cmcc
Centro Euro-Mediterraneo
sui Cambiamenti Climatici

www.cmcc.it

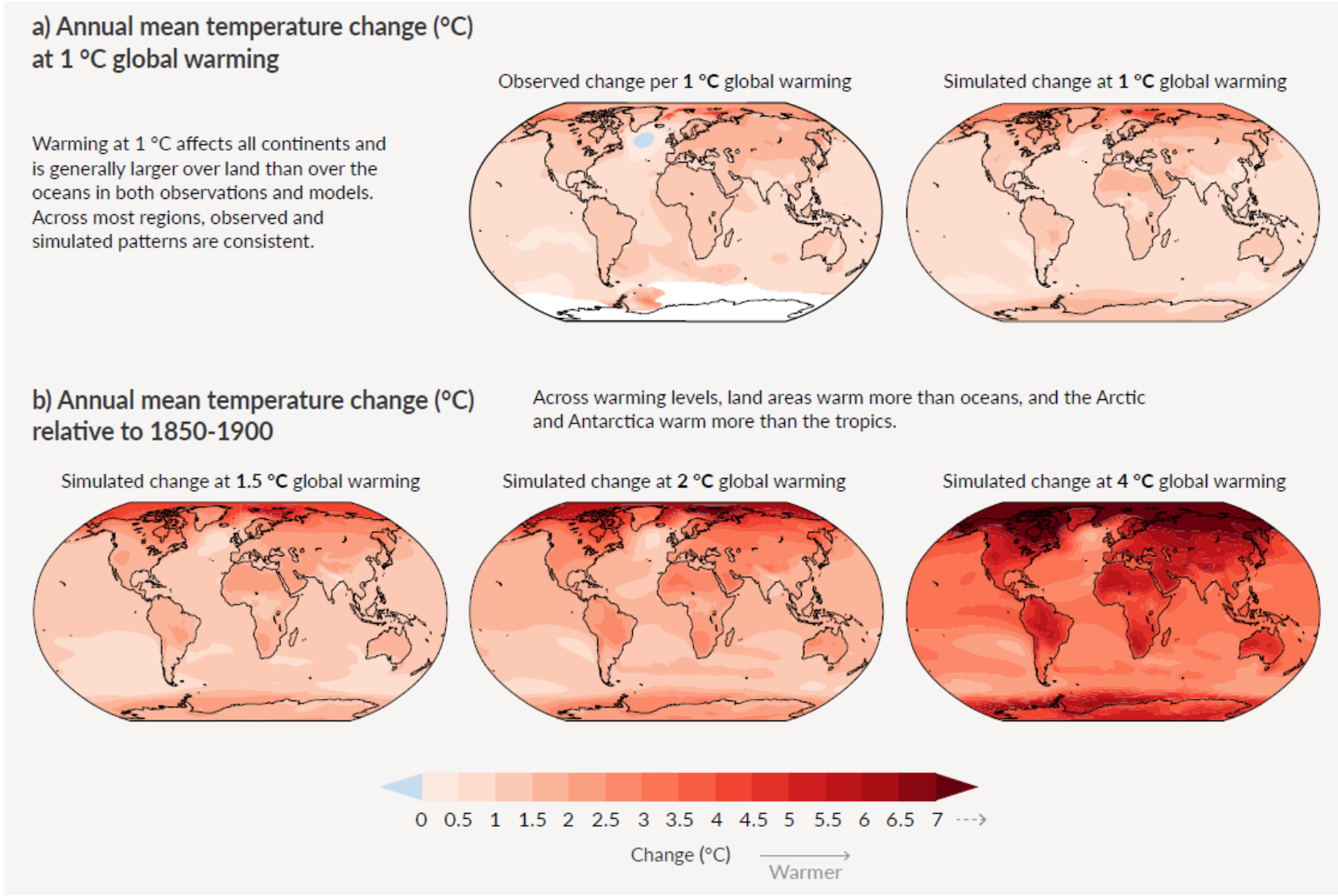
Fondazione CARIPLO

Analisi del cambiamento climatico a scala locale e dei relativi impatti associati e misure di adattamento a scala locale

Paola Mercogliano
Fondazione Centro Euro-Mediterraneo sui cambiamenti climatici
Responsabile Divisione di Ricerca «Modelli regionali ed impatti geo-idrologici»

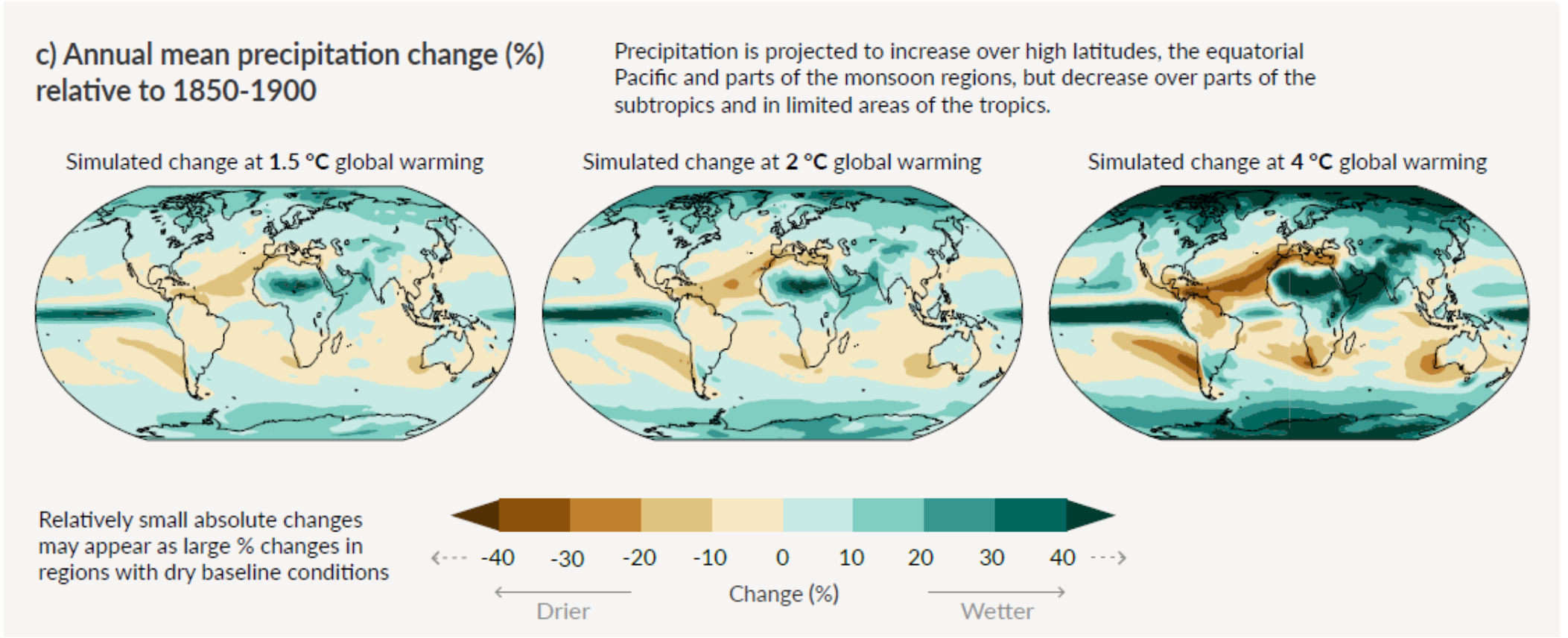
Webinar formativi organizzati all'interno della Call for Ideas Strategia Clima di Fondazione Cariplo
21/02/2023

Variazione del clima per effetto global warming



IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate.* Cambridge University Press. In Press.

Variazione del clima per effetto global warming



., 2021: Summary for Policymakers. In: *Climate Change : The Physical Science Basis. Contribution of Working p I to the Sixth Assessment Report of the governmental Panel on Climate.* Cambridge University . In Press.

«Il cambiamento climatico è un fenomeno globale, ma si manifesta in modo diverso nelle diverse regioni.
Gli impatti del cambiamenti climatici sono generalmente vissuti a scala locale, nazionale e regionale, e queste sono anche le scale in cui vengono generalmente prese le decisioni.
Informazioni affidabili sul cambiamento climatico sono sempre più disponibili su scale regionali per le valutazioni di impatto e rischio»

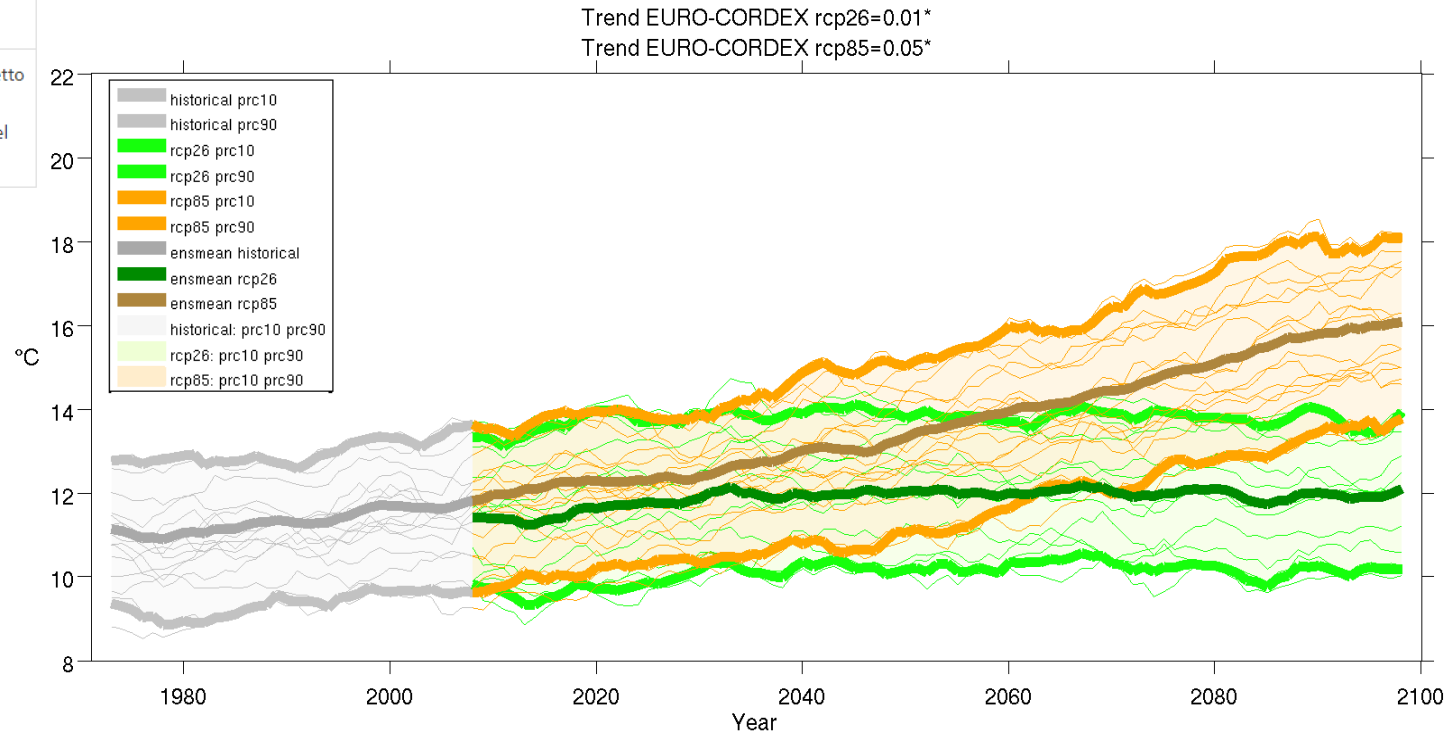
Scenari di cambiamento climatico sull'Italia

Scenario	Scenario RCP	Caratteristiche
Nessuna protezione del clima	RCP8.5	Non viene preso alcun provvedimento in favore della protezione del clima. Le emissioni di gas a effetto serra aumentano in modo continuo. Rispetto al 1850, nel 2100 il forzante radiativo ammonterà a 8,5 W/m^2.
Limitata protezione del clima	RCP4.5	L'emissione di gas a effetto serra è arginata, ma le loro concentrazioni nell'atmosfera aumentano ulteriormente nei prossimi 50 anni. L'obiettivo dei "+2 °C" non è raggiunto. Rispetto al 1850, nel 2100 il forzante radiativo ammonterà a 4,5 W/m^2.
Conseguente protezione del clima	RCP2.6	Vengono presi provvedimenti in favore della protezione del clima. L'aumento di gas ad effetto serra nell'atmosfera è arrestato entro 20 anni attraverso l'immediata riduzione delle emissioni. In tal modo è possibile raggiungere gli obiettivi dell'Accordo sul clima di Parigi del 2016. Rispetto al 1850, nel 2100 il forzante radiativo ammonterà a 2,6 W/m^2.

Crescita della temperatura media giornaliera in Italia

La crescita del valore medio dei modelli è sempre positiva: 1 °C in 100 anni per RCP2.6 e 5°C in 100 anni per RCP8.5. Il trend è statisticamente significativo.

Tali valori di incremento della temperatura media ben evidenziano come le variazioni attese possano cambiare notevolmente a seconda dello scenario considerato.



Tuttavia bisogna considerare che l'Italia ha comportamenti molto vari a livello regionale, provinciale e locale

Gli impatti del cambiamento climatico sul Italia (settore infrastrutture)

Mims
Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili

Obiettivo dell'analisi

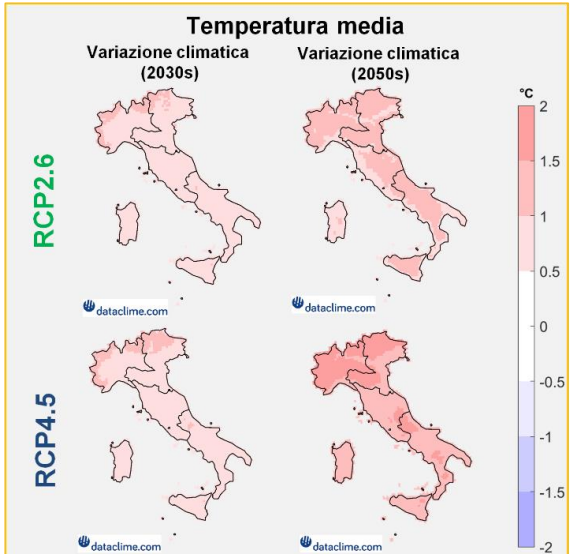
Descrivere l'evoluzione spazio temporale delle specifiche caratteristiche del clima (**pericolo climatico**) che risultano rilevanti per la valutazione degli impatti che possono determinare danni e rischi sulle infrastrutture.

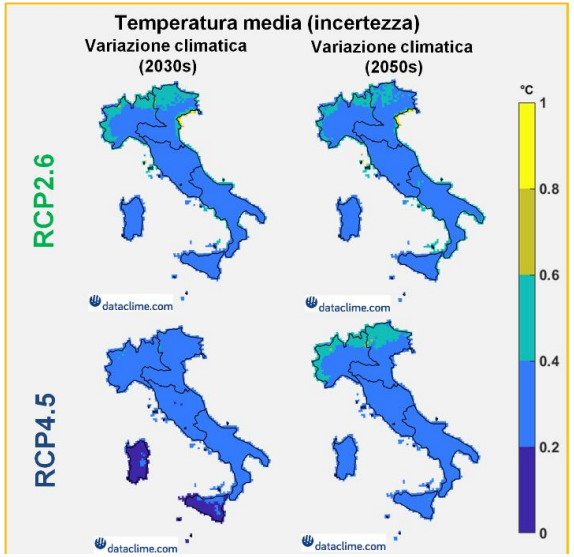
La conoscenza dell' evoluzione (diminuzione, aumento o stazionarietà) di questi pericoli (es. ondate di calore, siccità, precipitazioni intense), in termini di caratteristiche rilevanti quali intensità, frequenza e persistenza, **è fondamentale per la valutazione dei relativi impatti e successive valutazioni in termini di danni e rischi sulle infrastrutture di interesse.**

Cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità

Valutazione del pericolo climatico atteso (settore infrastrutture)

- Analisi prodotte su 2 periodi: una finestra temporale centrata intorno al **2030** e una sul **2050**
- Valutata la variazione attesa (**valore medio ed incertezza associata**) dei pericoli climatici tramite 2 scenari climatici:
    - **RCP2.6:** scenario obiettivo, che permetterebbe di contenere l'incremento di temperatura entro la soglia di 1.5°C
    - **RCP4.5:** È lo scenario che rappresenta l'evoluzione tendenziale sulla base delle politiche adottate negli ultimi anni in molti paesi. L'incremento di temperatura atteso con tale scenario a fine secolo è di circa 3°C.
- Diversi modelli climatici utilizzati (programma EURO-CORDEX) **alla massima risoluzione disponibile di circa 12 km**

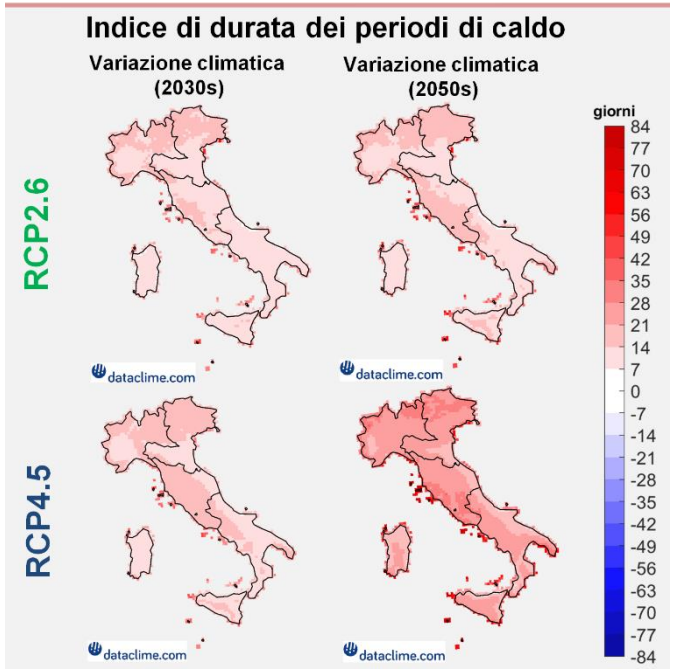




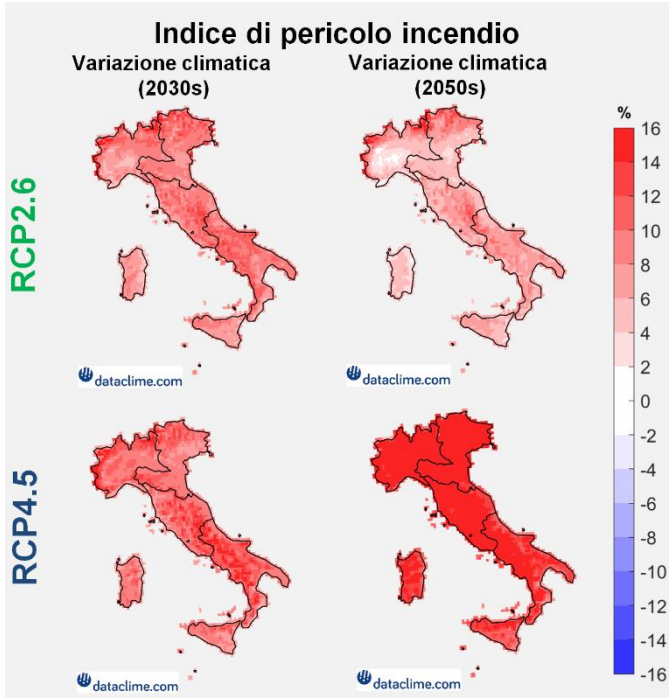
Per evidenziare le differenze spaziali le analisi sono state effettuate dividendo l'Italia in 5 aree: Nord Ovest, Nord Est, Centro, Sud ed Isole.

