



Co-funded by
the European Union



**LIFE
CLIMAX
PO**
Make the Change

LIFE21-IPC-IT-LIFE CLIMAX PO-101069928

Torino, 26 giugno 2024

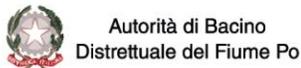
Valutazione di rischio climatico, strategia e piano di adattamento ai cambiamenti climatici per il servizio idrico integrato

Relatori: **Elisa Brussolo, PhD**
(Centro Ricerche SMAT)

1° seminario autorità pubbliche Piemonte

Torino, 26 giugno 2024

Sala Trasparenza, Regione Piemonte



Contesto

- Piemonte localizzato tra due hot spot climatici: **Alpi** e il **Mar Mediterraneo**
- Territorio soggetto a: **dissesto idrogeologico**, **alluvioni**, **carenza idrica**

CC di origine antropica

- amplificano tali pericoli con impatti economici, sociali e ambientali facendo insorgere quelli che vengono tipicamente definiti **“pericoli climatici”**.
- variazioni complesse nelle **caratteristiche medie del clima** (medie annuali, cicli stagionali) e nella **frequenza, intensità, estensione spaziale e durata degli eventi estremi** a differenti scale spazio-temporali.

MITIGAZIONE

EU obiettivi climatici ed energetici 2030

- Greenhouse gas emissions: from 40% to at least 55% reduction (compared to 1990 levels)
- [Renewable energy](#) : from 32% to 42.5% share
- [Energy efficiency](#)  target for final energy consumption: from 32.5% to 36%
- Energy efficiency target for primary energy consumption: 39%

Green Deal Europeo

The first climate-neutral continent
by 2050

At least 55% less
net greenhouse gas emissions by
2030, compared to 1990 levels

3 billion
additional trees to be planted in the
EU by 2030

ADATTAMENTO

Alcuni impatti non sono più prevenibili → azioni di adattamento a fianco delle azioni di mitigazione

Adattamento con azioni livello nazionale (PNACC)

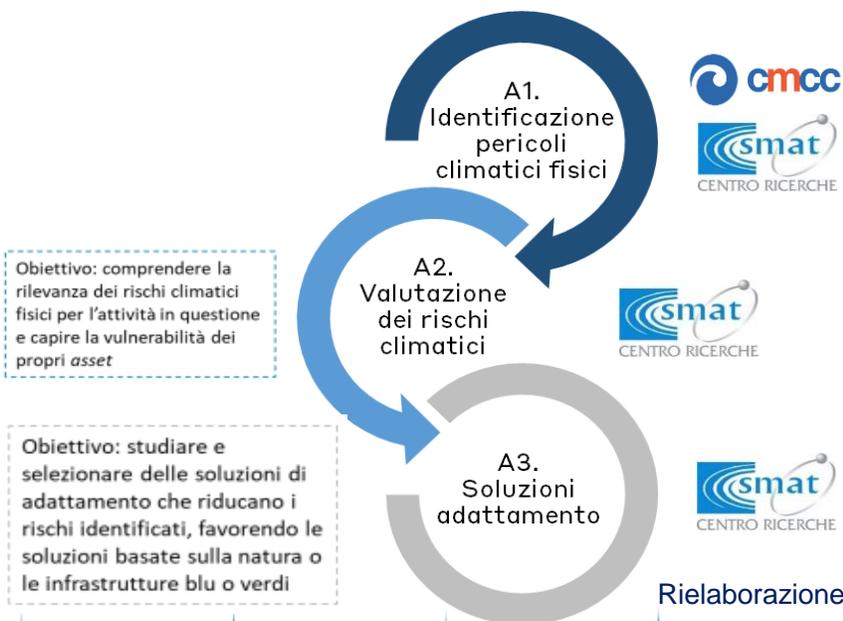
Adattamento con azioni a livello locale (Strategia Regionale, Piano Resilienza Climatica della Città di Torino)

→ coerenza con attività a livello comunitario → UE coordina attività stati membri

Contesto

Tassonomia UE è il primo regolamento di matrice comunitaria che definisce un sistema di classificazione comune delle **attività considerate ecosostenibili**, con l'obiettivo di sostenere il processo di reindirizzo dei capitali finanziari verso tecnologie ed imprese ambientalmente sostenibili, in linea con lo scopo di rendere l'**UE climaticamente neutra entro il 2050** e raggiungere **entro il 2030 gli obiettivi fissati dall'Accordo di Parigi**.

