemi marini
- Ecosistemi di acque interne e di transizione
- Foreste
- Salute
- Energia
- Agricoltura e produzione alimentare
- Pesca marittima
- Acquacoltura
- Zone costiere
- Turismo
- Patrimonio culturale
- Trasporti e infrastrutture
- Industrie e infrastrutture pericolose
- Area alpina e appenninica
- Distretto idrografico padano
- Insediamenti urbani



**Piattaforma Nazionale Adattamento  
Cambiamenti Climatici**

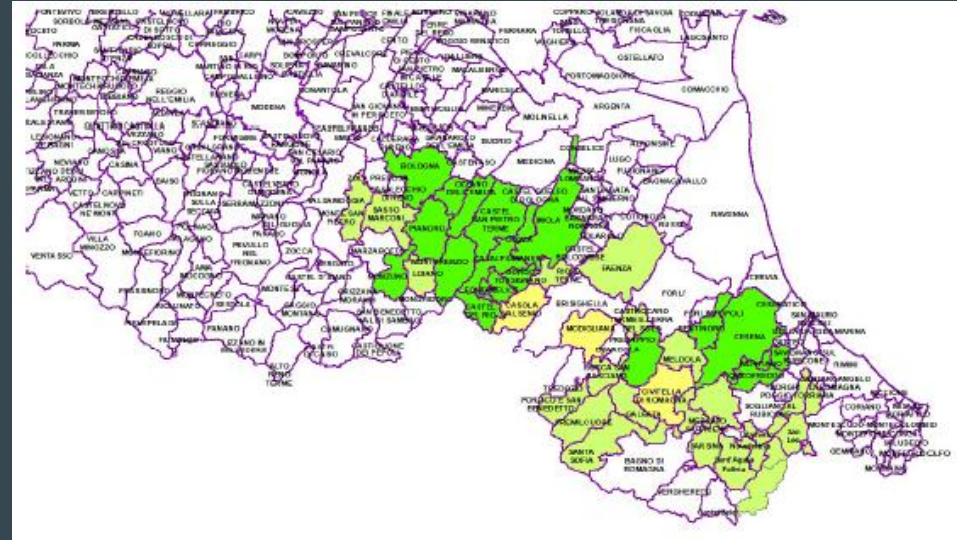
<https://climadat.isprambiente.it/>

# Alluvione 2023: alcuni numeri



Area alluvionata 2023:  
541 km<sup>2</sup>

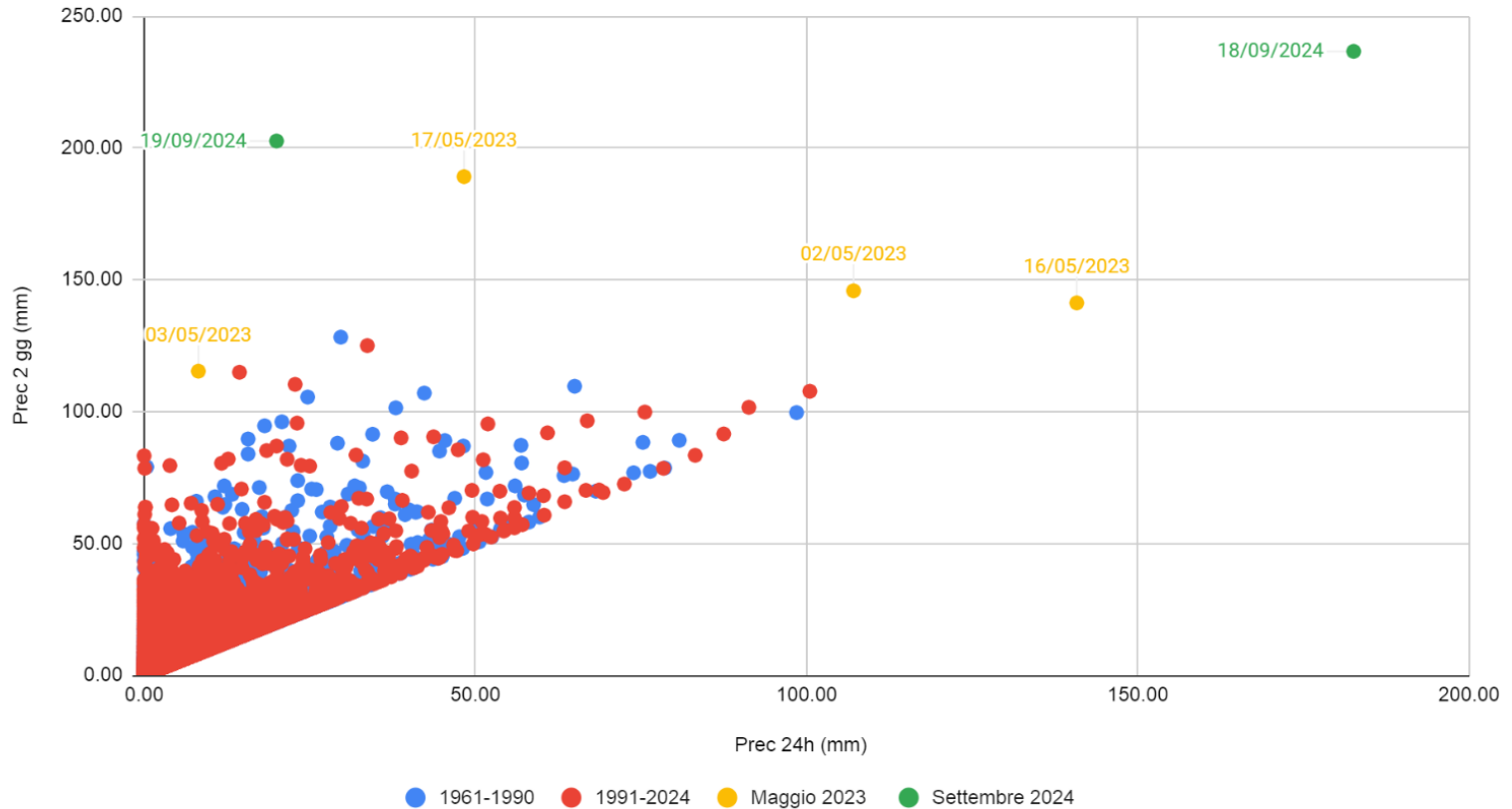
Area alluvionata 1939:  
55 km<sup>2</sup>



numero totale frane: circa 50000, di cui 12000-15000 >  
1000 mq, 300 > 1ha  
area interessata: circa 42 Km<sup>2</sup>

# Gli eventi precipitativi di 2023 e 2024

Bacino LAMONE



# Siccità, un fenomeno complesso

## *Definizioni*

### Tipologie di siccità

#### **Meteorologica**

riduzione delle precipitazioni al di sotto della media climatologica (almeno 30 anni), per un determinato periodo (es. giorni, mesi, anni), in una determinata area

#### **Idrologica**

riduzione delle risorse idriche (corsi d'acqua, laghi, acquiferi sotterranei) al di sotto di una data soglia per un dato periodo, dovuta a una persistente contrazione (riduzione) delle piogge.