Risultati (1)

L'analisi degli impatti fisici evidenzia come siano da attendersi rilevanti impatti del cambiamento climatico sull'Italia già nel prossimo decennio, specie quelli associati all'aumento di temperatura (ondate di calore, incendi e siccità). **Le regioni sud-occidentali riportano incrementi maggiori per quanto attiene le ondate di calore e la siccità.**



Variazione climatica (giorni)	RCP2.6	RCP4.5	
Nord- Ovest	15	15	2030s
	15	26	2050s
Nord-Est	14	15	2030s
	14	26	2050s
Centro	13	15	2030s
	15	27	2050s
Sud	11	13	2030s
	13	23	2050s
Isole	11	13	2030s
	13	23	2050s

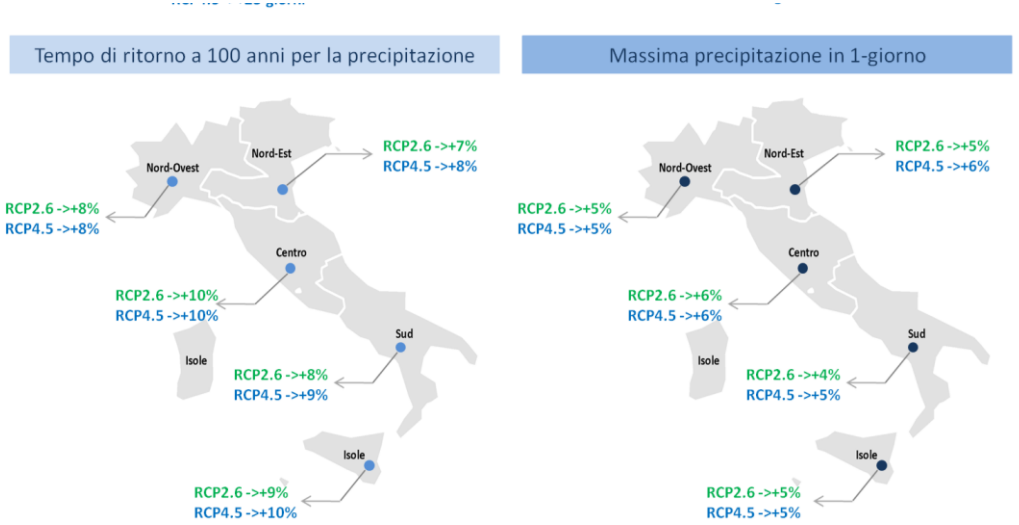


Variazione climatica (%)	RCP2.6	RCP4.5	
Nord- Ovest	9	10	2030s
	8	19	2050s
Nord-Est	9	10	2030s
	8	18	2050s
Centro	9	11	2030s
	8	18	2050s
Sud	9	11	2030s
	8	15	2050s
Isole	7	9	2030s
	6	13	2050s

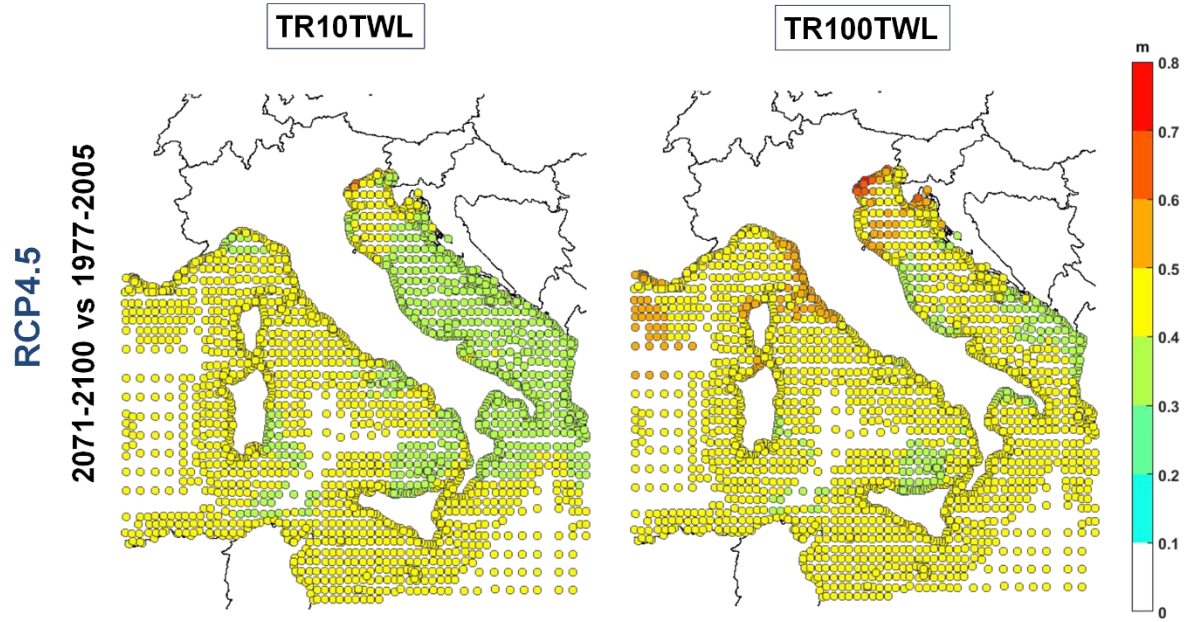
Risultati (2)

Su tutta l'Italia è atteso un sostanziale **aumento in frequenza ed intensità degli eventi climatici estremi,** in particolare:

- per le tempeste di vento vi è un lieve aumento (segnale è affetto da notevole incertezza necessita di approfondimenti con modelli a maggior risoluzione spazio temporale);
- **per le precipitazioni intense è atteso un generale incremento sia sui valori giornalieri sia dell'intensità e frequenza degli eventi estremi di precipitazione in particolar per il centro-nord nella stagione invernale**;
- **per le mareggiate più estreme è atteso un incremento specie nell'alto adriatico, mar ligure ed alto tirreno.**



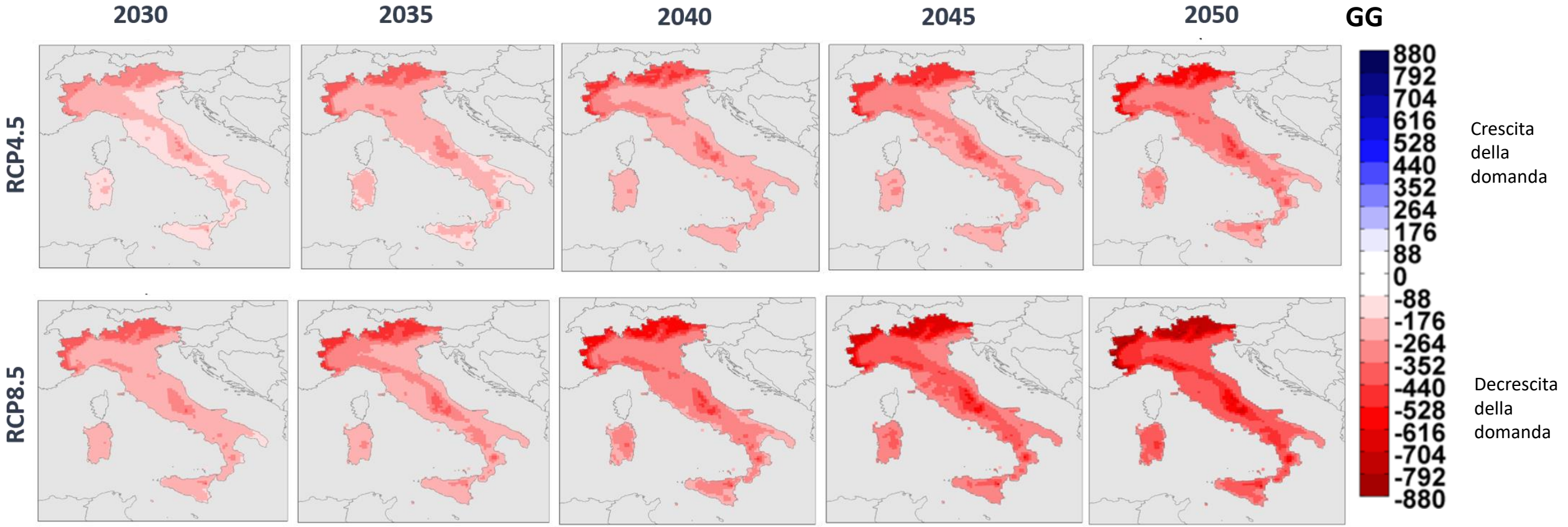
VARIAZIONI NEGLI ESTREMI CLIMATICI
Periodo 2050s (rispetto al periodo 1981-2010)



Variazioni della domanda di riscaldamento

Mappa delle variazioni dell'indice HDD sui trentenni futuri di interesse vs 1986-2015 su base annuale (ensemble mean EURO-CORDEX)

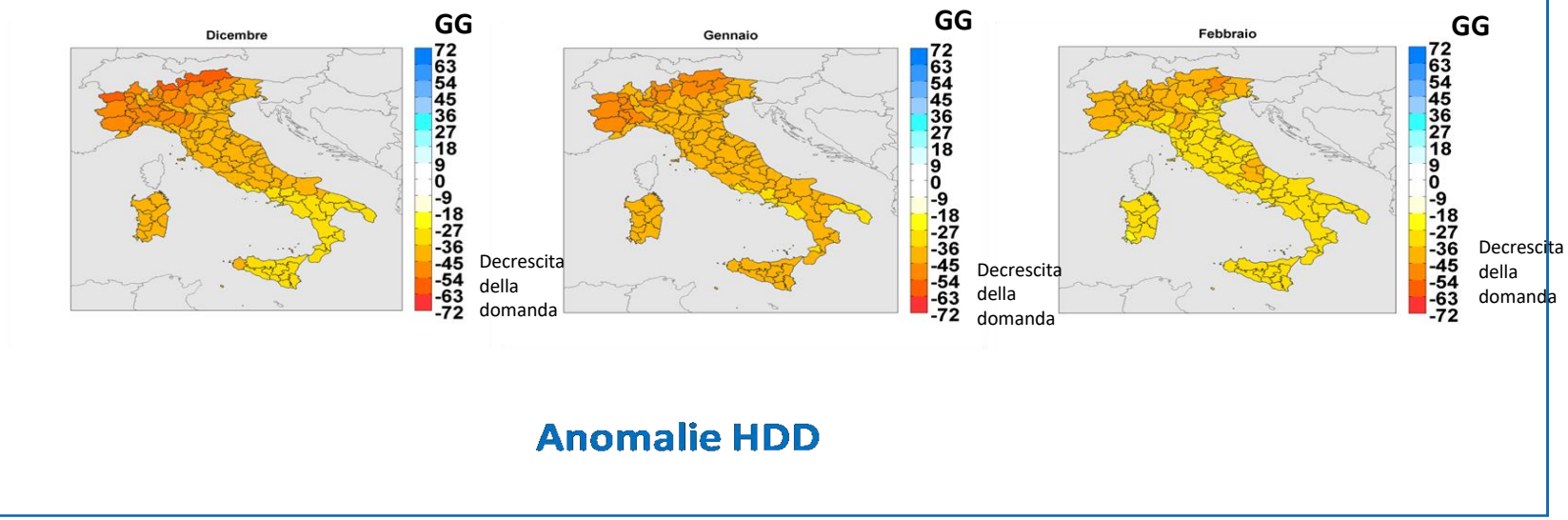
STRATEGIA ITALIANA DI LUNGO TERMINE SULLA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DEI GAS A EFFETTO SERRA: ***https://www.mite.gov.it/sites/default/files/lts_gennaio_2021.pdf***

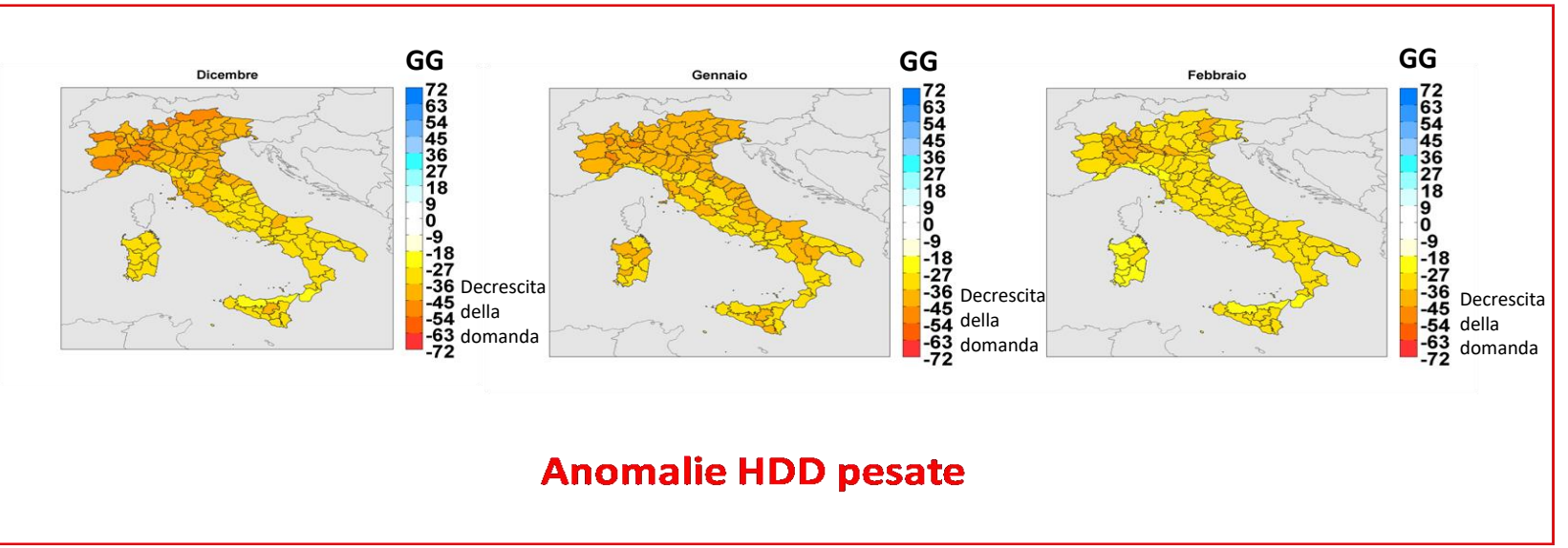


Gradi giorno di riscaldamento (HDD - *Heating Degree Days*) sono un indice che indica il fabbisogno termico per il riscaldamento delle abitazioni in una determinata località in un determinato periodo, numericamente sono calcolati come la somma cumulativa della sola differenza positiva tra la temperatura interna di base e la temperatura media esterna.

Variazioni della domanda di riscaldamento (su base mensile)

MAPPE DI ANOMALIA HDD pesate per i mesi invernali del periodo 2036-2065 (2050) rispetto al periodo di riferimento 1986-2015, scenario RCP4.5 con modelli EURO-CORDEX: *https://www.isprambiente.gov.it/files2018/pubblicazioni/rapporti/R_277_17_Allegati_RelazionidelsottogruppoHDD_CDD.pdf*

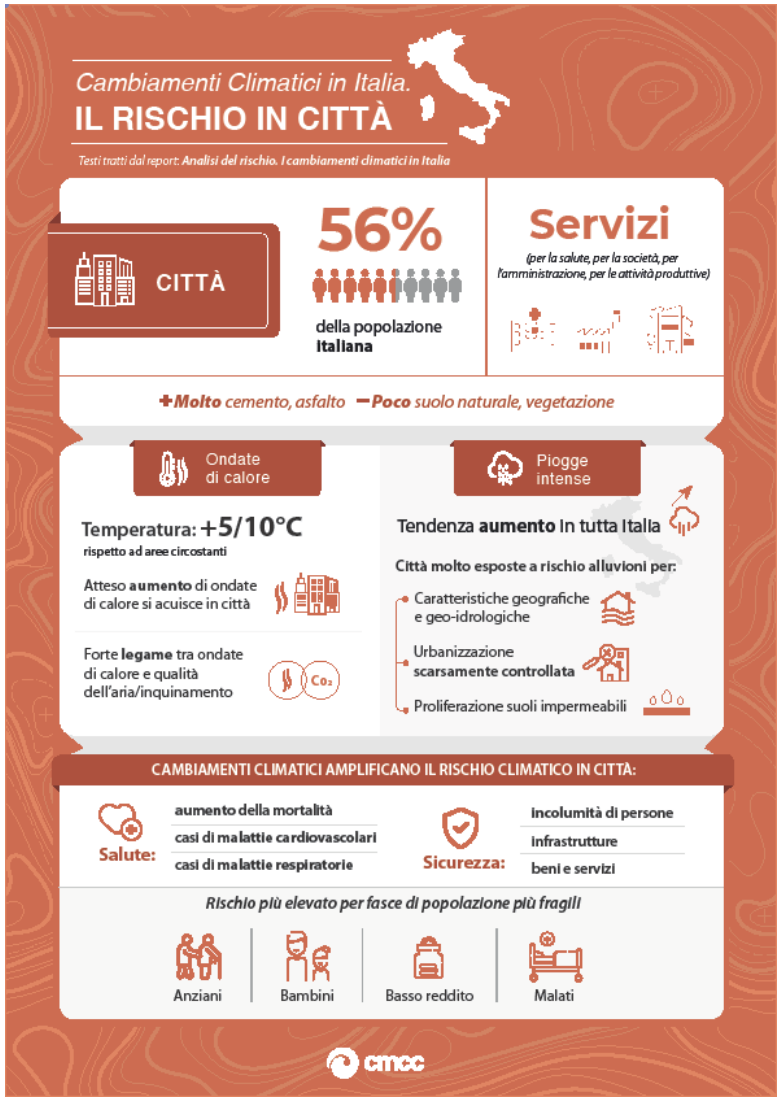


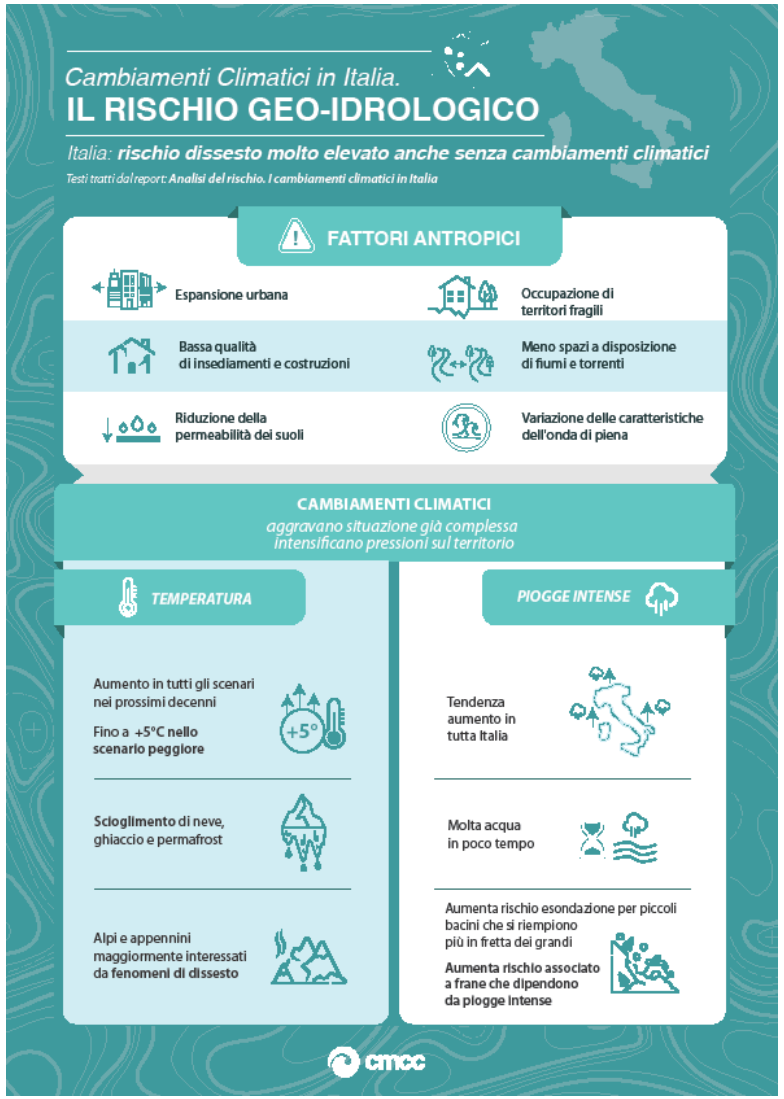


Le variazioni mensili su scala provinciale dei gradi giorno, pesate in base alla distribuzione della popolazione provinciale, sono state stimate ricorrendo ad un fattore correttivo ricavato a partire dagli indici HDD (gradi giorni di riscaldamento) e CDD (gradi giorni di raffrescamento) osservati sul periodo 2001-2015 fornito da ISPRA.