L'allineamento con la Tassonomia richiede che i criteri per **non arrecare danno significativo** (Do No Significant Harm, DNSH) per l'obiettivo di **adattamento ai cambiamenti climatici** siano **soddisfatti per le attività di ogni impresa**, e una tabella di marcia per raggiungere questo obiettivo deve considerare:



Risk in IPCC assessment through time

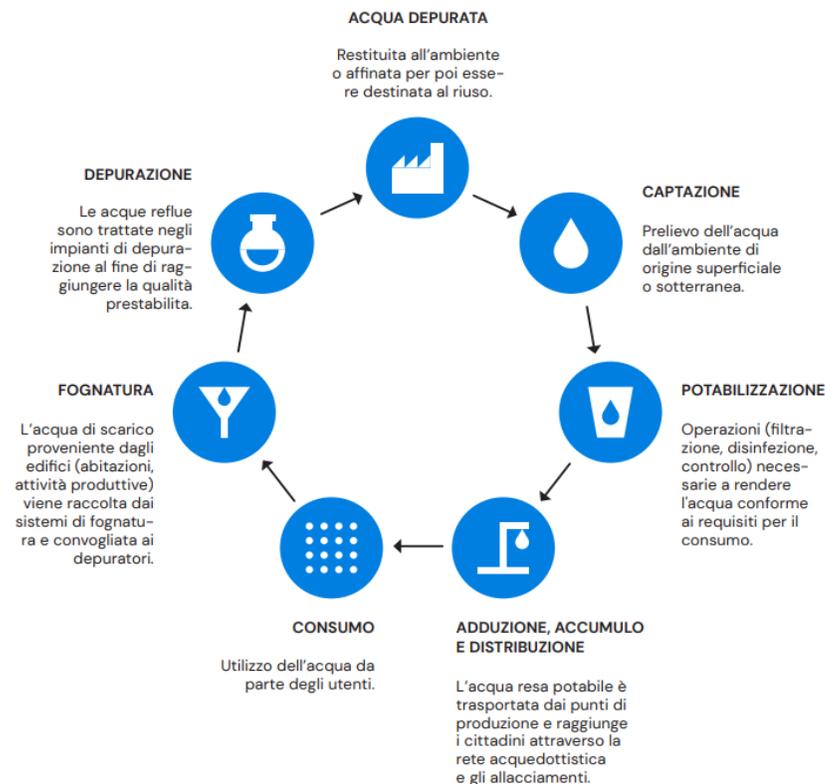
(a) The AR5 risk graphic



Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici

Obiettivi generali: costruire un servizio idrico integrato resiliente

Il Servizio Idrico Integrato (SII) può essere visto come un ciclo all'interno del ciclo idrologico e gli impatti dei cambiamenti climatici coinvolgono sia l'aggravarsi di condizioni preesistenti sia il verificarsi di nuovi pericoli o fattori di rischio.



I gestori del SII devono garantire la qualità e la continuità del servizio e quelli meglio preparati ai rischi climatici saranno in grado di garantirlo nonostante tali impatti, contribuendo nel contempo al raggiungimento delle finalità di almeno sei diversi obiettivi dell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile:

- Obiettivo 6 (acqua pulita e servizi igienico-sanitari)
- Obiettivo 9 (imprese, innovazione e infrastrutture)
- Obiettivo 11 (città e comunità sostenibili)
- Obiettivo 13 (lotta contro il cambiamento climatico)
- Obiettivo 15 (vita sulla terra)
- Obiettivo 17 (partnership per gli obiettivi)



Documento di indirizzo che affronta, per ogni fase del SII, il pericolo, la vulnerabilità, l'esposizione al rischio (ove possibile quantificata) e le misure che dovranno essere intraprese (base: classificazione TCFD, PNACC, SRCC)

Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici

L'adattamento ai cambiamenti climatici, si sviluppa nelle seguenti fasi:

- Definizione degli obiettivi e del contesto;
- Analisi dei pericoli;
- Valutazione della vulnerabilità e del rischio;
- Progettazione delle singole azioni e della strategia complessiva;
- Implementazione delle azioni;
- Monitoraggio e miglioramento continuo;
- Comunicare per Coinvolgere nella Costruzione di un Futuro Aziendale Sostenibile.

PERICOLI PRIORITARI:

- **incendi** (pericolo acuto)
- **dissesto idrogeologico**: frane superficiali, colate detritiche, crolli (pericolo acuto)
- **inondazioni** (pericolo acuto)
- **eventi di precipitazione estremi** (pericolo acuto)
- **siccità** (pericolo acuto)
- **aumento della temperatura** (pericolo cronico)
- **ondate di calore** (pericolo acuto)



Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici

L'analisi delle sfide di adattamento dei principali settori in cui opera SMAT si concentra sulle principali attività economiche di SMAT ammissibili per essere rendicontate all'interno del quadro della Tassonomia UE.