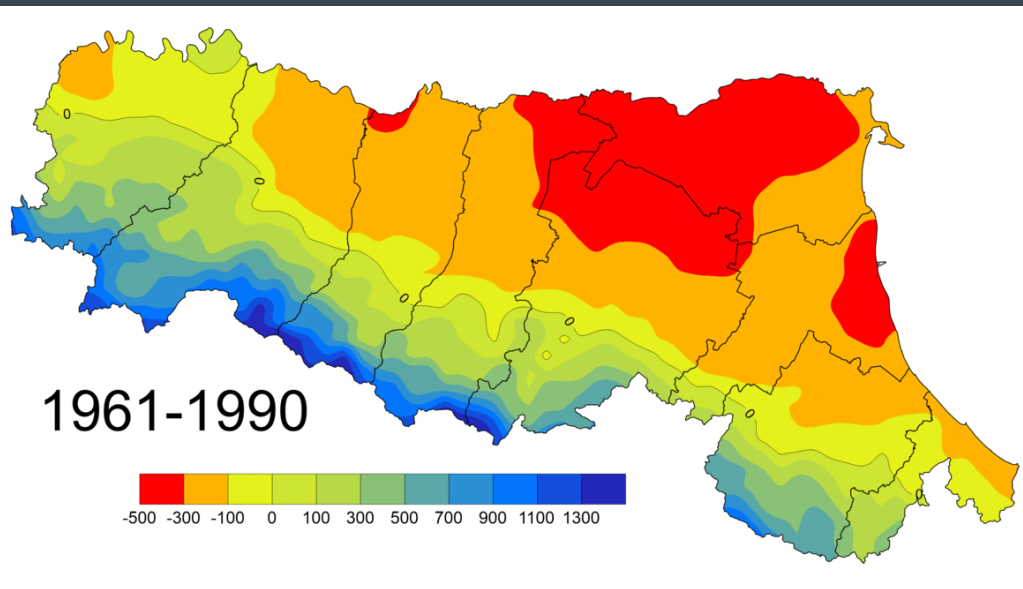
#### **Agricola**

riduzione della disponibilità idrica (dovuta alle scarse precipitazioni ed all'aumento dell'evapotraspirazione) nella zona radicale del suolo, che ha impatto sulla crescita ottimale delle piante (soprattutto durante alcune fasi fenologiche critiche) e causa una riduzione delle rese

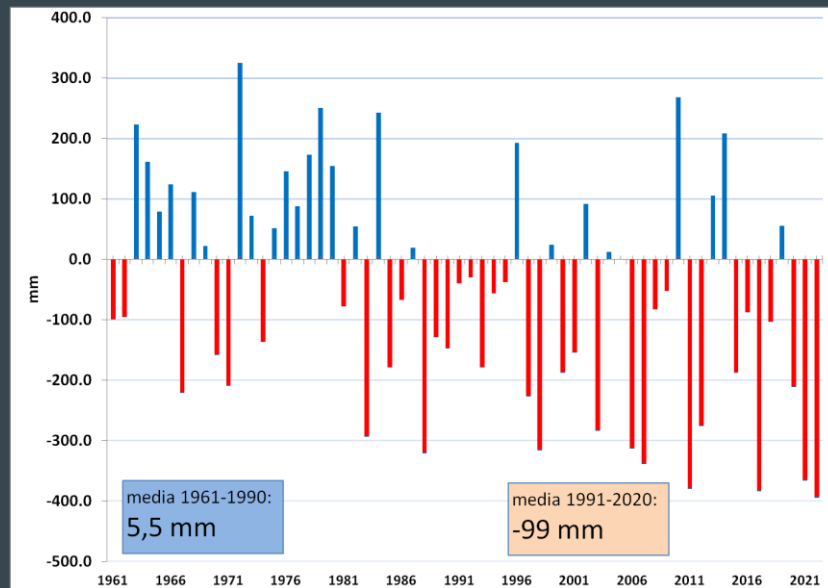
#### **Socio-economica**

Associata alla domanda/rifornimento idrico relativa a beni e bisogni economici. La siccità socioeconomica si presenta quando la richiesta di un bene economico eccede l'offerta come conseguenza di un deficit nel rifornimento idrico dovuto alle condizioni atmosferiche.