Il rischio in Italia

Analisi del cambiamento climatico per 5 settori chiave

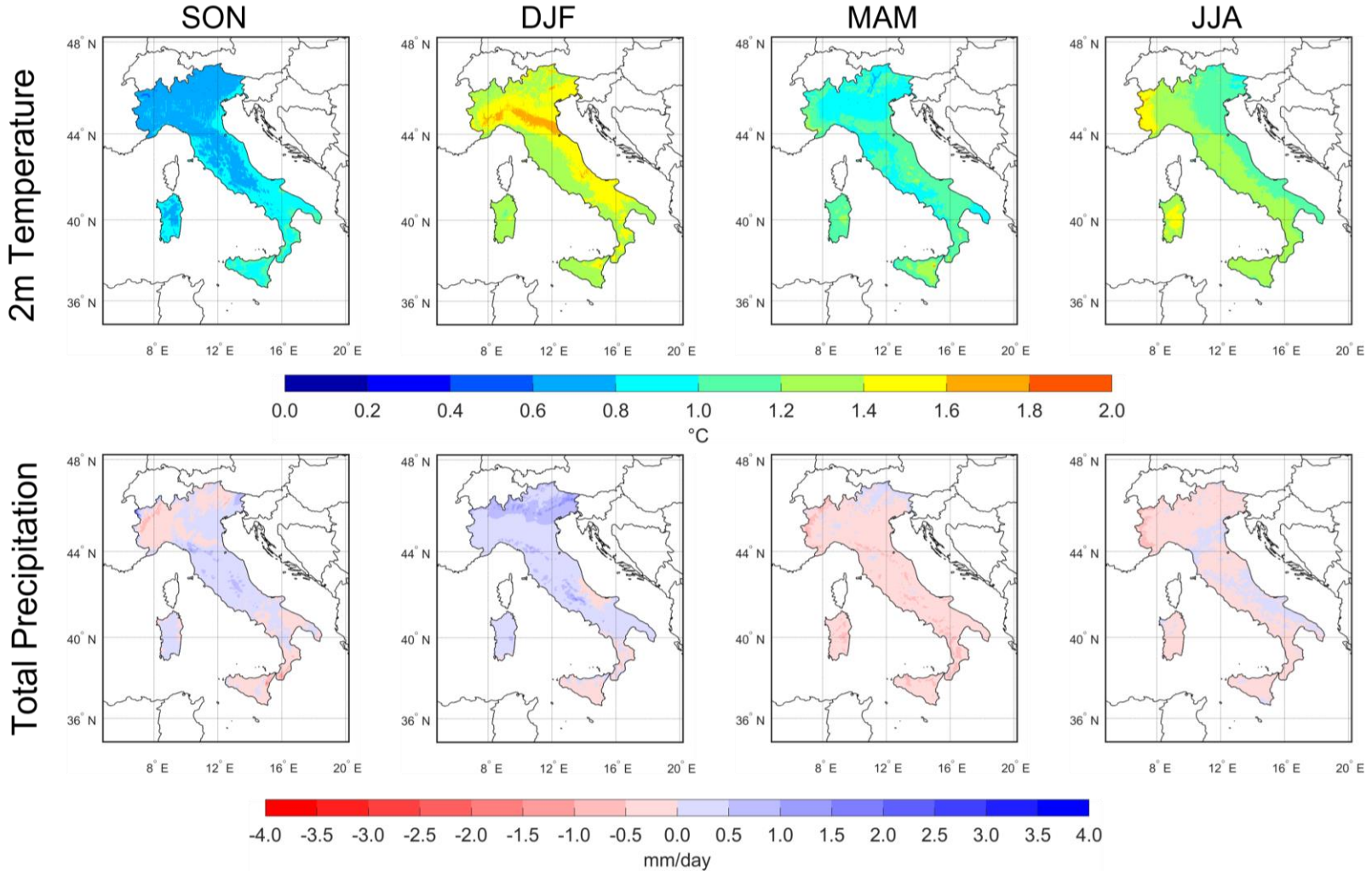




La nuova generazione dei modelli CPM

Scenari di proiezione RCP8.5 – Anomalie 2021/2050 vs 1989/2018

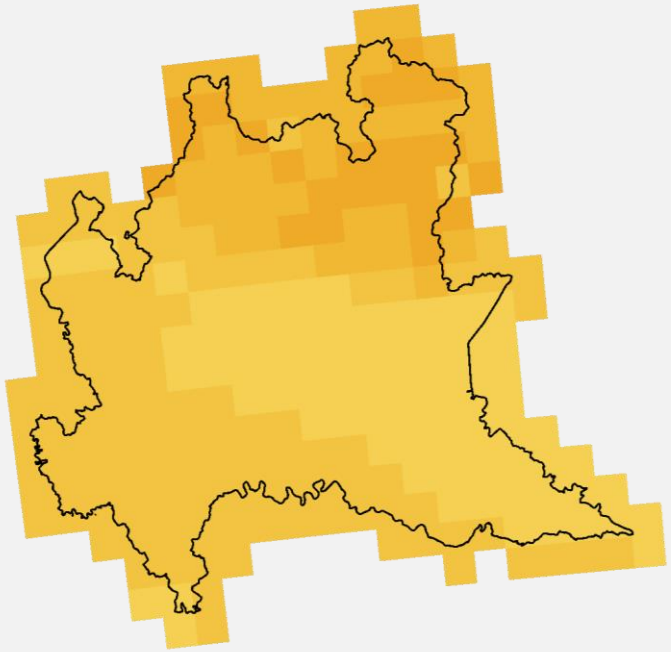
Attualmente il costo computazionale delle simulazioni a 2 km è molto elevato per cui sono attualmente in sviluppo progetti ed attività europei con lo scopo di produrre un numero elevato di simulazioni che permetta la valutazione della loro incertezza



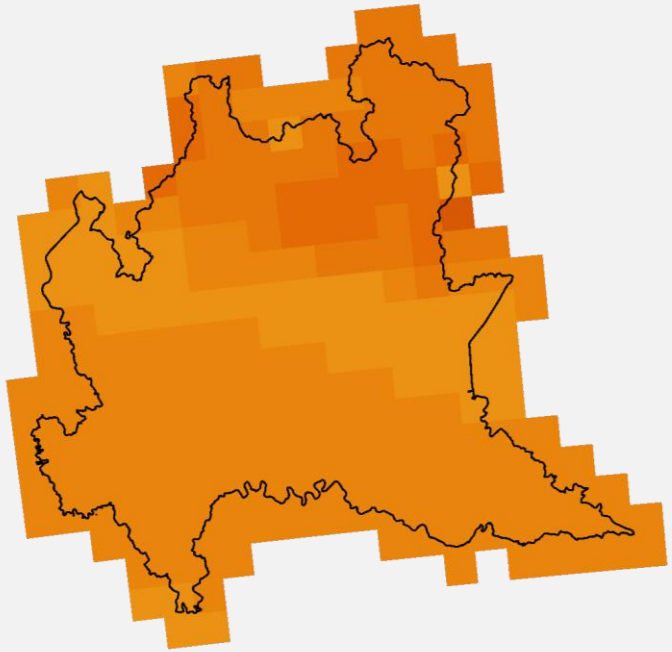
Il caso studio: il clima atteso per la regione Lombardia

Variazione climatica della temperatura media al 2050

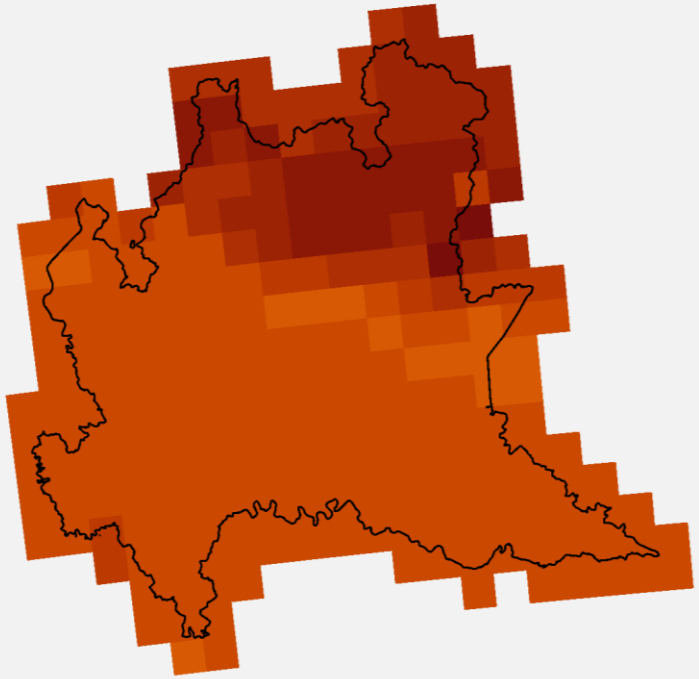
RCP2.6



RCP4.5



RCP8.5



Periodo di riferimento 1981-2010

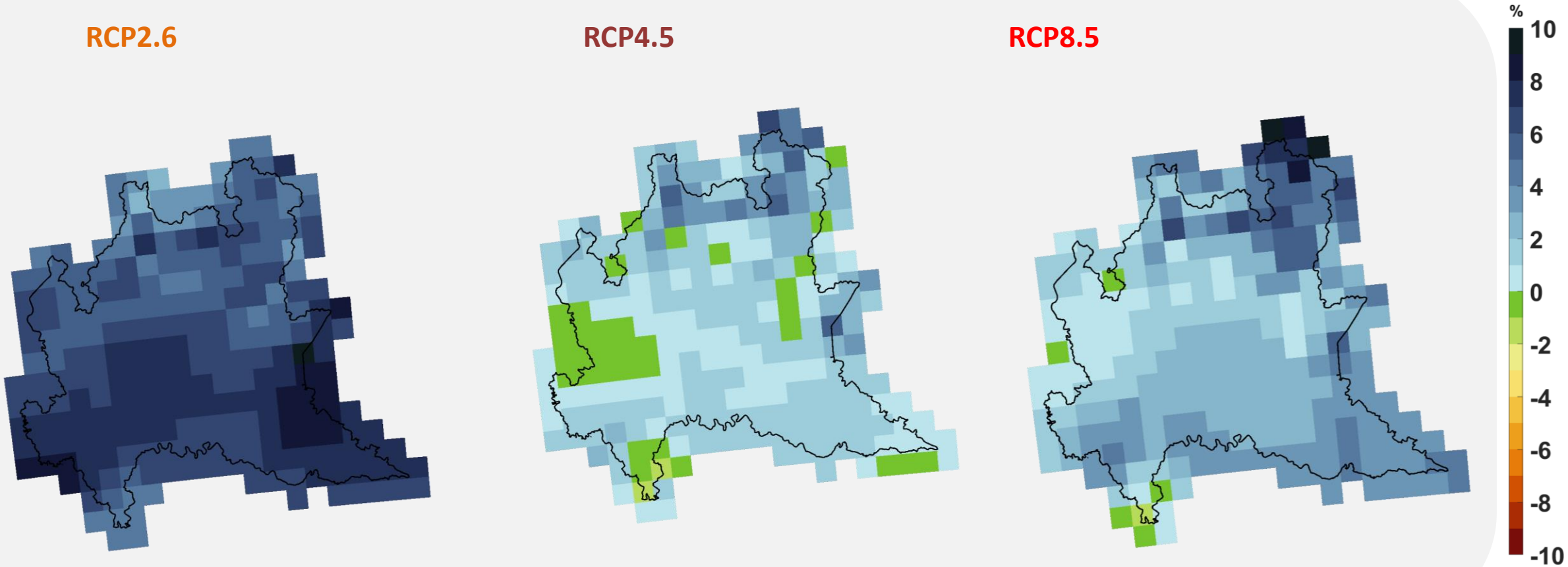
Il clima atteso per la regione Lombardia

Variazione climatica della precipitazione cumulata al 2050

RCP2.6

RCP4.5

RCP8.5



Periodo di riferimento 1981-2010

Elementi per definire l’adattamento a scala locale

Per poter definire delle strategie di adattamento locale è necessario però considerare alcuni elementi essenziali, tra questi vi sono:

- **Conoscere le caratteristiche del mutamento a scala locale e le incertezze associate a tale conoscenze**
- **Stimare gli effetti che tali mutamenti inducono sulla popolazione, sugli insediamenti, sulle infrastrutture, sulla biodiversità, agricoltura et**.
- Definire azioni di adattamento al cambiamento climatico che siano efficienti per il contesto
- Sensibilizzare i cittadini, le parti sociali e in generale tutti i portatori di interesse sull’importanza dell’adattamento, sui costi e sui benefici.
- Articolare delle politiche per le diverse parti delle città e per i diversi settori, organizzarle in modo coerente.
- Assicurarsi il monitoraggio degli effetti di tali politiche, rivederle ed aggiornarle.

Gli elementi per costruire un progetto sull'adattamento

- **Motivazioni** (dimostrare di conoscere bene il contesto, le sue esigenze e i suoi problemi. Ad esempio quali sono i settori economici più rilevanti o come è fatta la popolazione)

- **Impatti sul territorio** (osservato e se possibile atteso)

- **Descrizione dell'azione**

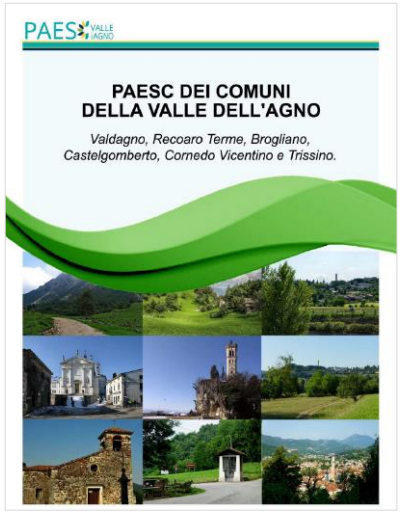
- **Modalità con cui si intende coinvolgere la cittadinanza nell'azione di adattamento**

- **Conoscere se ci sono già attività, strategie o piani di adattamento al CC già in essere nella zona**

- **Descrivere chi collabora allo sviluppo dell'attività**

PAESC

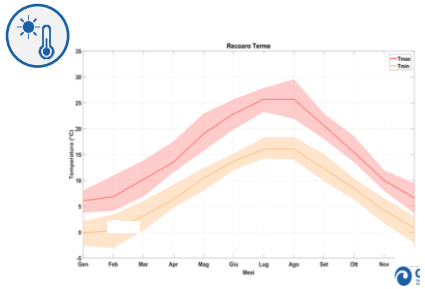
Elaborazione profili climatici locali (storico e proiezione futura)



Principali settori di applicazione del PAESC

http://www.comune.valdagno.vi.it/comune/progetti-e-attivita/paesc-valle-dellagno

Recoaro Terme

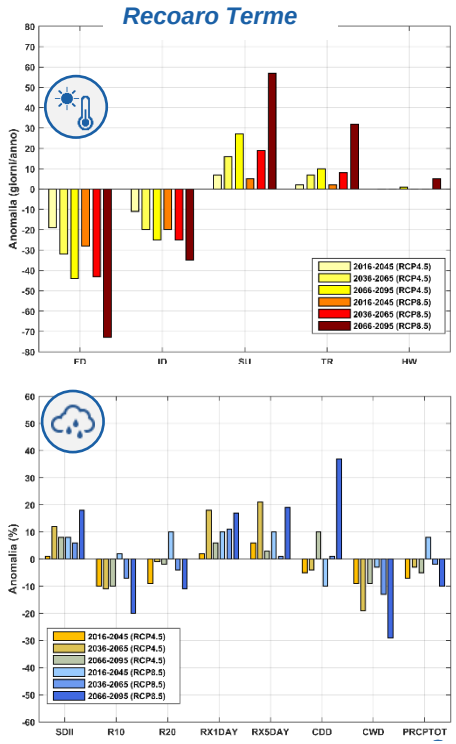


Il PAESC è un piano strategico sviluppato e adottato dai comuni firmatari del Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia.

Prevede lo sviluppo di politiche e strategie di **mitigazione** e **adattamento** (valutazione dei rischi e delle vulnerabilità).