Per ognuno dei settori considerati sono state elaborate schede di dettaglio in relazione ai pericoli climatici prioritari considerati.

5.1 Servizio Idrico Integrato

Attività CCM 5.1: costruzione, estensione e gestione dei sistemi di captazione, trattamento e fornitura dell'acqua

Attività CCM 5.2: rinnovo dei sistemi di captazione, trattamento e distribuzione dell'acqua

Attività WTR 2.1: fornitura di acqua



Pericolo	Impatto	Obiettivi gestionali di adattamento	
aumento temperatura ondate di calore	Aumento della temperatura può influire		
	<p>5.2 Generazione di energia da fonte rinnovabile</p> <p>Attività CCM 4.1: generazione di elettricità con tecnologia solare fotovoltaica</p>		
	Pericolo	Impatto	Obiettivi gestionali di adattamento
	aumento temperatura ondate di calore	Temperature più elevate possono ridurre l'efficienza dei pannelli solari, diminuendo la loro potenza di uscita (efficienza dei pannelli diminuisce dell'0.5% ogni grado superiore ai 25°C). Temperature estremamente elevate possono anche causare danni ai pannelli stessi.	Scegliere pannelli che mostrino scarsa sensibilità alla temperatura.
siccità	La mancanza di piogge può portare all'accumulo di polvere che può ridurre l'efficienza dei pannelli.	Pulizia periodica dei pannelli.	
Inondazioni/eventi estremi di precipitazione	Forti piogge possono portare a inondazioni, che possono danneggiare i pannelli e l'attrezzatura associata. Aumento in frequenza degli eventi di precipitazione estrema, se associati a fenomeni grandinigeni, possono aumentare il rischio di danneggiamento dei pannelli.	Sopraelevare i pannelli fotovoltaici o allocarli al di fuori delle aree inondabili. Scegliere pannelli altamente resistenti all'urto di grandine (e/o pietre) e inclinare i pannelli rispetto all'orizzontale e orientati verso sud, per compensare l'esposizione alla direzione prevalente delle tempeste di grandine più violente.	

Assi strategici per la realizzazione degli obiettivi

Gli assi strategici di intervento da perseguire per il raggiungimento degli obiettivi gestionali di adattamento si articolano in:

- azioni conoscitive
- azioni di divulgazione e sensibilizzazione
- azioni pratiche
- interventi di tipo istituzionale, normativo e finanziario.

Governance

L'adattamento ai cambiamenti climatici, richiede un approfondito coordinamento multi-settore.

→ struttura ed una strategia di governance efficaci sono condizione necessaria per il raggiungimento degli obiettivi di adattamento fissati nella Strategia.

Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici

Settori e competenze tecniche implicate nell'Adattamento ai Cambiamenti Climatici

Scienze del clima	Distribuzione e reti idriche
Risorse idriche	Energia
Qualità delle acque e laboratori	Economia circolare
Depurazione	Valutazione di rischio
Potabilizzazione	Gestione delle emergenze
Pianificazione	Sviluppo sostenibile
Finanza e controllo	Infrastrutture
Geologia	Meteorologia
Assicurazioni	Qualità, ambiente, sicurezza

Portatori di interesse ascoltati per la redazione della Strategia

ARPA Piemonte (Dipartimento Rischi Naturali e Ambientali)	Cima Research Foundation
Centro Euro Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici (CMCC)	Università degli Studi di Torino
Eurac Research	Politecnico di Torino

Strumenti di supporto disponibili impiegati nelle varie fasi di redazione della Strategia:

- la Piattaforma europea Climate-ADAPT (<https://climate-adapt.eea.europa.eu/>)
- La Piattaforma nazionale sull'Adattamento ai Cambiamenti Climatici (<https://climadat.isprambiente.it/>)

Tappe per la messa in opera

La Strategia di Adattamento ai Cambiamenti Climatici si configura come prima fase per la redazione del Piano di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, nel quale troveranno spazio:

- la valutazione di rischio climatico per i pericoli climatici prioritari identificati
- l'identificazione delle aree e degli asset a maggior e minor rischio
- un catalogo di buone pratiche, procedure e azioni pilota già attuate e/o in corso di realizzazione
- un catalogo di misure e azioni procedurali realizzabili nei prossimi anni indicando priorità e fattibilità