# Bilancio idroclimatico



Bilancio idroclimatico annuo  
1961-1990 vs 1991-2020 (mm)



## Siccità 2022: un assaggio di futuro?

- fusione ghiacciai
- portate ridotte
- incremento richiesta irrigua
- intrusione cuneo salino
- diminuzione acqua nel suolo
- diminuzione energia idroelettrica
- impatti su ecosistemi
- ricadute sociali
- competizione tra utilizzi e tra regioni

**Regione Emilia-Romagna**

La Regione Aree tematiche Come fare

Notizie / 2022 / Giugno

martedì, 21 giugno 2022

### Cabina di regia per la siccità, l'Emilia-Romagna dichiara lo stato di crisi regionale

Ordinanza 'tipo' ai Comuni per evitare sprechi nell'utilizzo d'acqua, ma al momento non a rischio l'approvvigionamento idropotabile. Più difficile la situazione in agricoltura

**Governo Italiano** Presidenza del Consiglio dei Ministri

### Comunicato stampa del Consiglio dei Ministri n. 86

4 Luglio 2022

Il Consiglio dei Ministri si è riunito lunedì 4 luglio 2022, alle ore 19.40 a Palazzo Chigi, sotto la presidenza del Presidente Mario Draghi. Segretario il Sottosegretario alla Presidenza Roberto Garofoli.

Per far fronte ai primi interventi sono stati stanziati 36.500.000 euro a carico del Fondo per le emergenze nazionali, così ripartiti:

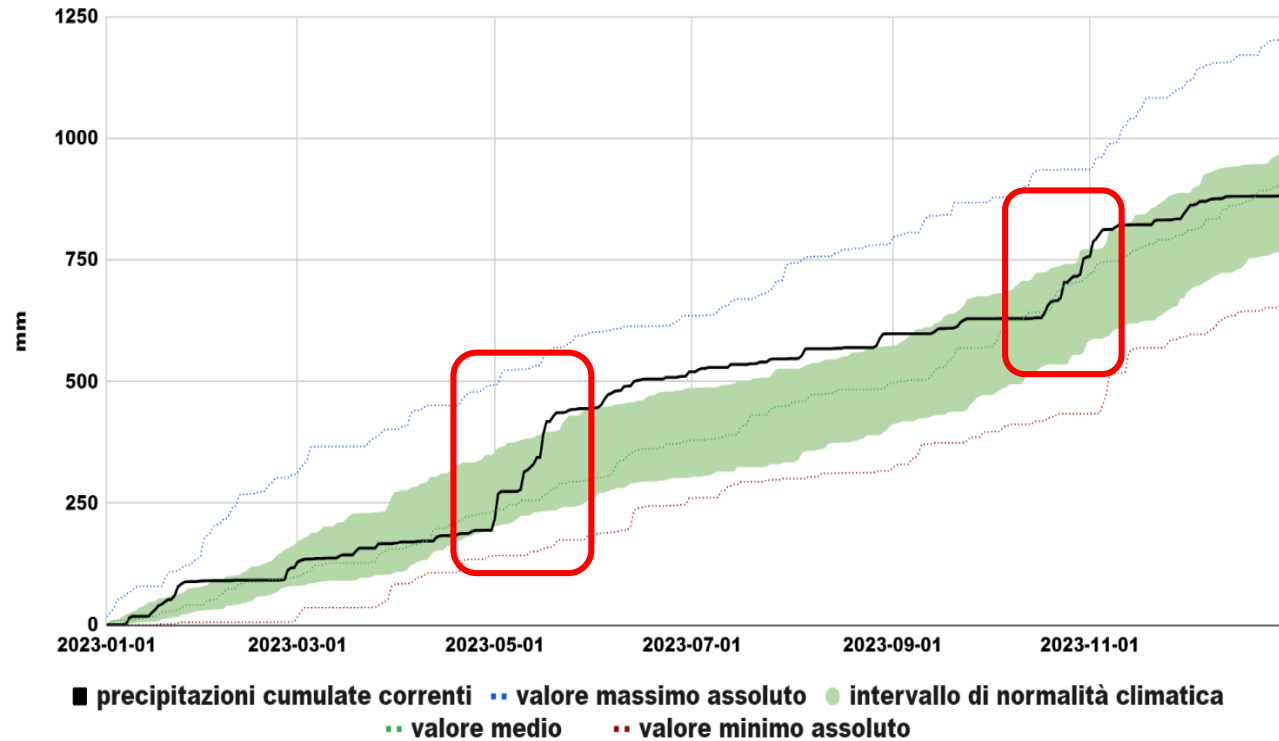
- 10.900.000 euro alla Regione Emilia Romagna;
- 4.200.000 euro alla Regione Friuli Venezia Giulia;
- 9.000.000 euro alla Regione Lombardia;
- 7.600.000 euro alla Regione Piemonte;
- 4.800.000 euro alla Regione Veneto.