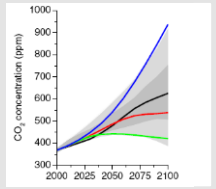
Gli obiettivi generali sono: ridurre le emissioni di gas serra sul territorio comunale **entro il 2030** almeno del **40%** impiegando fonti di energia rinnovabile; utilizzare energia proveniente da fonti rinnovabili per almeno il **27%** dei consumi base; migliorare l'**efficienza energetica** per una quota non inferiore al **27%**; incrementare la **resilienza** adattando i propri territori agli effetti del cambiamento climatico.

Recoaro Terme



Anomalie degli indicatori di temperatura (in alto) e precipitazione (in basso) per i due scenari RCP4.5 e RCP8.5 e i tre periodi futuri rispetto al periodo di riferimento 1981-2010.

Metodi per analisi di impatti (1)



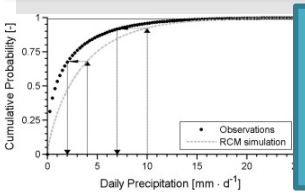
REPRESENTATIVE CONCENTRATION PATHWAYS

La catena modellistica

MODELLI GLOBALI

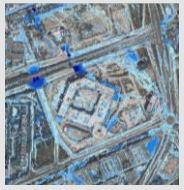
Proiezioni future delle variabili atmosferiche per differenti scenari di concentrazione di gas climalteranti e per diversi orizzonti temporali, attraverso un sistema a cascata di modelli

MODELLI REGIONALI



Post processing dati climatici

Post-processing dei dati per passare da un approccio *anomaly-based* a modellazioni quantitative



MODELLI DI IMPATTO

Modelli concettuali, statistici, fisicamente basati, numerici per quantificare l'impatto del CC sul dissesto geo-idrologico

L'uso di modelli di impatto richiede specifiche procedure di post-processing che necessitano di dataset osservativi o di rianalisi rappresentativi del clima presente.

Possibili impatti sono:

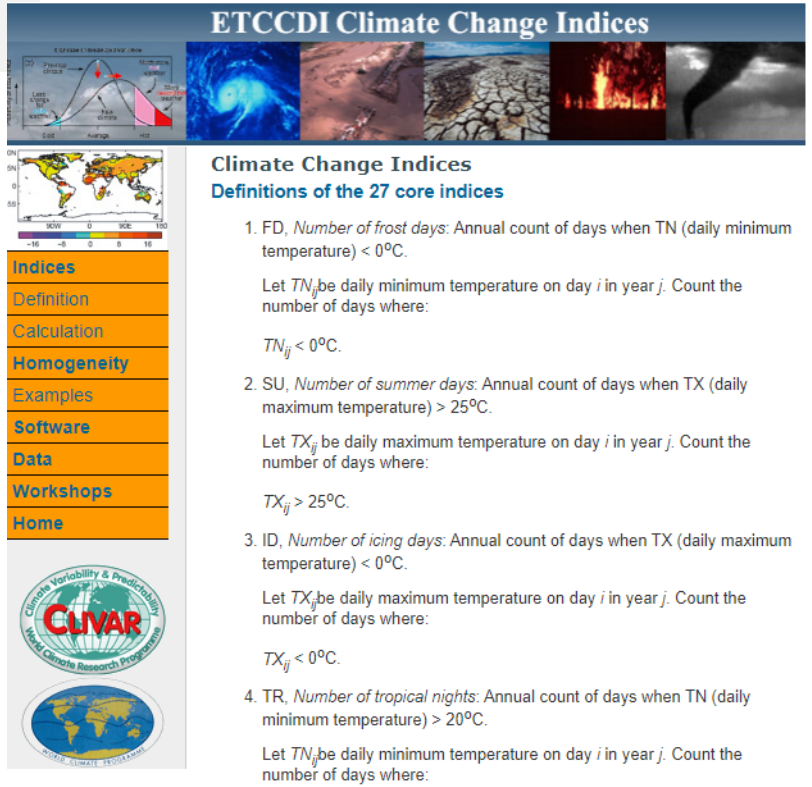
- Alluvioni pluviali (bacini urbani)
- Disponibilità idrica
- Frane meteo-indotte
- Erosione dei suoli
- …

Metodi di impatti: analisi per indicatori climatici

Come caratterizzare l'evoluzione dei pericoli climatici?

…attraverso una **serie di indicatori climatici** che sintetizzano alcune delle caratteristiche degli eventi estremi (es. **frequenza, intensità, durata**) che si intendono monitorare osservando le caratteristiche degli eventi atmosferici estremi verificatisi che hanno prodotto importanti impatti sul territorio

Gli **indicatori climatici ETCCDI** sono relativi a diverse variabili atmosferiche (temperatura e precipitazione) e sono certamente molto utili per successivi studi di settore volti a valutare i principali impatti locali del cambiamento climatico su cui si basano le strategie di adattamento http://etccdi.pacificclimate.org/index.shtm



Metodi di impatti: analisi per indicatori climatici

Esempi di identificazione indicatori climatici efficaci nel rappresentare i pericoli climatici di interesse estratti dal documento PNACC (versione dicembre 2022):

Tabella XX – Indicatori di riferimento per il Quadro Climatico del PNACC

Acronimo, definizione indicatore climatico	Variabili fondamentali	Unità di misura dell'indicatore	Unità di misura della variazione climatica (scenario)	Scala temporale	Reference	Pericolo climatico/Proxy	Settore
Temperatura Media (TG): Media della temperatura media giornaliera.	T	°C	+ - °C	stagionale/ annuale		Aumento delle temperature	
WD: *Giorni caldi - secchi* - Numero di giorni con temperatura media giornaliera maggiore del 75° percentile della temperatura media giornaliera e con precipitazione giornaliera minore del 25° percentile della precipitazione giornaliera.	T - Prec	giorni	+ - giorni	annuale	ECAD-EU, Beniston 2009	Esempi di impatti attesi dei quali l'indicatore può rappresentare un proxy	Salute, agricoltura
WW: *Giorni caldi - piovosi* - Numero di giorni con temperatura media giornaliera maggiore del 75° percentile della temperatura media giornaliera e con precipitazione giornaliera maggiore del 75° percentile della precipitazione giornaliera.	T - Prec	giorni	+ - giorni	annuale			
HDDs: *Gradi giorni di riscaldamento* - Somma di 18°C meno la temperatura media giornaliera se la temperatura media giornaliera è minore di 15°C.	T	GG	GG o %	annuale	https://www.isprambiente.gov.it/files2018/pubblicazioni/rapporti/R_277_17_Allegati_RelazionidelsottogruppoHDD_CDD.pdf	Impatti sulla domanda di energia per riscaldamento e raffrescamento	Energia
CDDs: *Gradi giorni di raffrescamento* - somma della temperatura media giornaliera meno 21°C se la temperatura media giornaliera è maggiore di 24°C.	T	GG	GG o %	annuale			
PRCPTOT: Precipitazione cumulata nei giorni piovosi (mm) - Cumulata (somma) della precipitazione per i giorni con precipitazione maggiore/uguale a 1 mm.	Prec	mm	%	stagionale/ annuale	ETCCDI	Dissesto geo-idrologico	**NOTA:** si è ritenuto opportuno non assegnare al dissesto geo-idrologico un settore

https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/clima/PNACC_versione_dicembre2022.pdf

Metodi di impatti: analisi per indicatori climatici

Esempi di identificazione indicatori climatici efficaci nel rappresentare i pericoli climatici di interesse estratti dal documento PNACC (versione dicembre 2022):

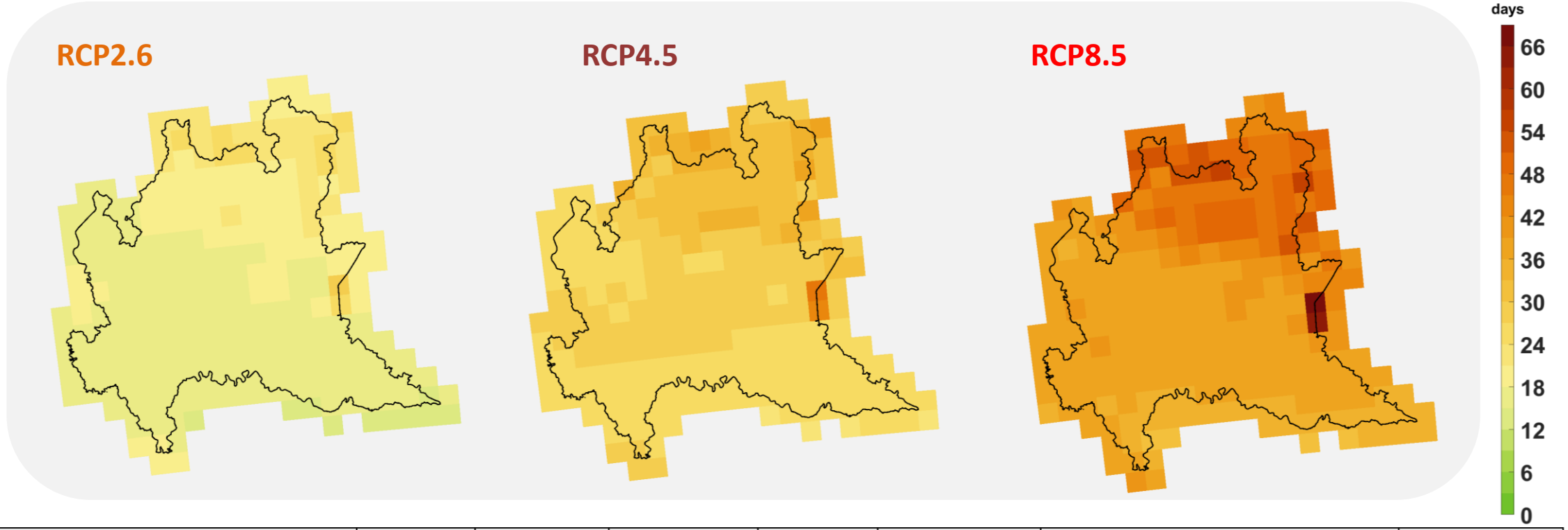
ver. dicembre 2022

Acronimo, definizione indicatore climatico	Variabili fondamentali	Unità di misura dell'indicatore	Unità di misura della variazione climatica (scenario)	Scala temporale	Reference	Pericolo climatico/Proxy	Settore
R20: *Giorni di precipitazioni intense* - Numero di giorni con precipitazione superiore a 20 mm.	Prec	giorni	+ - giorni	annuale	ETCCDI		a se stante. Esso costituisce un pericolo che interessa la maggior parte dei settori, ognuno con diverso grado di esposizione.
RX1DAY: Valore massimo della precipitazione giornaliera	Prec	mm	%	annuale	ETCCDI		
SDII: Indice di intensità di precipitazione giornaliera - Precipitazione media giornaliera nei giorni di precipitazione maggiore o uguale a 1mm.	Prec	mm	%	annuale	ETCCDI		
PR99prctile: 99° percentile della precipitazione giornaliera per i giorni con precipitazione maggiore/uguale a 1 mm.	Prec	mm	%	annuale	Kumar et al, 2020		
CDD: Giorni consecutivi secchi - Numero massimo di giorni consecutivi con precipitazione giornaliera minore a 1 mm.	Prec	giorni	+ - giorni	annuale	ETCCDI	Siccità	**Produzioni agricole, Risorse idriche ed Ecosistemi terrestri**
SPI3: Indice standardizzato di precipitazione per periodi di 3 mesi - Percentuale dell'occorrenza delle classi (severamente asciutto, estremamente asciutto) nell'indice SPI3 calcolato per un periodo di accumulo corto (3 mesi).	Prec	-	%	annuale	McKee et al. (1993)	Siccità Tale indice fornisce indicazioni sugli impatti immediati, quali quelli relativi alla riduzione di umidità del suolo, del manto nevoso e della portata nei piccoli torrenti.	
SPI6: Indice standardizzato di precipitazione per periodi di 6 mesi - Percentuale dell'occorrenza delle classi (severamente asciutto, estremamente asciutto) nell'indice SPI6 calcolato per un periodo di accumulo medio (6 mesi).	Prec	-	%	annuale	McKee et al. (1993)	Siccità Tale indice fornisce indicazioni sulla riduzione delle portate fluviali e delle capacità negli invasi.	

https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/clima/PNACC_versione_dicembre2022.pdf

Il caso studio: il clima atteso per la regione Lombardia

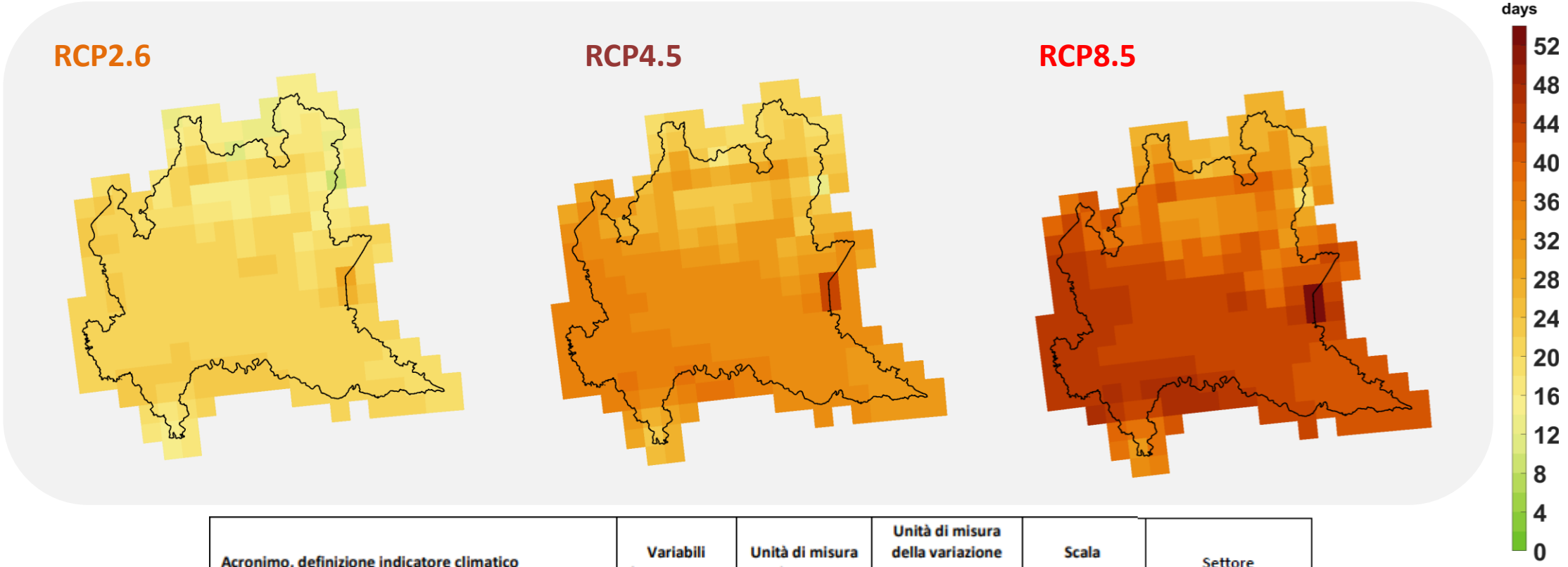
INDICE DI DURATA DEI PERIODI DI CALDO



Acronimo, definizione indicatore climatico	Variabili fondamentali	Unità di misura dell'indicatore	Unità di misura della variazione climatica (scenario)	Scala temporale	Reference	Pericolo climatico/Proxy	Settore
WSDI: *Indice di durata dei periodi di caldo* - Numero totale di giorni in cui la temperatura massima giornaliera è superiore al 90° percentile* della temperatura massima giornaliera per almeno 6 giorni consecutivi.	**T**	giorni	+ - giorni	annuale	ETCCDI	Ondate di caldo	**Salute, Energia**

Il caso studio: il clima atteso per la regione Lombardia

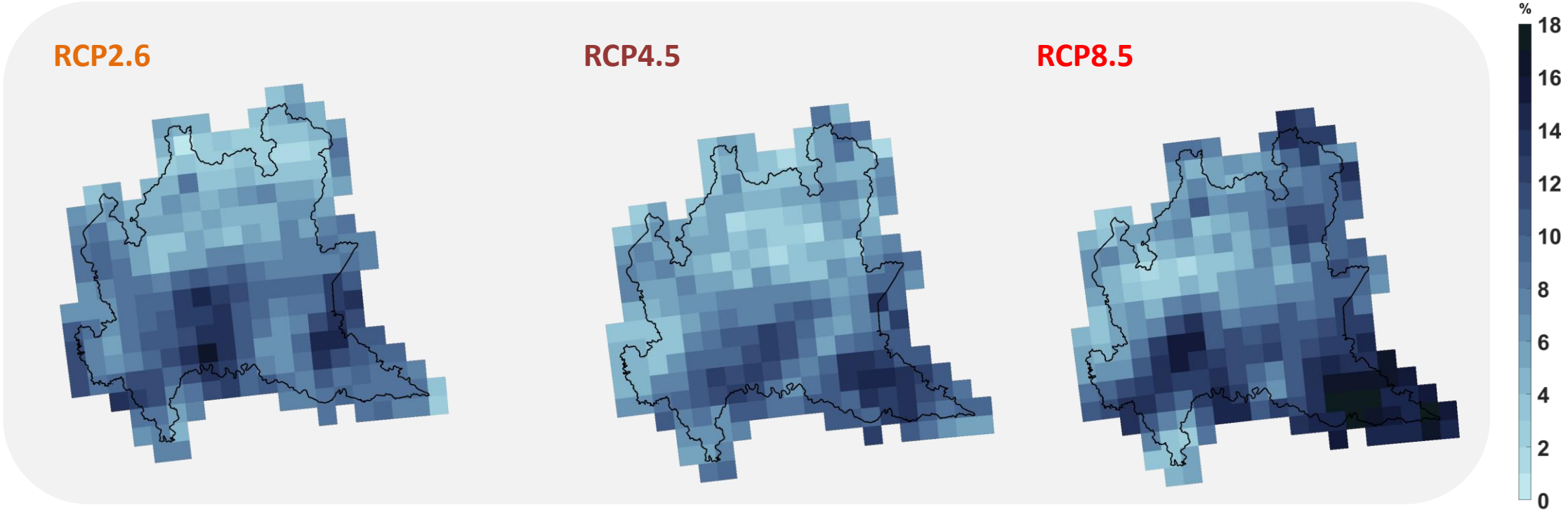
GIORNI CALDI-SECCHI



Acronimo, definizione indicatore climatico	Variabili fondamentali	Unità di misura dell'indicatore	Unità di misura della variazione climatica (scenario)	Scala temporale	Settore
WD: *Giorni caldi - secchi* - Numero di giorni con temperatura media giornaliera maggiore del 75° percentile della temperatura media giornaliera e con precipitazione giornaliera minore del 25° percentile della precipitazione giornaliera.	**T - Prec**	giorni	+ - giorni	annuale	Salute, agricoltura