Piano di adattamento ai cambiamenti climatici

La **valutazione del rischio climatico** è il passo preliminare alla definizione di un piano di adattamento ai cambiamenti climatici, con l'obiettivo finale di armonizzarsi con il **Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC)** e con la **Strategia Regionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici** della Regione Piemonte.

$$\text{Rischio} = \text{Pericolo} \times \text{Esposizione} \times \text{Vulnerabilità} = \text{Pericolo} \times \text{Esposizione} \times \text{Sensitività} \times \text{Capacità di adattamento}$$

Individuazione dei pericoli climatici

	Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
Cronici	Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	Cambiamento del regime dei venti	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Erosione costiera
	Stress termico		Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Degradazione del suolo
	Variabilità della temperatura		Acidificazione degli oceani	Erosione del suolo
	Scongelamento del permafrost		Intrusione salina	Soliflusso
			Innalzamento del livello del mare	
Acuti	Ondata di calore	Ciclone, uragano, tifone	Siccità	Valanga
	Ondata di freddo/gelata	Tempesta	Forti precipitazioni	Frana
	Incendio	Tromba d'aria	Inondazioni	Subsidenza
			Collasso laghi glaciali	

- PERICOLI PRIORITARI:**
- **incendi** (pericolo acuto)
 - **dissesto idrogeologico**: frane superficiali, colate detritiche, crolli (pericolo acuto)
 - **inondazioni** (pericolo acuto)
 - **eventi di precipitazione estremi** (pericolo acuto)
 - **siccità** (pericolo acuto)
 - **aumento della temperatura** (pericolo cronico)
 - **ondate di calore** (pericolo acuto)

Tabella 1: rielaborazione della Tabella II: Classificazione dei pericoli legati al clima (Appendice A del Regolamento Delegato UE 2021/2013).

Piano di adattamento ai cambiamenti climatici – pericoli climatici

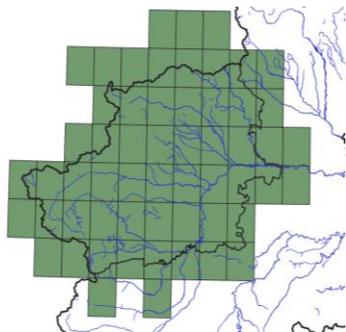
Evoluzione spazio-temporale dei pericoli climatici attraverso un range di indicatori climatici (27)



WSDI – Indice di durata dei periodi di caldo [Warm Spell Duration Index] (giorni [days])	SCD – Durata del manto nevoso [Snow Cover Duration] (giorni [days])	PET – Evapotraspirazione potenziale [Potential Evapo-Transpiration] (mm)	TG – Temperatura media giornaliera [Mean temperature] (°C)
HUMIDEX5 – Indice di disagio termico [Thermal discomfort index] (giorni [days])	EWS – Velocità estrema del vento [Extreme Wind Speed] (m/s)	SPEI* –Indice standardizzato di precipitazione- evapotraspirazione [Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index] per periodi di accumulazione di 3, 6, 12 e 24 mesi (-)	WD – Giorni caldi e secchi [Warm&Dry days] (giorni [days])
SU95p – Giorni estivi [Summer Days] (giorni [days])	FWI – Indice di pericolo incendi [Fire Weather Index] (-)		WW – Giorni caldi e umidi [Warm&Wet days] (giorni [days])
TR – Notti tropicali [TRopical nights] (giorni [days])			

- definiti dal panel internazionale ETCCDI (Expert Team on Climate Change Detection and Indices) armonizzati con quelli definiti dal PNACC e dalla SRCC
- rappresentativi dei pericoli climatici dell'area gestita da SMAT e che impattano sulle attività del Servizio Idrico Integrato

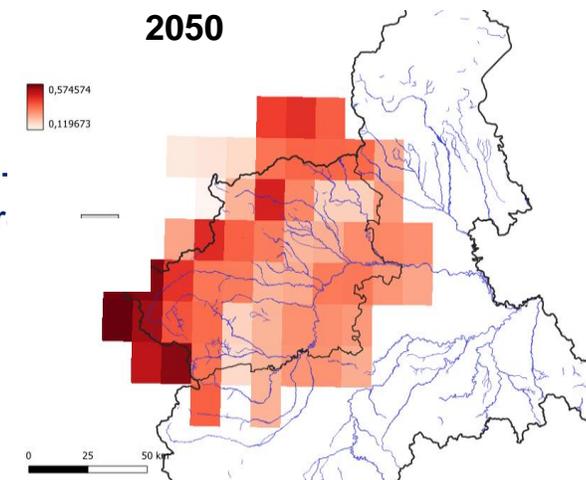
- Variazioni attese:** ensemble di RCMs disponibili all'interno del programma **EURO-CORDEX** (approx. 12 km)