All'esito di ulteriori approfondimenti potranno essere adottate ulteriori deliberazioni per il completamento delle attività o per l'avvio di nuovi e diversi interventi.

\*\*\*\*\*

# 2023: un anno paradigmatico...

## I cambiamenti del clima



totale annuo: 891 mm

maggio:  
223 mm in 17 giorni (25%)

ottobre:  
172 mm in 18 giorni (19%)

# Eventi estremi

## Impatti sulla salute

**Table 5.2** Number of people killed per million due to extreme weather events, by European sub-regions for the period 1991–2015

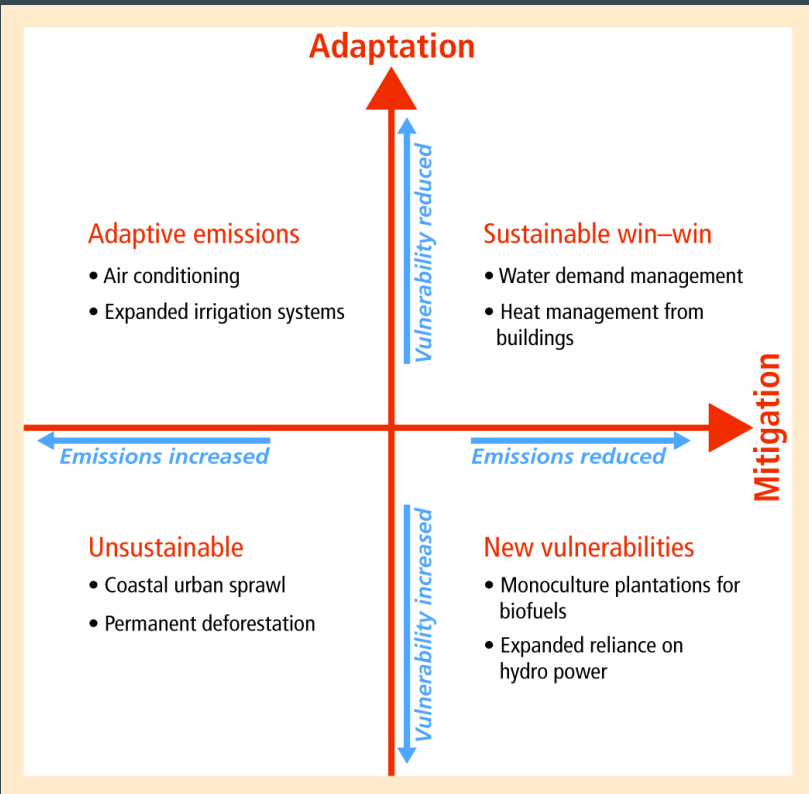
	Flood and wet mass movement (*)	Cold event	Heat wave	Storm	Wildfire
Eastern Europe	8.57	28.27	11.39	1.73	0.54
Northern Europe	0.99	1.67	11.17	2.48	0.01
Southern Europe	6.75	0.92	177.98	1.19	0.97
Western Europe	2.09	0.89	191.58	2.79	0.04
Total	4.64	5.31	128.98	1.99	0.46