Il caso studio: il clima atteso per la regione Lombardia

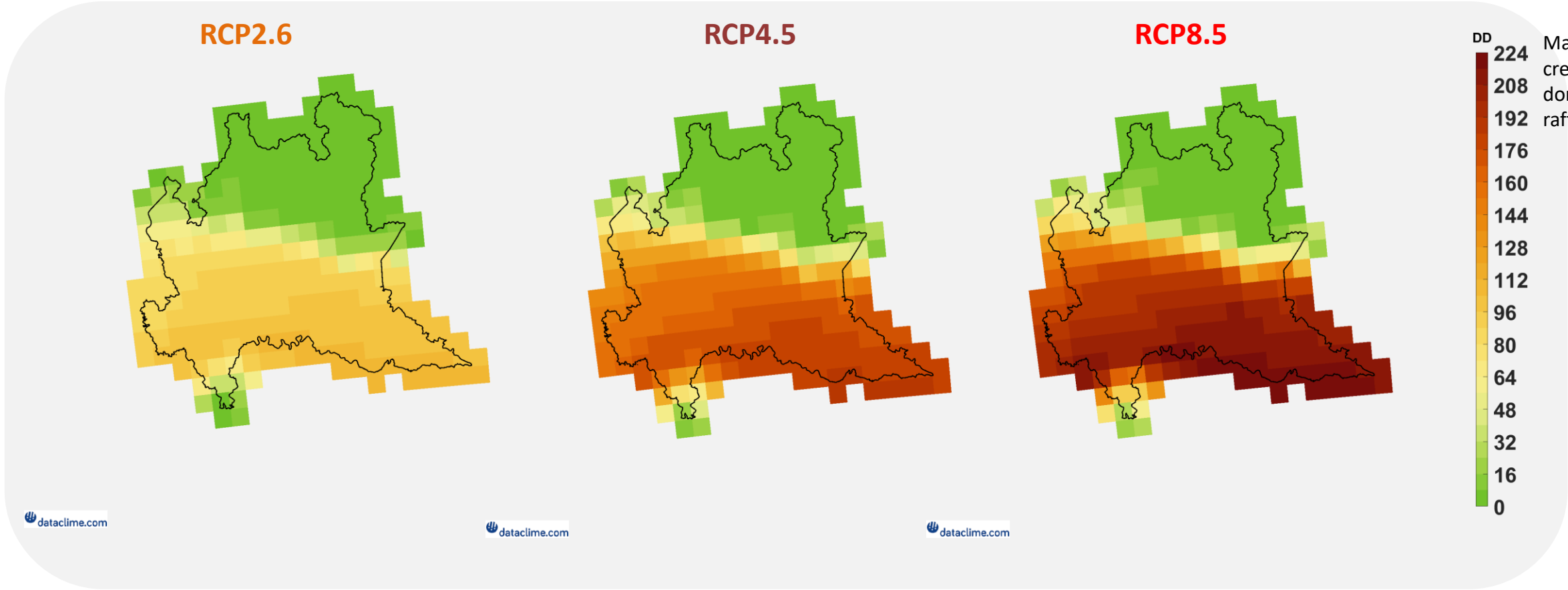
Precipitazione massima in 1-giorno



Acronimo, definizione indicatore climatico	Variabili fondamentali	Unità di misura dell'indicatore	Unità di misura della variazione climatica (scenario)	Scala temporale	Reference
RX1DAY: Valore massimo della precipitazione giornaliera	**Prec**	mm	%	annuale	ETCCDI

Il caso studio: il clima atteso per la regione Lombardia

GRADI GIORNO DI RAFFRESCAMENTO

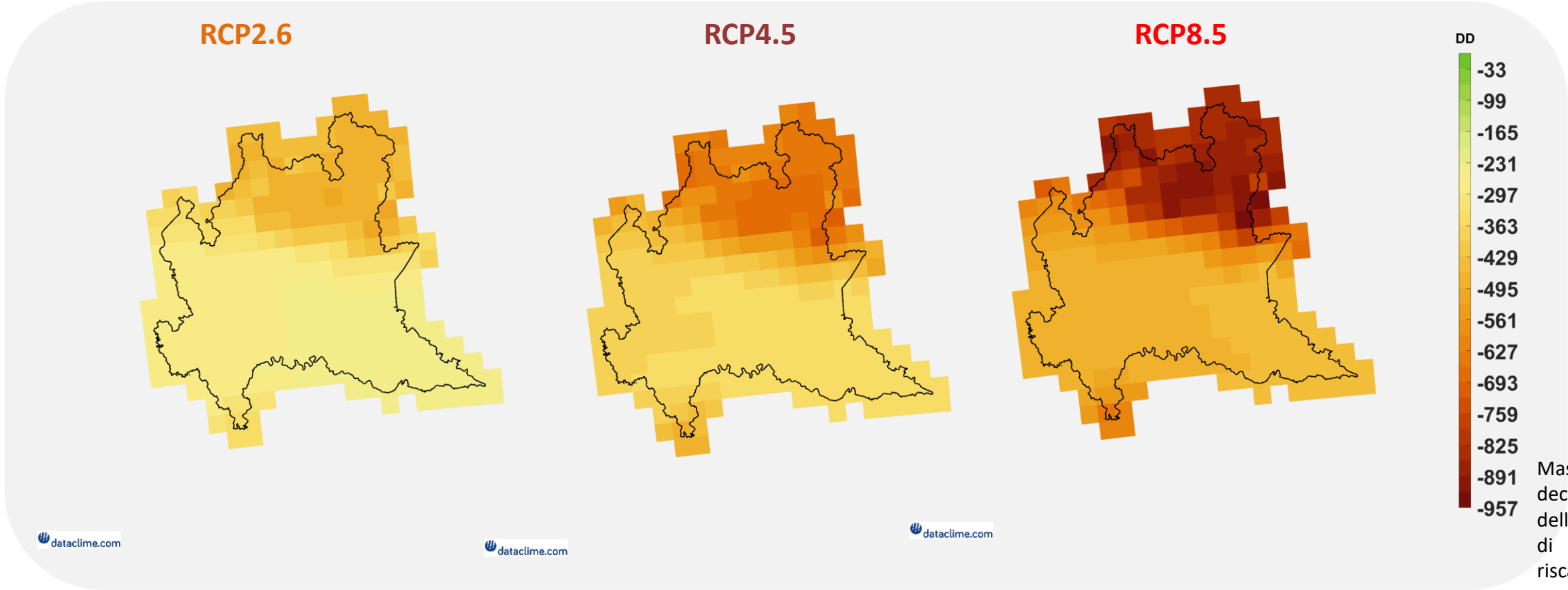


Massima crescita della domanda di raffrescamento

HDDs: *Gradi giorni di riscaldamento* - Somma di 18°C meno la temperatura media giornaliera se la temperatura media giornaliera è minore di 15°C.	T	GG	GG o %	annuale	https://www.isprambiente.gov.it/files2018/pubblicazioni/rapporti/R_277_17_Allegati_RelazionidelsottogruppoHDD_CDD.pdf	Impatti sulla domanda di energia per riscaldamento e raffrescamento	Energia
CDDs: *Gradi giorni di raffrescamento* - somma della temperatura media giornaliera meno 21°C se la temperatura media giornaliera è maggiore di 24°C.	T	GG	GG o %	annuale			

Il caso studio: il clima atteso per la regione Lombardia

GRADI GIORNO DI RISCALDAMENTO

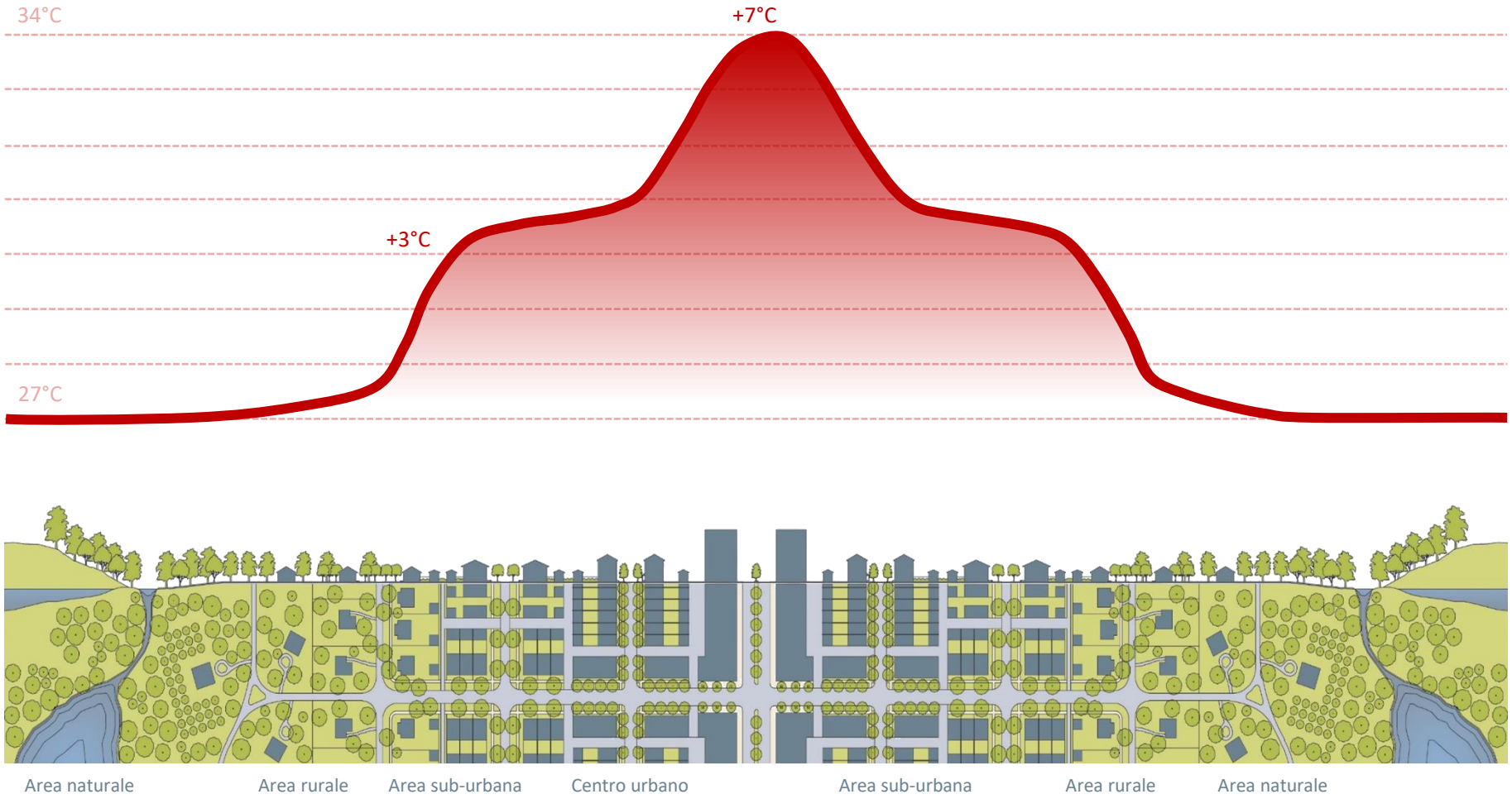


Massima decrescita della domanda di riscaldamento

HDDs: *Gradi giorni di riscaldamento* - Somma di 18°C meno la temperatura media giornaliera se la temperatura media giornaliera è minore di 15°C.	T	GG	GG o %	annuale	https://www.isprambiente.gov.it/files2018/pubblicazioni/rapporti/R_277_17_Allegati_RelazionidelsottogruppoHDD_CDD.pdf	Impatti sulla domanda di energia per riscaldamento e raffrescamento	Energia
CDDs: *Gradi giorni di raffrescamento* - somma della temperatura media giornaliera meno 21°C se la temperatura media giornaliera è maggiore di 24°C.	T	GG	GG o %	annuale			

Quali sono i principali impatti climatici in città?

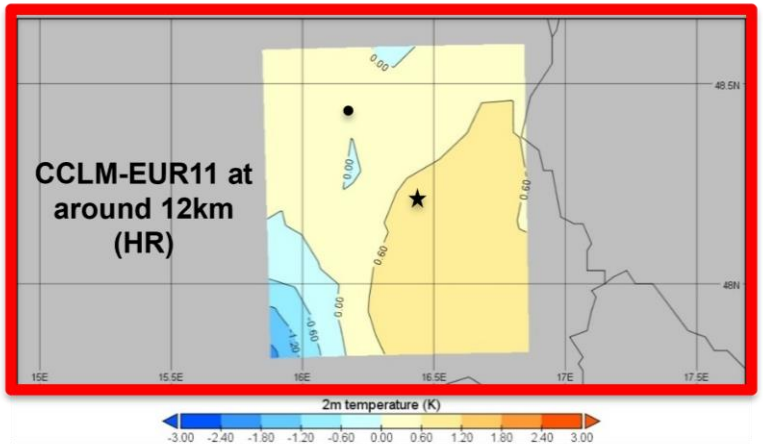
Incremento delle temperature + Isola di calore urbano

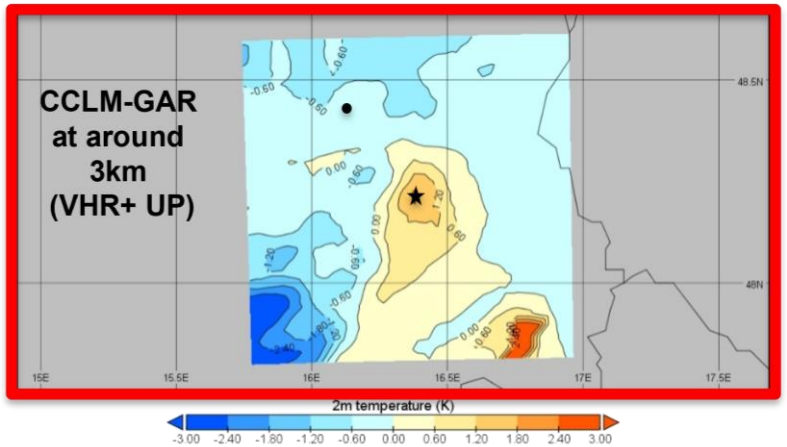


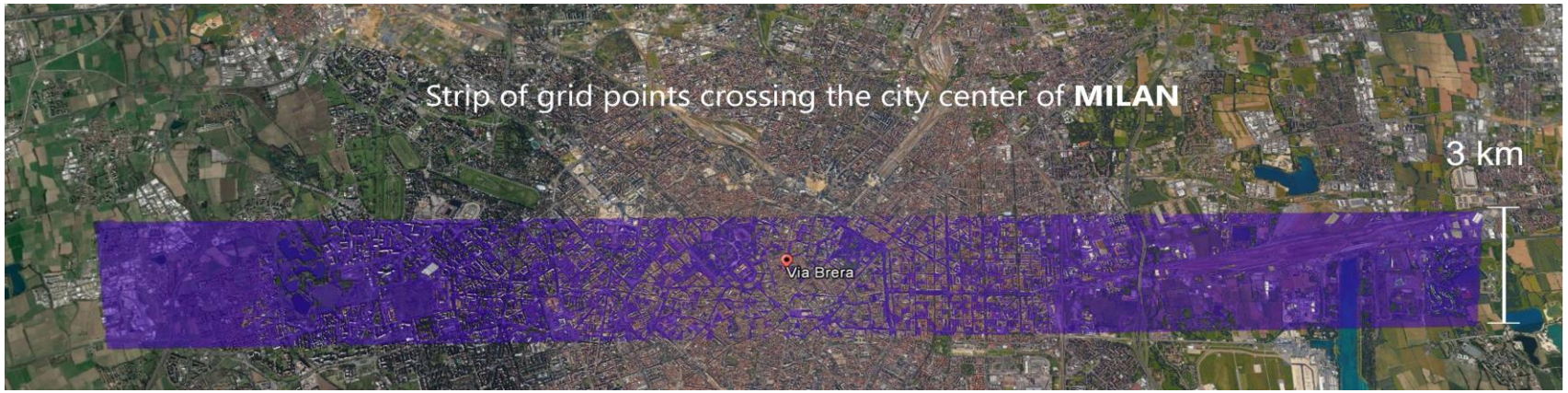
Modelli climatici urbani: gli sviluppi della ricerca

$UHI=\Delta T_{U-R}=T_U-T_R$

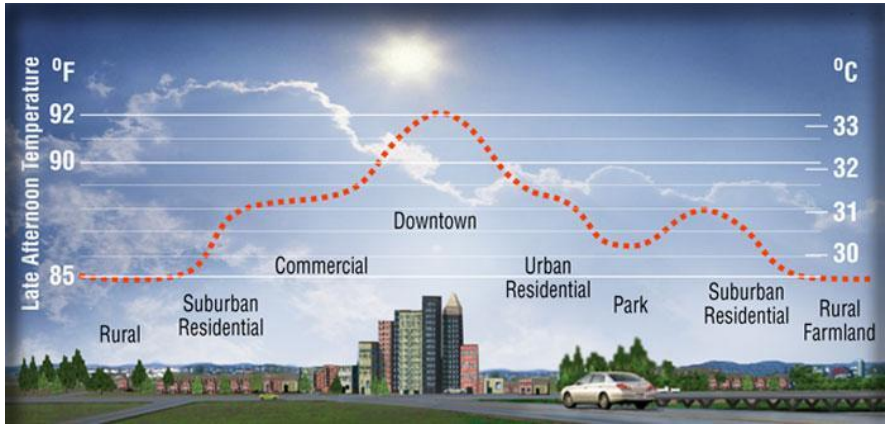
UHI in Wien on 12-02-2000 (night time 18:00-06:00)