Rappresentazione spaziale con software QGis (LTR 3.28.4)
(SR: EPGS 4326 – WGS 84)

Output: mappe variazione - deviazione standar

FWI RCP8.5 2050



- Due trentenni** centrati sull'anno 2035 (2021-2050) e sul 2050 (2036-2065), **confrontati con il periodo di riferimento 1981-2010**
- Tre scenari IPCC:** RCP8.5 "Business as usual", RCP4.5 "Strong mitigation" e RCP2.6 "Aggressive mitigation"

Piano di adattamento ai cambiamenti climatici – pericoli climatici

Incendi: FWI

Inondazioni: PR99p, SDII, RX1day, PRCPT, R20

Eventi di precipitazione estremi: RX1day, SDII, PR99p

Dissesto idrogeologico: PR99p, SDII, RX1day, TG, TR, WSDI, (1-FD), (1-SCD)

Siccità: SPEI3, SPEI6, SPEI12, SPEI24, (1-FNP), (1-SCD)

Aumento delle temperatura: TG

Ondate di calore: WSDI

PR99p: 99° percentile di precipitazione giornaliera

SDII: indice di intensità di precipitazione giornaliera

RX1day: massimo di precipitazione giornaliera

R20: n. giorni in cui la precipitazione giornaliera > 20 mm

TR: n. notti tropicali

WSDI: indice di durata dei periodi di caldo

FD: n. giorni di gelo

SCD: durata del manto nevoso

FNP: frazione neve/pioggia

- **Valutazione pericolosità:**

normalizzazione con metodo min-max per trasformare tutti i valori in scores (range 0-1)

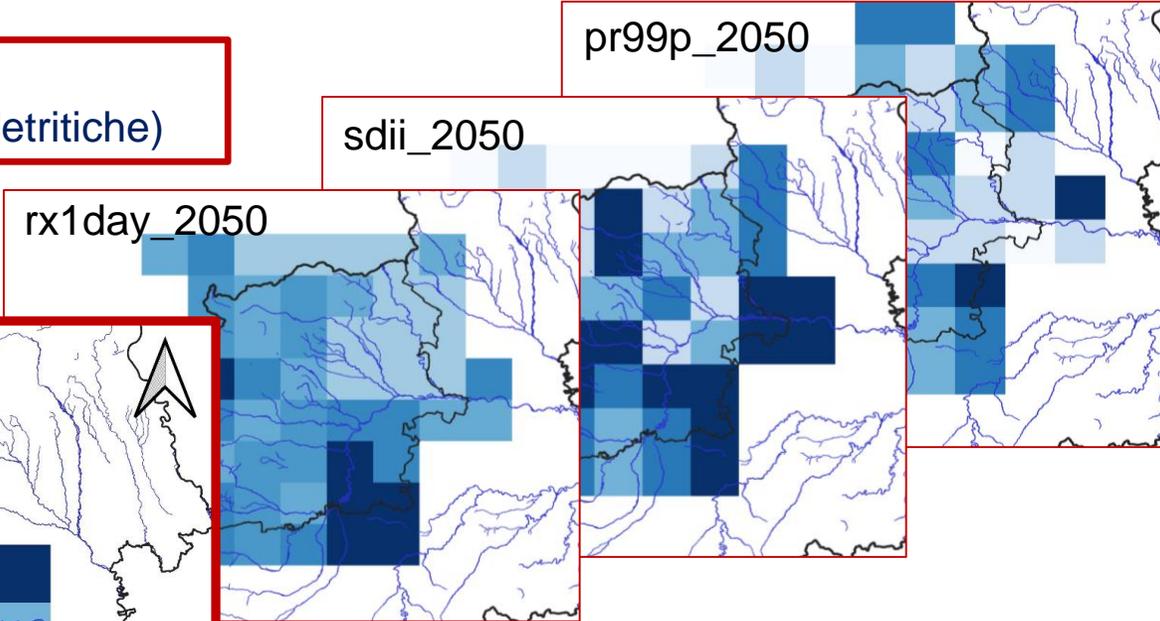
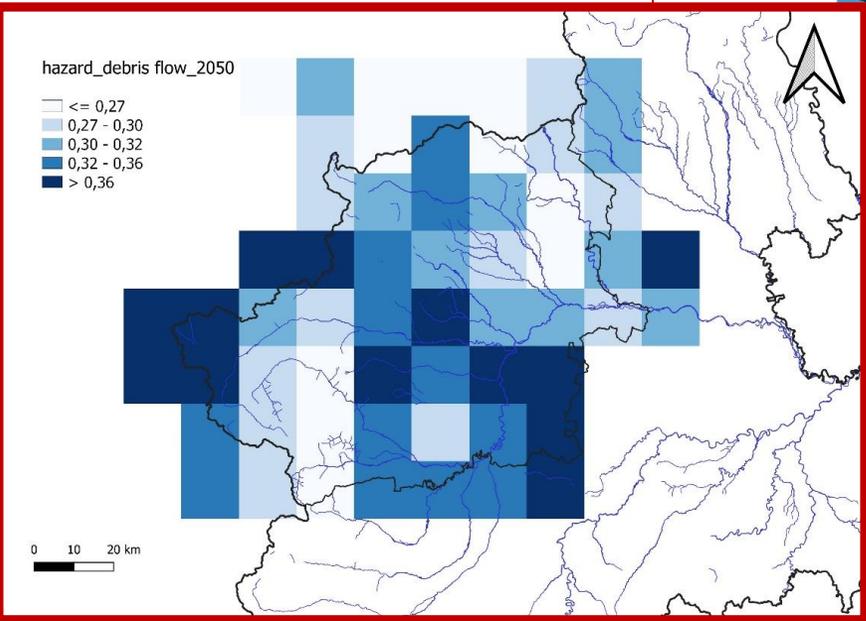
$$X_i = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$