EEA, 2017

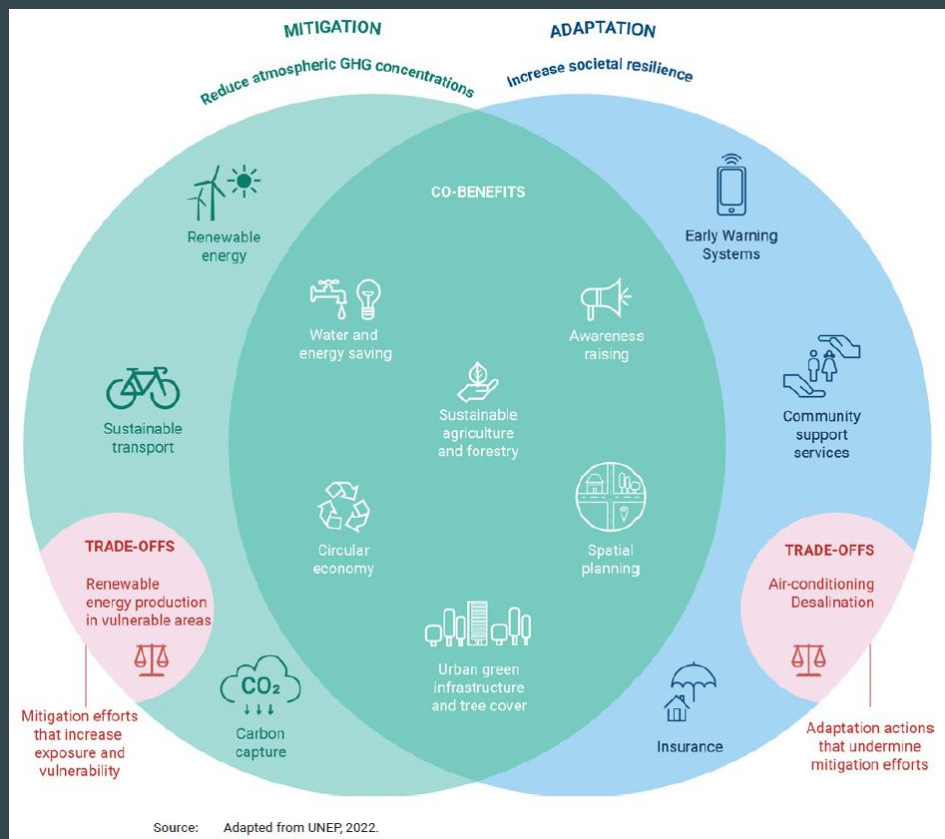
70000 morti in Europa nel 2003

3000 morti in Francia nel 2015

# Mitigazione e adattamento



<https://www.ipcc.ch>



# Mitigazione e adattamento

## SCALA SPAZIALE

La mitigazione ha benefici a livello **globale**, anche se una mitigazione efficace deve coinvolgere un numero sufficiente di grandi emettitori di GHG.

L'adattamento funziona tipicamente sulla scala di un sistema colpito, che nel migliore dei casi è regionale, ma per lo più **locale**.

## SCALA TEMPORALE

Mitigazione: lungo periodo (inerzia gas serra)

Adattamento: breve periodo (vulnerabilità)

Sostenimento dei costi e realizzazione benefici

# Pianificazione e governance

- 2015 Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti climatici (SNAC)
- 2018 Strategia di mitigazione e adattamento della Regione Emilia-Romagna
- 2023 Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC)
- .... Aggiornamento strategia regionale
- .... Piano regionale di adattamento



# Mitigazione in Emilia-Romagna



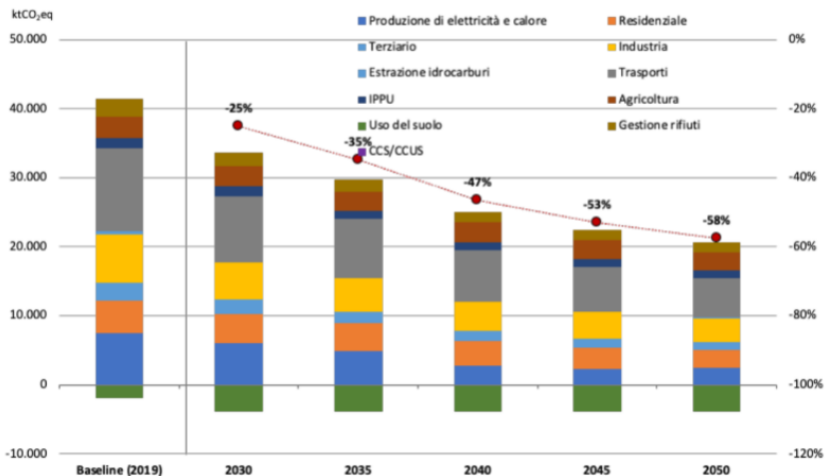
- ❖ 100% di energie rinnovabili al 2035
- ❖ completa decarbonizzazione entro il 2050
- ❖ 3% del Pil regionale in ricerca e *neet* (giovani che non studiano e lavorano) sotto il 10%.