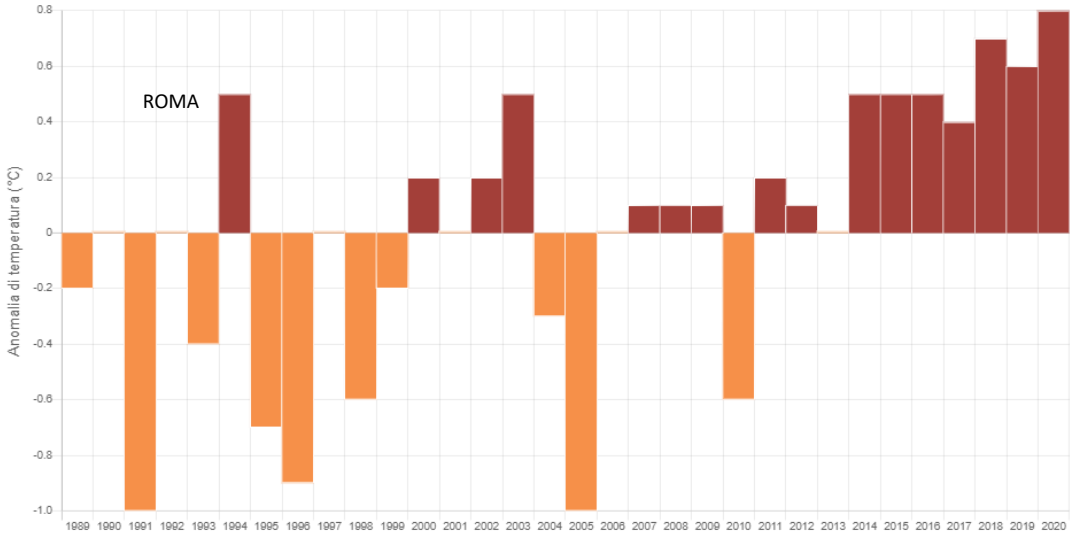


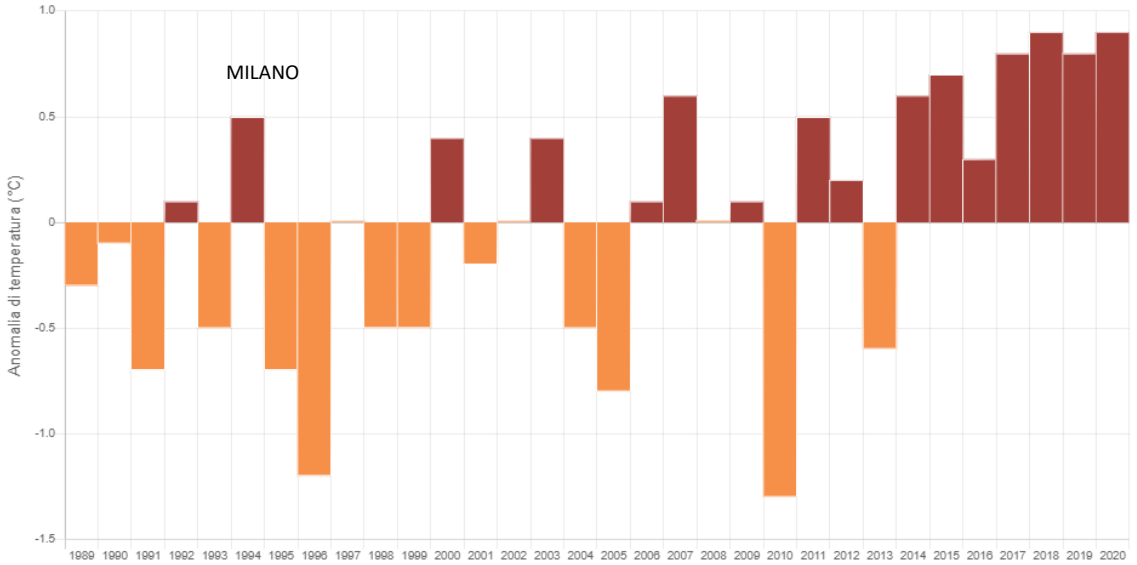


Isola di calore urbano (Urban Heat Island - UHI): L'aumento di temperatura che si ha spostandosi dalle zone rurali al centro cittadino. Questo comporta un microclima più caldo all'interno delle aree urbane cittadine rispetto alle circostanti zone periferiche e rurali, con differenze anche fino a 5 gradi. Le città assorbono, producono e irradiano calore: asfalto, mattoni, cemento e tetti diventano come spugne che assorbono il calore durante il giorno per poi rilasciarlo durante la notte.



Analisi della temperatura sulle città



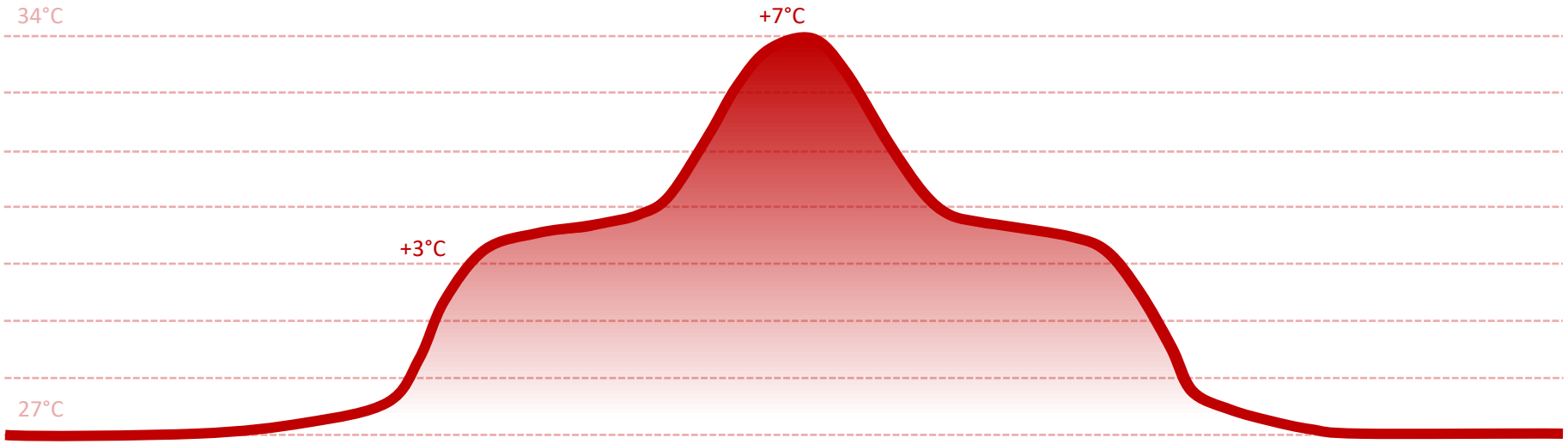


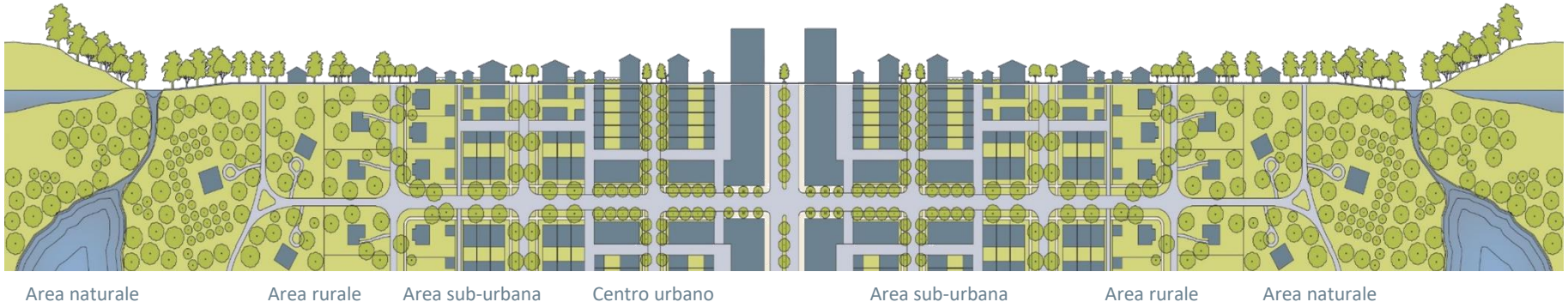
Andamento dell'anomalia annuale di temperatura media calcolata rispetto alla temperatura annuale media sul periodo 1989-2020

Spano D., Mereu V., Bacciu V., Barbato G., Casartelli V., Ellena M., Lamesso E., Ledda A., Marras S., Mercogliano P., Monteleone L., Mysiak J., Padulano R., Raffa M., Ruiu M.G.G., Serra V., Villani V., 2021. "Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in sei città italiane".
DOI: 10.25424/cmcc/analisi_del_rischio_2021

Come ridurre gli impatti?

Incremento delle temperature + Isola di calore urbano → Obiettivo di adattamento: Migliorare le condizioni di comfort termico





Valutazione dell’ efficacia delle misure di adattamento

Sustainable Cities and Society 39 (2018) 662-673

Contents lists available at ScienceDirect

Sustainable Cities and Society

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scs

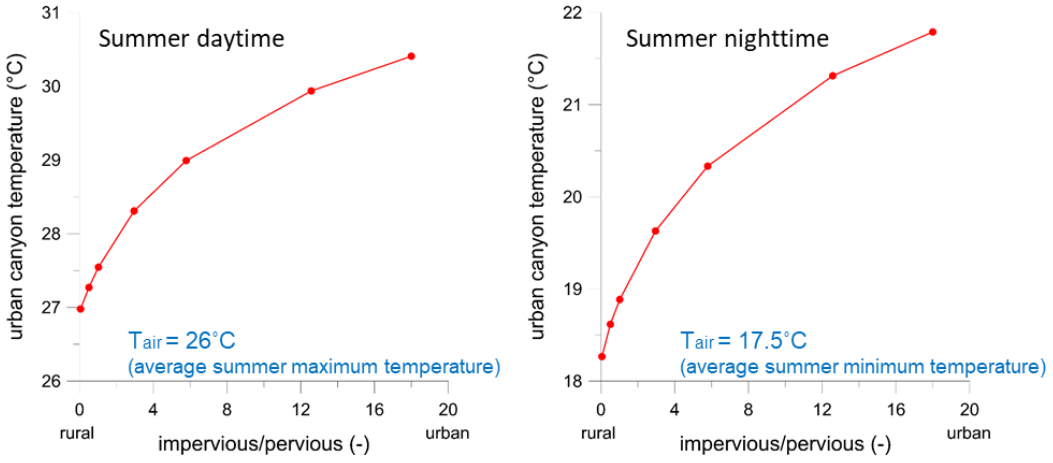
Parametric investigation of Urban Heat Island dynamics through TEB 1D model for a case study: Assessment of adaptation measures

Alfredo Reder[a,b,*], Guido Rianna[a], Paola Mercogliano[a,c], Sergio Castellari[a,d,1]

[a] Regional Models and geo Hydrological Impacts (REMHI), CMCC Foundation (Euro Mediterranean Center on Climate Change), Italy
[b] DICEA (Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale), University "Federico II", Italy
[c] CIRA (Italian Aerospace Research Center), Italy
[d] INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), Italy

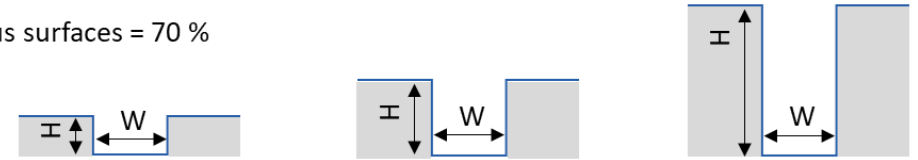
Rapporto superfici impermeabili/permeabili

impervious / pervious surface [m^2/m^2]

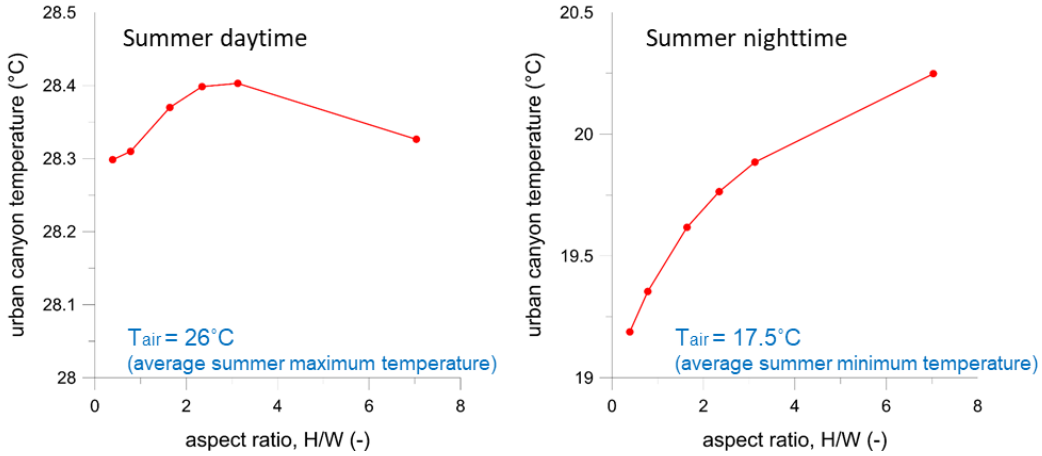


Fattori geometrici: rapporto altezza/larghezza

Impervious surfaces = 70 %

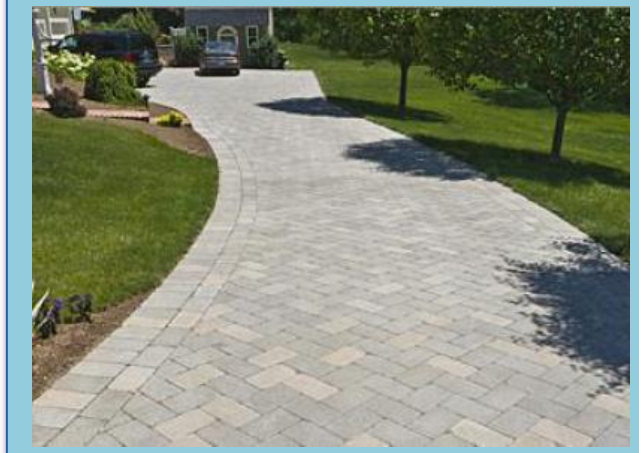


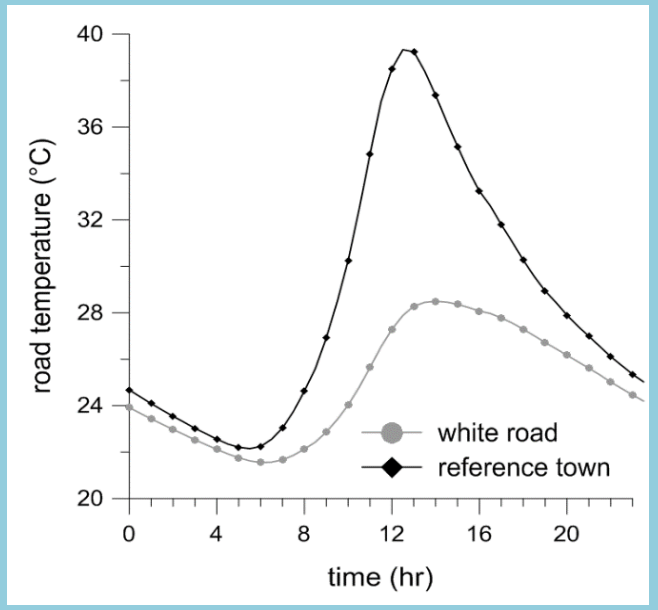
height / width (H/W) [m/m]



Valutazione di differenti strategie di adattamento

Pavimentazioni chiare





Sustainable Cities and Society 39 (2018) 662–673

Contents lists available at ScienceDirect

Sustainable Cities and Society

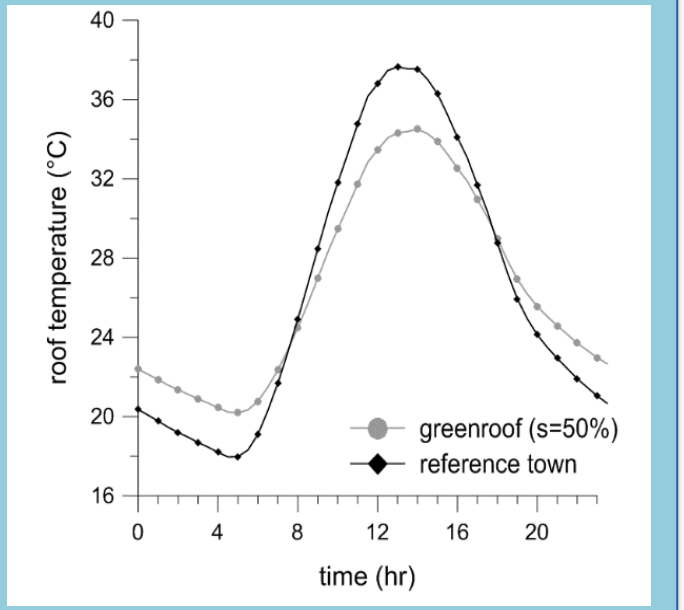
journal homepage: www.elsevier.com/locate/scs

Parametric investigation of Urban Heat Island dynamics through TEB 1D model for a case study: Assessment of adaptation measures

Alfredo Reder[a,b,*], Guido Rianna[a], Paola Mercogliano[a,c], Sergio Castellari[a,d,1]

[a] Regional Models and geo Hydrological Impacts (REMHI), CMCC Foundation (Euro Mediterranean Center on Climate Change), Italy
[b] DICEA (Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale), University "Federico II", Italy
[c] CIRA (Italian Aerospace Research Center), Italy
[d] INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), Italy

Tetti verdi



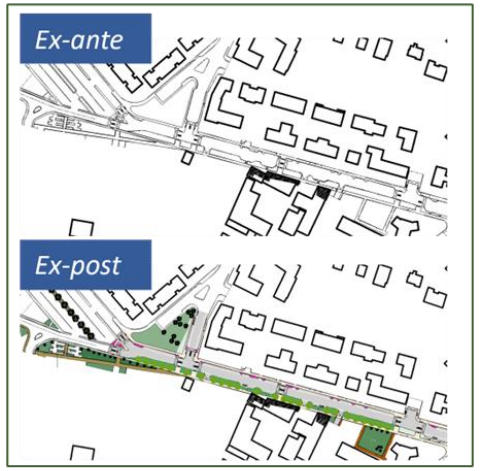
Valutazione di differenti strategie di adattamento

Caso studio: via Metastasio, Brescia

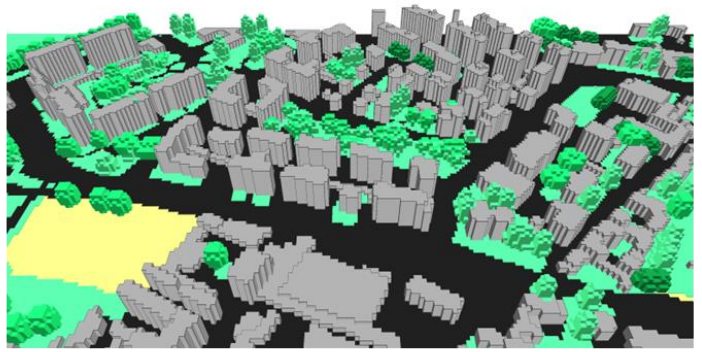
Obiettivi del progetto

- Favorire la rigenerazione urbana tramite Nature Based Solutions
- Migliorare il collegamento tra aree urbane e aree verdi periurbane

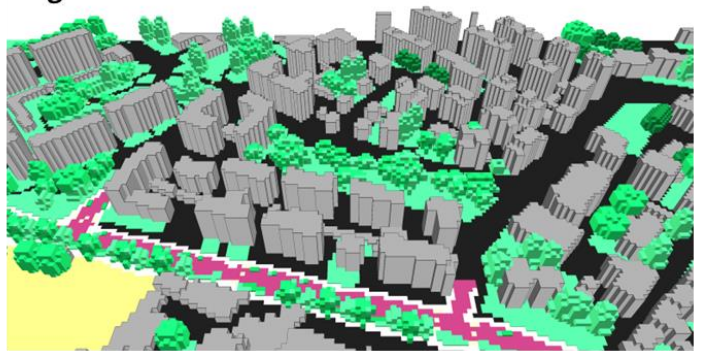
Modellazione dell'ambiente costruito



Stato di fatto



Progetto



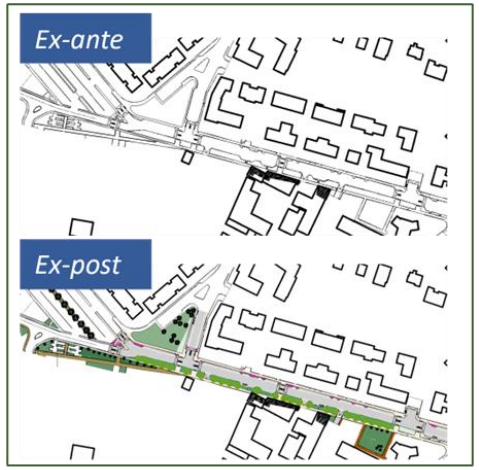
Valutazione di differenti strategie di adattamento