calcolo indice pericolosità (orizzonte temporale 2050): aggregazione lineare di tutti gli indici normalizzati considerando solo lo scenario RCP8.5

$$H_{2050} = \frac{\sum_1^n Hi_{2050}}{n}$$

Piano di adattamento ai cambiamenti climatici – pericoli climatici

Esempio:
Frane (frane superficiali, collate detritiche)



5-category quantile
break split

(SR: EPGS 32632 –
WGS 84 / UTM 32N)

Piano di adattamento ai cambiamenti climatici – esposizione

Rischio = Pericolo x **Esposizione** x Sensibilità x Capacità di adattamento

presenza (1) o assenza (0)
di asset SMAT vulnerabili al pericolo climatico/impatto

L'applicazione delle azioni previste dal piano → prioritizzata in funzione degli asset maggiormente esposti e della strategicità degli stessi

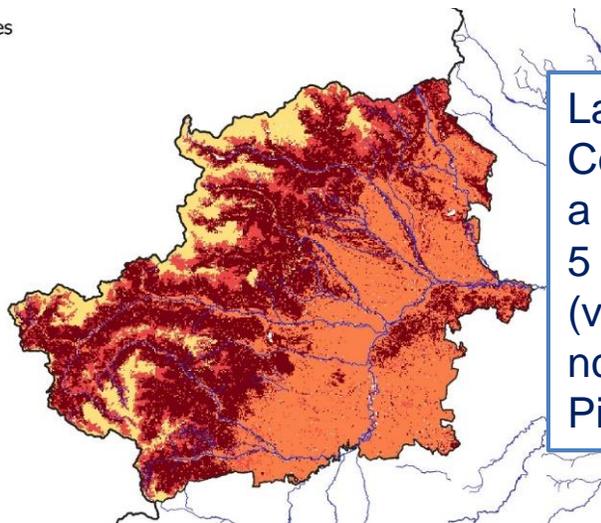
Piano di adattamento ai cambiamenti climatici – esposizione

Rischio = Pericolo x **Esposizione** x **Sensibilità** x Capacità di adattamento

- **Fattori fisici** (uso del suolo, mappe suscettività, tipo di asset/fonte approvvigionamento, ...)

land cover_classes
fires sensitivity

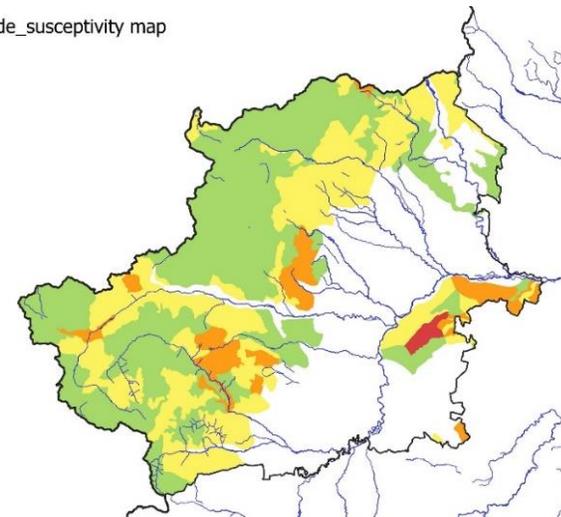
0,0 - 0,2
0,2 - 0,4
0,4 - 0,6
0,6 - 0,8
0,8 - 1,0