Percorso per la **Neutralità Carbonica** prima del 2050 (DGR n. 581 del 21.04.2022)

Gruppo di lavoro regionale e Arpae (Osservatorio Clima) come struttura tecnico-scientifica di supporto.

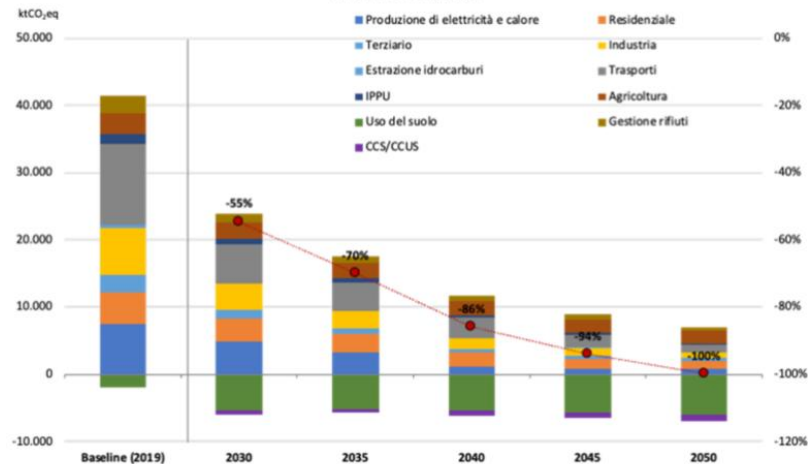
# La neutralità carbonica in Emilia-Romagna

**Evoluzione delle emissioni serra in Emilia-Romagna nello scenario a politiche correnti**



Politiche correnti

**Evoluzione delle emissioni serra in Emilia-Romagna nello scenario di decarbonizzazione**



Scenario decarbonizzazione



Delibera n.1610/2024 - Documento Strategico "Il Percorso per la Neutralità Carbonica Prima del 2050".



# Misure di adattamento



## Come valutare l'adattamento ai cambiamenti climatici c

### c) Definizione delle misure di adattamento

individuare le misure di adattamento che possono contribuire a rafforzare la resilienza dell'opera e /o del territorio in cui è inserita l'opera



#### MISURE SOFT NON STRUTTURALI

gestionali, giuridiche, politiche,  
finanziarie, sociali.



#### MISURE TRASVERSALI



#### MISURE GRIGIE INFRASTRUTTURALI E TECNOLOGICHE

Interventi fisici e/o misure costruttive  
utili a rendere gli edifici, le infrastrutture, le reti etc, più capaci di resistere agli eventi estremi



#### MISURE VERDI APPROCCIO ECOSISTEMICO

basate sull'uso  
della natura, della biodiversità  
e dei servizi ecosistemici

DOVE? in [climate-adapt.eea.europa.eu](https://climate-adapt.eea.europa.eu)

# Aspetti e limitazioni dell'adattamento

- richiede spesso risorse, a volte limitate
- efficacia e rischi residui (soprattutto oltre un certo grado di climate change)
- soluzioni inclusive, eque e giuste
- soluzioni adatte al territorio
- pianificazione a medio-lungo termine
- mal-adattamento

# Grazie per l'attenzione

**Gabriele Antolini**

[gantolini@arpae.it](mailto:gantolini@arpae.it)

Servizio IdroMeteoClima  
Arpae Emilia-Romagna

Meldola 29 maggio 2025