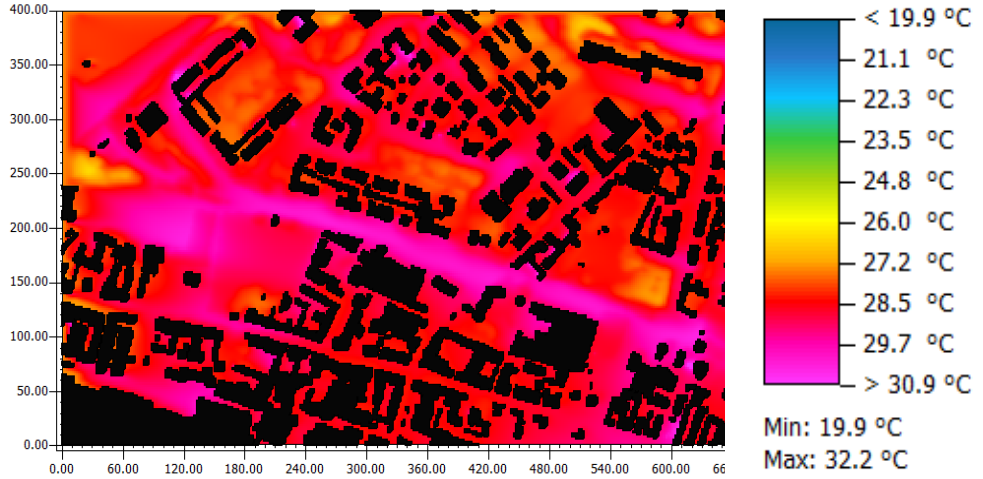
Caso studio: via Metastasio, Brescia

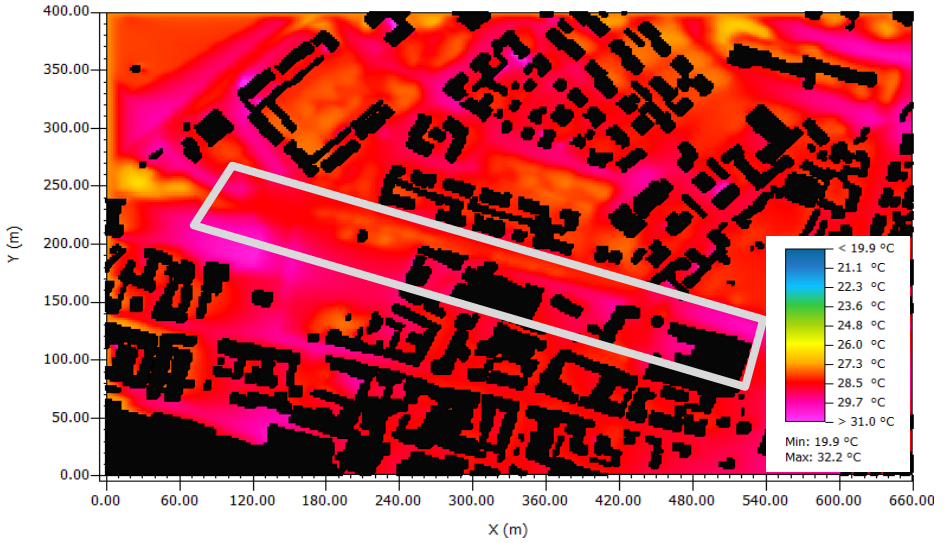
Obiettivi del progetto

- Favorire la rigenerazione urbana tramite Nature Based Solutions
- Migliorare il collegamento tra aree urbane e aree verdi periurbane

Modellazione dell'ambiente costruito

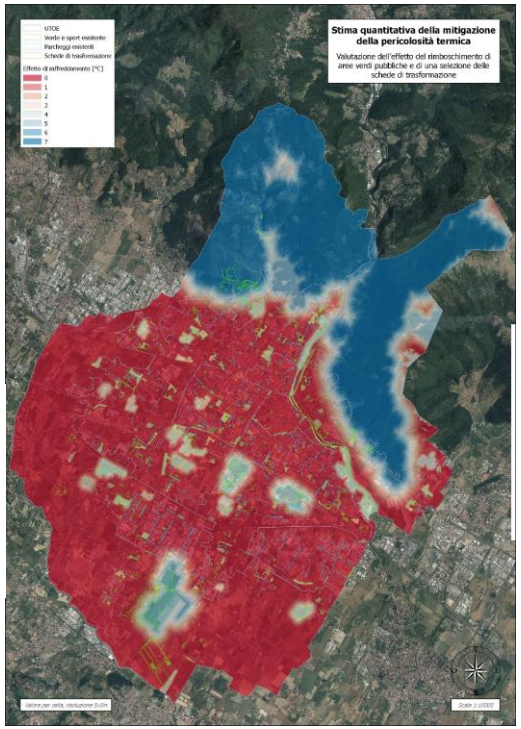






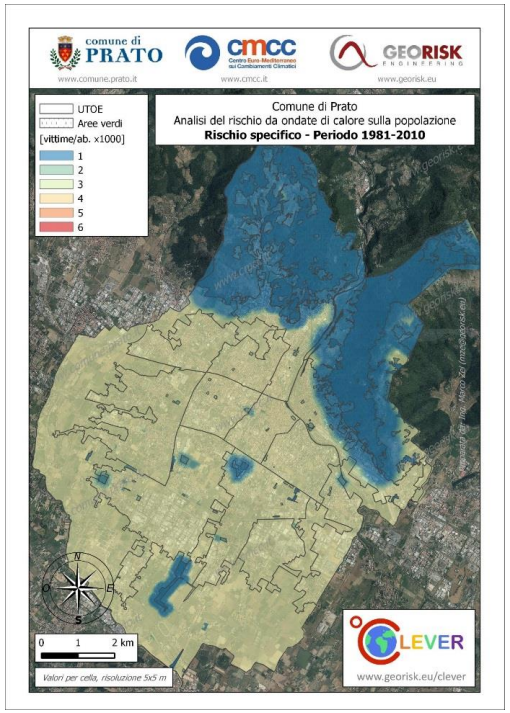
Stima della variazione delle ondate di calore in ambiente urbano: adattamento con aree verdi

Sviluppo di approcci per l'aggiornamento degli strumenti di pianificazione tenendo conto del potenziale effetto dei Cambiamenti Climatici (al fine di proporre adeguate azioni di adattamento locale).

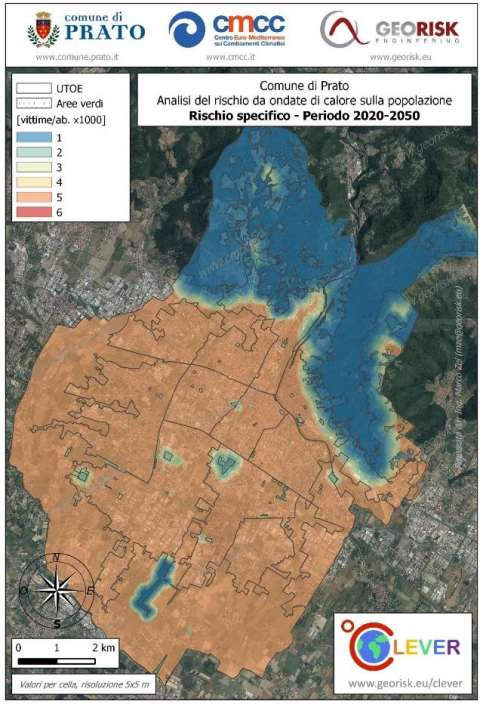


Valutazione dell'effetto di raffrescamento dovuto a maggior presenza di aree urbane

Rischio attuale

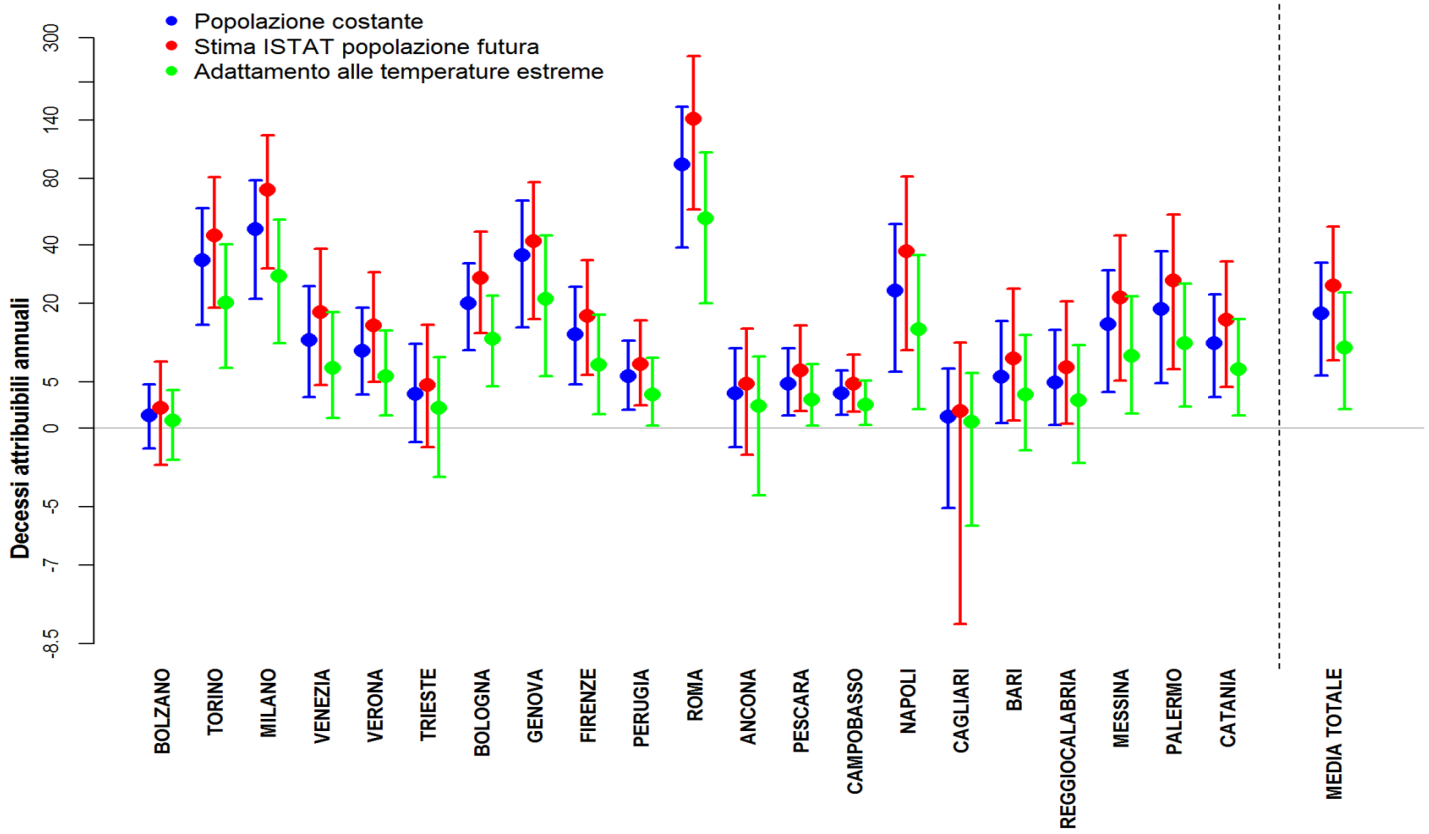


Rischio atteso (2020 – 2050) Senza adattamento



In questo studio è stato valutato il rischio futuro atteso e quindi l'effetto dell'inclusione di più aree verdi (come strategia di adattamento).

Ondate di calore ed effetti sulla salute



Francesca de'Donato[1], Matteo Scortichini[1], V. Villani [2], P. Mercogliano[2], Manuela De Sario[1], M. Davoli[1], Paola Michelozzi[1]
[1] Dipartimento di Epidemiologia ASL Roma 1 – SSR Regione Lazio.
[2] Fondazione CMCC – Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici, Regional Models and geo-Hydrological Impacts Division (REMHI)

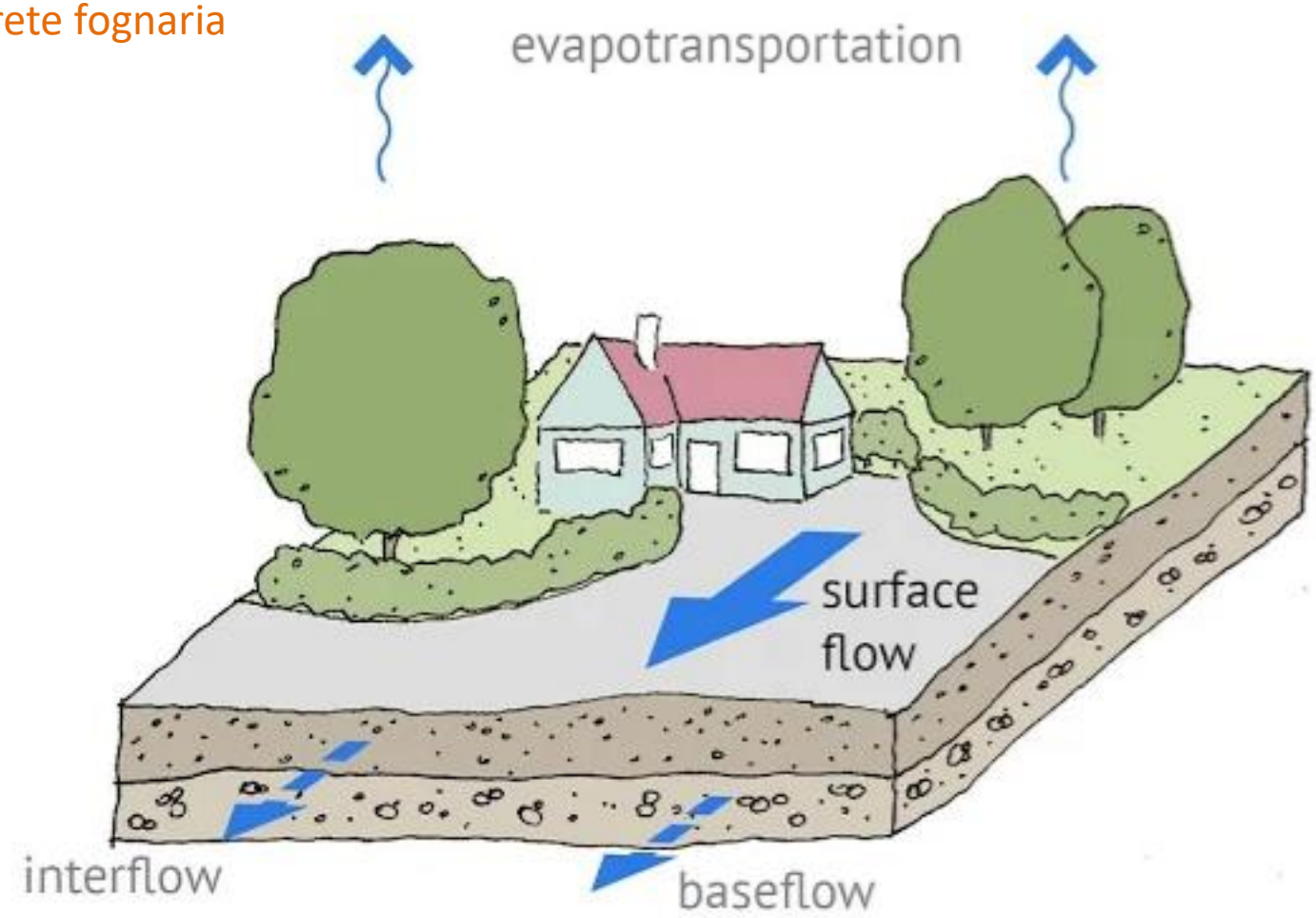
Decessi medi annui in estate attribuibili alle ondate di calore per il periodo 2021-2050 secondo lo scenario RCP4.5 ipotizzando nessuna variazione nella popolazione anziana (blu), l'invecchiamento della popolazione (rosso) e l'adattamento alle ondate di calore (verde).

Quali sono i principali impatti climatici in città?

allagamenti

Quali sono i principali impatti climatici in città?

Flooding → Obiettivo di adattamento: Facilitare il deflusso naturale delle acque di pioggia e ridurre il sovraccarico della rete fognaria

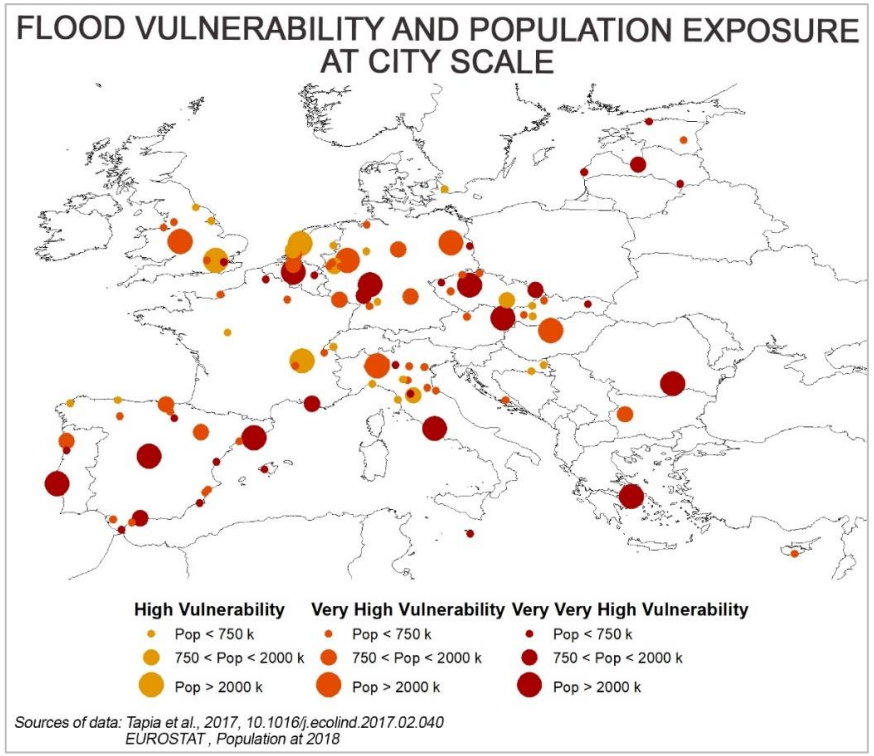


Allagamenti urbani

- Valutare gli impatti delle precipitazioni intense passate e il relativo rischio subito in conseguenza delle alluvioni nelle città è fondamentale per consigliare le decisioni politiche sull'adattamento ai cambiamenti climatici, ridurre le perdite economiche e gli impatti socio-ambientali.