Land cover (Corine Land Cover 2021) ricampionata a 250m e categorizzata in 5 classi di rischio incendi (validazione con il DB incendi della Regione Piemonte)

shallow landslide_susceptivity map

0,125
0,375
0,625
0,875



Mappa suscettività frane superficiali categorizzate in 4 classi in accordo con la valutazione di rischio idrogeologico di ARPA

Piano di adattamento ai cambiamenti climatici – capacità di adattamento

azioni e le procedure già messe in campo da SMAT per:

- la valutazione e la gestione dei rischi
- i piani di emergenza
- i piani operativi di crisi
- i piani di sicurezza della qualità dell'acqua
- il piano operativo per l'emergenza idrica

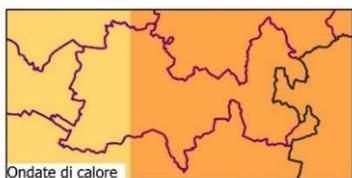
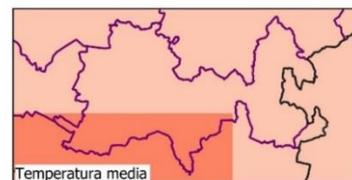
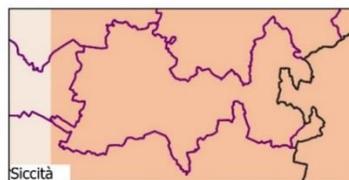
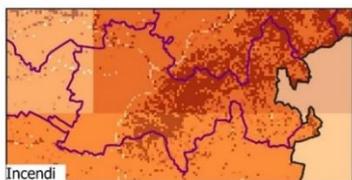
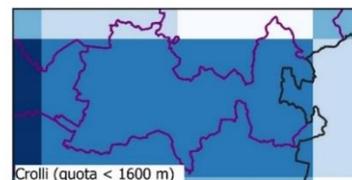
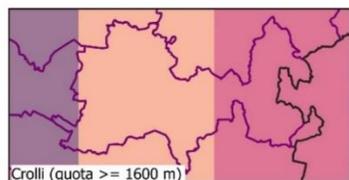
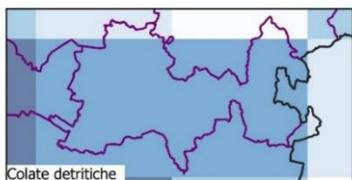
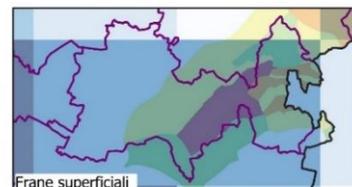
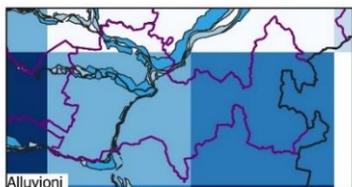
azioni che, anche se implementate con altre finalità, riducono il rischio climatico e che trovano una cornice generale di applicazione nell'ambito dell'adattamento ai cambiamenti climatici

PIANO	APPLICAZIONE	DESCRIZIONE	CLASSE ADATTAMENTO	PERICOLO CLIMATICO
Piano di risposta a incidenti e minacce di contaminazione dell'acqua potabile (PRIMCAP)	ALL	Il PRIMCAP contiene le procedure di controllo, in particolare di laboratorio, da utilizzare in caso di emergenza. Vengono definite le modalità con cui valutare la minaccia e come gestire l'intervento per la verifica della qualità dell'acqua, dal campionamento in sito fino alla tipologia di analisi da effettuare in base alla minaccia riscontrata. L'applicazione di questa procedura consente di individuare le azioni di risposta in modo appropriato, ma non agisce direttamente sulla diminuzione degli effetti provocati dall'evento pericoloso.	2	<ul style="list-style-type: none"> • Incendi • dissesto idrogeologico • inondazioni • eventi di precipitazione estremi • siccità • ondate di calore <p>(eventi che possono compromettere la salubrità dell'acqua erogata all'utenza)</p>
Piano operativo di crisi per gli impianti di potabilizzazione da pozzi e sorgenti	CAPTAZIONI	Il Piano di crisi è stato redatto e contiene tutte le azioni da intraprendere in caso di emergenza (eventi straordinari), assegnando ruoli e responsabilità, fornendo linee guida per le appropriate azioni di risposta e individuando interventi che possano mitigare l'effetto di un'emergenza o un incidente critico. Le procedure definite nel Piano vengono seguite durante le fasi di emergenza e consentono di ridurre gli effetti dell'evento pericoloso garantendo la qualità dell'acqua erogata.	2	<ul style="list-style-type: none"> • inondazioni • eventi di precipitazione estremi • ondate di calore • incendi (per la compromissione della qualità dell'acqua captata)