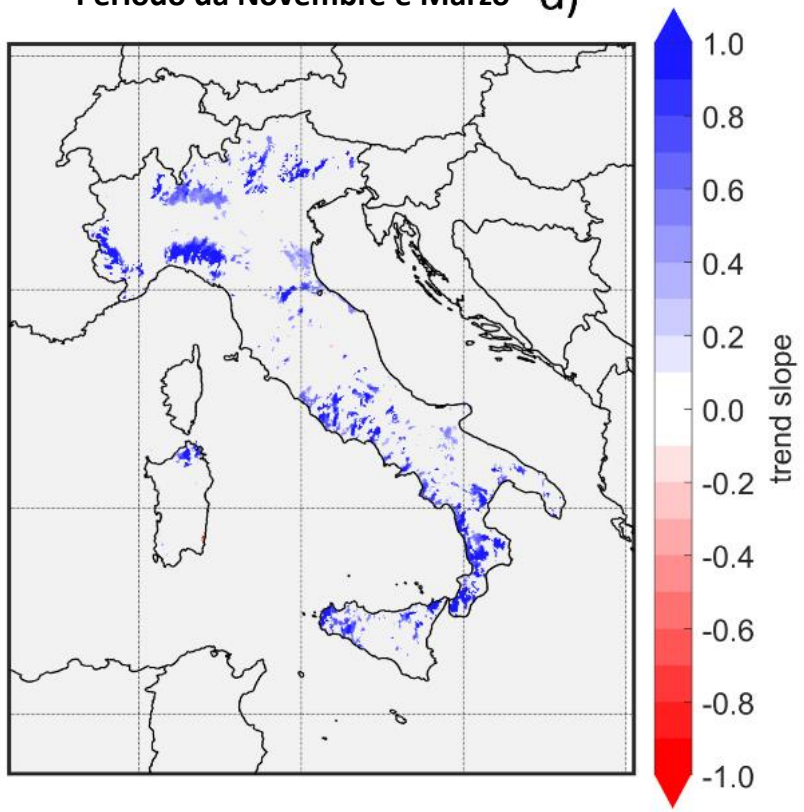
- Si prevede che sempre più persone nelle aree urbane soffriranno di un rischio di inondazioni più elevato a causa delle variazioni previste degli eventi meteorologici estremi e dei cambiamenti

- In assenza di adattamento, ciò aumenterà sostanzialmente i rischi associati alle inondazioni pluviali urbane, con conseguenze negative per persone e beni.

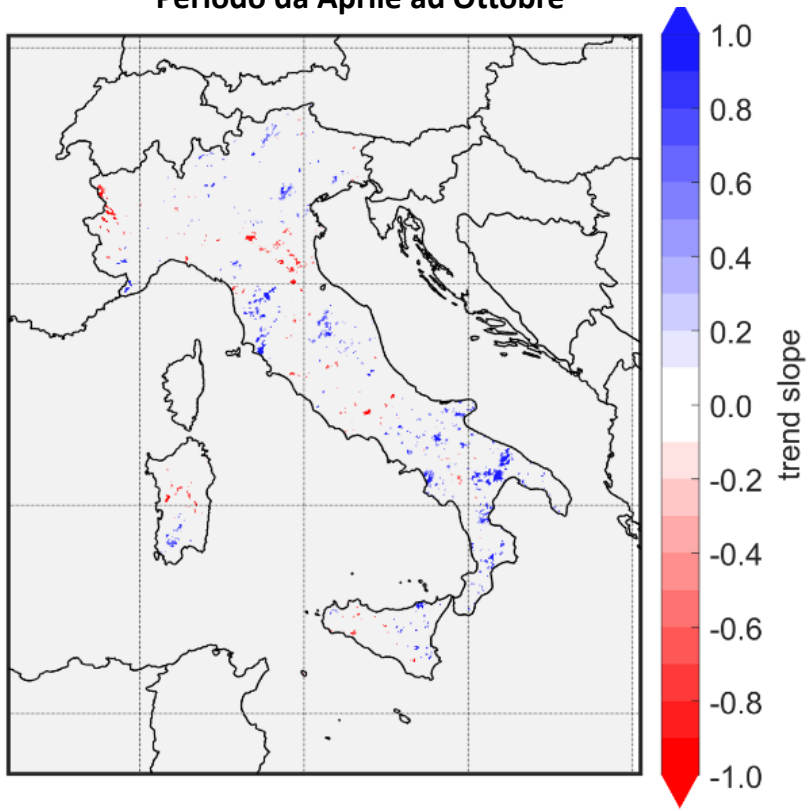


Analisi degli estremi climatici

Periodo da Novembre e Marzo d)



Periodo da Aprile ad Ottobre

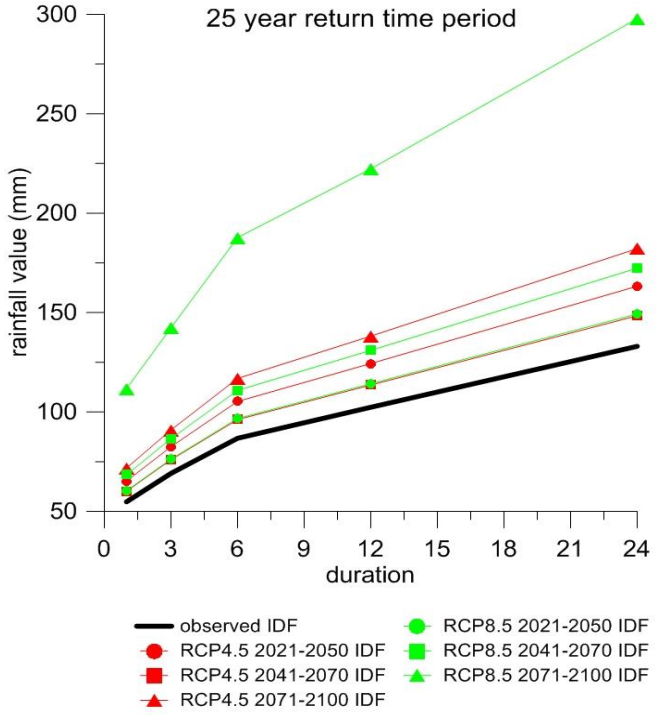


affa, M.; Reder, A.; Marras, G.F.; Mancini, M.; Scipione, G.; Santini, .; Mercogliano, P. VHR-REA_IT Dataset: Very High Resolution ynamical Downscaling of ERA5 Reanalysis over Italy by COSMO-LM. Data 2021, 6, 88. https://doi.org/10.3390/data6080088

Aree dove la tendenza di crescita (blu) o decrescita (rossa) delle piogge massime giornaliere è già significativa (periodo 1991-2020)

Valutazione delle variazioni di pioggia alla scala urbana per individuare le criticità

Le curve di probabilità pluviometrica (CPP) esprimono la relazione fra le altezze di precipitazione e la loro durata t, per un assegnato valore del periodo di ritorno T.
Tali curve rappresentano lo strumento con cui si dimensionano le reti di drenaggio urbano.
Le proiezioni future di tali curve possono essere utilizzate per migliorare la fase di progettazione di opere idrauliche e pianificazione delle aree urbane.



Gli scenari climatici indicano un incremento delle piogge estreme, in termini di IDF

Analisi condotta su una stazione urbana Napoli sul periodo 1971-2000

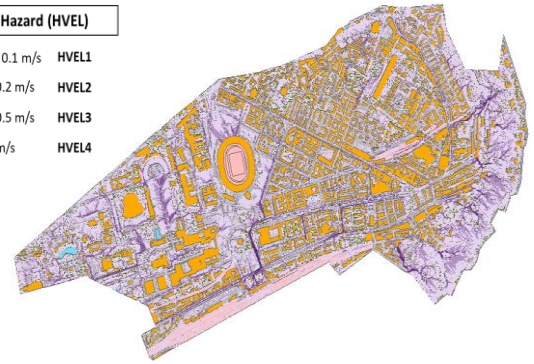
Identificazione dei punti di crisi della rete di drenaggio

RCP8.5 2071-2100 IDF 5-year return period

Allagamenti urbani

SIMULAZIONI AD ALTISSIMA RISOLUZIONE

duration = 1 hr
I = 40.4 mm/h
T = 10 yr

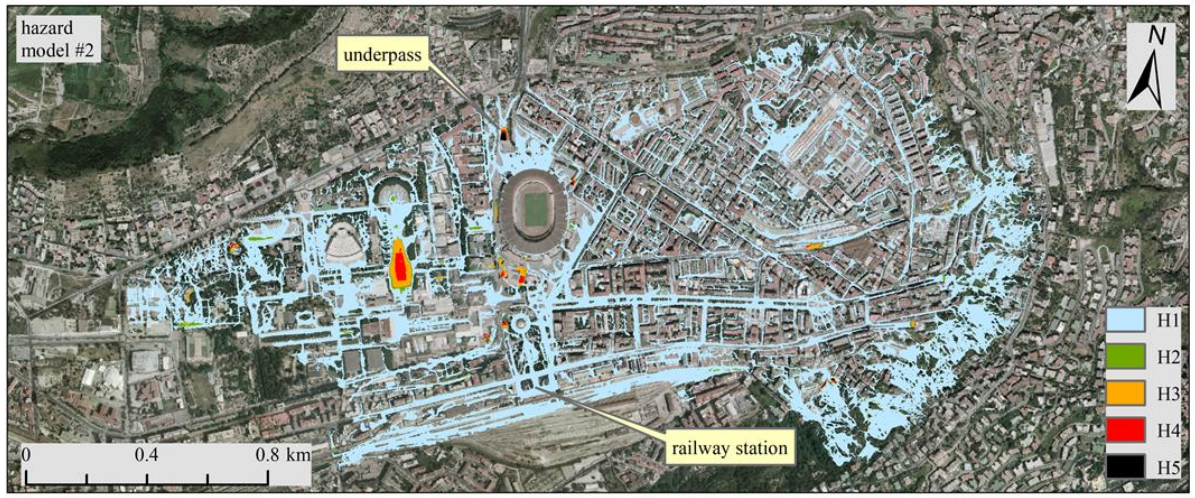


Hazard map

	HWD1	HWD2	HWD3	HWD4
HVEL1	H1	H2	H3	H3
HVEL2	H2	H3	H3	H3
HVEL3	H3	H3	H3	H3
HVEL4	H3	H3	H3	H3

Hazard class 2 (average)

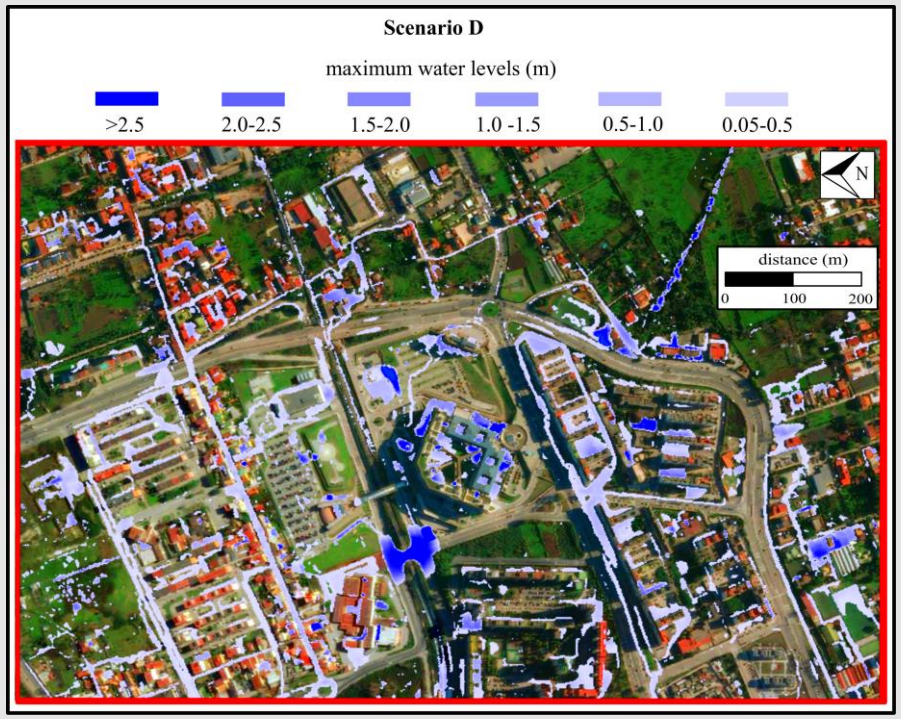
Hazard class 3 (high)



Modello di allagamento del quartiere Fuorigrotta (Napoli). Pioggia oraria corrispondente a un periodo di ritorno di 200 anni nello scenario RCP 8.5 (2071-2100).. Cinque classi di pericolosità basate sulla portata unitaria, pari al prodotto *velocità × tirante idrico al suolo*.

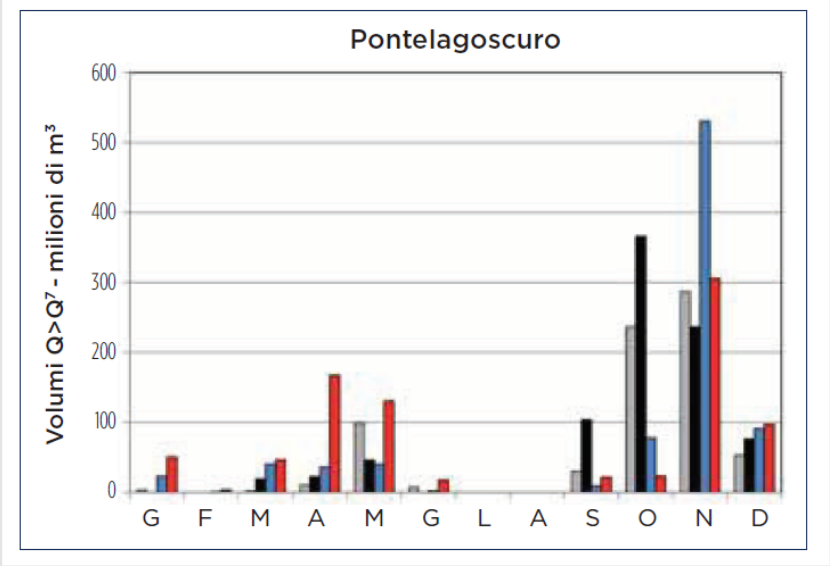
Analisi di impatto rilevanti per le aree urbane

Modello di allagamento Ospedale del Mare (Napoli). Pioggia oraria corrispondente a un periodo di ritorno di 200 anni nel clima presente, e a un tempo di ritorno di 83 anni nello scenario RCP 8.5 (2071-2100).



Padulano, R. et al. (2021) Using the present to estimate the future: A simplified approach for the quantification of climate change effects on urban flooding by scenario analysis. *Hydrological Processes* 35(12), e14436

Analisi di disponibilità idrica presente e futura nel bacino del Po. Il modello tiene conto dei prelievi ed è finalizzato alla determinazione delle caratteristiche stagionali e probabilistiche della portata fluviale.

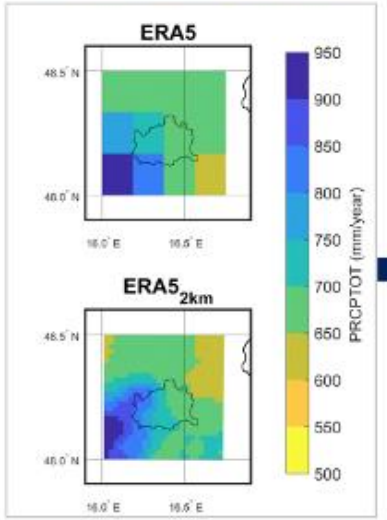


- **Entrambe gli scenari vedono un forte aumento dei giorni di magra da giugno a ottobre**

Vezzoli, R. et al. (2015) Hydrological simulation of the Po River (North Italy) discharge under climate change scenarios using the RCM COSMO-CLM. *Science of the Total Environment* 521-522, 346-358.

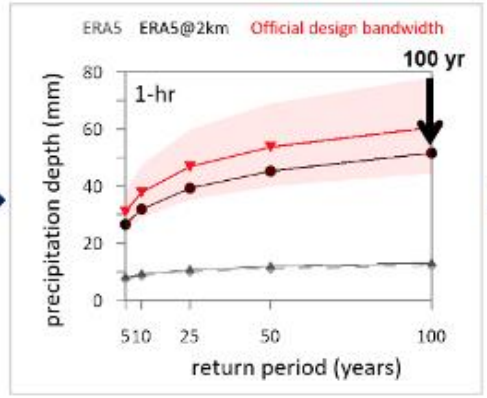
Analisi del rischio provocato dalle piogge intense in aree urbane analizzati grazie a modelli climatici di nuova generazione (2 km)

Step 1:
ERA5 dynamically downscaled at 2 km



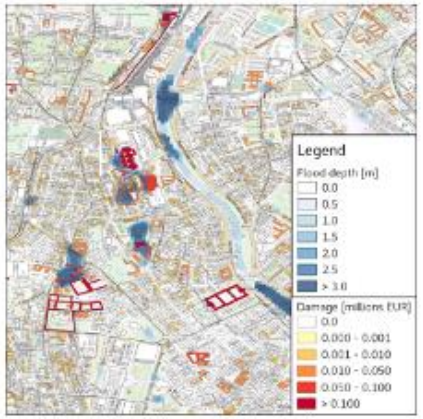
New ERA5@2km dataset over 1989-2018

Step 2:
Intensity-Duration-Frequency curve at city scale



Official design bandwidth, https://ehyd.gv.at/

Step 3:
Flood Risk Analysis



Flood depth and direct damages yielded for a precipitation depth with RP = 100 y (EU-DEM v1.1 as Digital Elevation Model)

L'applicazione, coordinata dal CMCC nell'ambito del programma Copernicus, fornisce una valutazione delle caratteristiche del pericolo, impatto e dei potenziali danni relativi alle inondazioni pluviali urbane per il clima dal 1989 al 2018 su 20 città europee (potenzialmente tale strumento può essere estesa ad altre città).

Return period (y)	Precipitation (mm/h)	Flooded area (%)	Average water depth (m)	Average damages (€/m²)
5	22.83	2.5	0.29	32.9
10	26.94	2.9	0.30	34.9
25	32.46	3.3	0.32	37.6
50	36.81	3.6	0.33	39.7
100	41.34	3.9	0.34	41.6

cmcc
Centro Euro-Mediterraneo
sui Cambiamenti Climatici

www.cmcc.it

Grazie per l’attenzione

Paola Mercogliano
Paola.mercogliano@cmcc.it