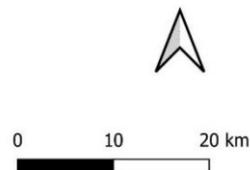
capacità di adattamento → valutata considerando una scala che considera 5 classi (da critica a ottimale) indicatori non metrici → normalizzazione riconducendo i valori delle 5 classi in cui sono stati categorizzate le azioni nell'intervallo di valori da 0 a 1:

CLASSE N.	DESCRIZIONE	VALORE	RANGE INDICATORE
1	Ottimale	0 - 0,2	0,1
2	Piuttosto positiva	0,2 - 0,4	0,3
3	Neutrale	0,4 - 0,6	0,5
4	Piuttosto negativa	0,6 - 0,8	0,7
5	Critica	0,8 - 1,0	0,9

Piano di adattamento ai cambiamenti climatici – identificazione dei pericoli climatici e della vulnerabilità delle aree dei centri SMAT



Centro: CTOR



PERICOLI IN CLASSE MEDIA: alluvioni, eventi di precipitazione estremi, frane superficiali, ondate di calore

PERICOLI IN CLASSE MEDIO-BASSA: incendi, siccità, aumento temperatura media

PERICOLI NON RILEVANTI: crolli, colate detritiche

Piano di adattamento ai cambiamenti climatici – classi di rischio e azioni di adattamento

Azioni di adattamento di tipo soft

Interventi che contribuiscono a creare capacità di adattamento attraverso:

- una maggiore conoscenza dei pericoli
 - allo sviluppo di un contesto organizzativo e di gestione del rischio favorevole
 - che agiscono direttamente sulla capacità di risposta
-
- (i) informazione e formazione aziendale sui cambiamenti climatici
 - (ii) lo sviluppo di processi organizzativi e partecipativi
 - (iii) gli strumenti di governance del clima e della sostenibilità
 - (iv) le attività di monitoraggio
 - (v) i sistemi di allarme rapido
 - (vi) le attività di ricerca sviluppate presso il Centro Ricerche SMAT
 - (vii) le azioni procedurali di gestione del rischio
 - (viii) la pianificazione di emergenza.

Piano di adattamento ai cambiamenti climatici – classi di rischio e azioni di adattamento

Le azioni di adattamento delineate sono suddivise per le principali attività economiche di SMAT e risultano ammissibili per essere rendicontate all'interno del quadro della Tassonomia UE per le attività ecosostenibili

Captazione – disponibilità idrica

Valutazione del rischio	Pericolo	Siccità
	Impatto atteso	Riduzione disponibilità idrica
	Esposizione	Presenza fonti approvvigionamento in aree a rischio
	Vulnerabilità	Sensitività: tipologia di fonte di approvvigionamento, popolazione servita
		Capacità adattamento: <ul style="list-style-type: none"> piano di emergenza per le crisi idriche da fenomeni siccitosi interconnessioni reti acquedottistiche fonti approvvigionamento multiple utilizzo e progettazione invasi ad uso plurimo
Obiettivi e opzioni di adattamento	Obiettivi	Riduzione e gestione del rischio (azioni sulla capacità di risposta)
	Opzioni	Implementazione sistemi monitoraggio, early warning e allerta meteo-climatica

LIVELLO RISCHIO FINALE: MEDIO-BASSO

- piano di emergenza per le crisi idriche da fenomeni siccitosi (2023)
- la presenza di fonti di approvvigionamento diversificate e per lo più di origine sotterranea
- azioni strutturali per rendere l'area gestita più resiliente dal punto di vista della disponibilità idrica
- progetti del Centro Ricerche per la prevenzione e previsione delle emergenze idriche

AZIONI PRIORITARIE e TEMPI di ATTUAZIONE

- Implementazione dell'indice integrato di siccità emesso nel bollettino idrologico mensile di ARPA Piemonte all'interno del sistema di Telecontrollo aziendale → 1 anno
- ...



Co-funded by
the European Union



**LIFE
CLIMAX
PO**
Make the Change

LIFE21-IPC-IT-LIFE CLIMAX PO-101069928

Centro Euro-Mediterraneo per i
Cambiamenti Climatici

Dipartimento Rischi Naturali ed
Ambientali di ARPA Piemonte

Centro Ricerche SMAT

Grazie per l'attenzione

elisa.brussolo@smatorino.it

