

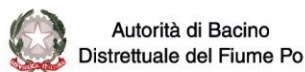
Torino, 14 maggio 2026

Utilizzo dei dati climatici per la costruzione di piani di adattamento operativi

Relatori: Elisa Brussolo, PhD
SMAT, Centro Ricerche

seminario autorità pubbliche Piemonte

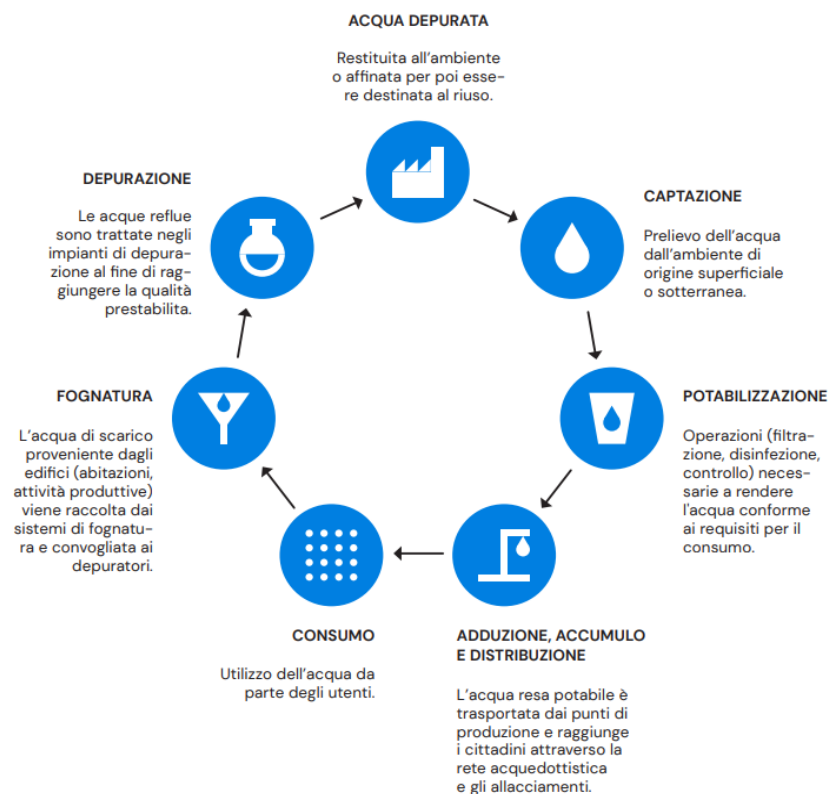
Torino, 14 maggio 2026
Centro Congressi Regione Piemonte



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:



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'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.

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.

ClimaX PO

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

Piano di adattamento ai cambiamenti climatici

Valutazione del rischio climatico: passo preliminare per Piano di adattamento ai cambiamenti climatici che deve armonizzarsi con:

- **Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC)**
- **Strategia Regionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici della Regione Piemonte.**

Rischio = Pericolo x Esposizione x Vulnerabilità = Pericolo x Esposizione x Sensitività x Capacità di adattamento

Pericolo → DATI CLIMATICI

Sensitività (quanto sono sensibile a quel pericolo):

dipende dal sistema stesso e da fattori ambientali → DATI CARTOGRAFICI, ...

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)



Piano di adattamento ai cambiamenti climatici – pericoli climatici

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



UNIVERSITÀ
DI TORINO

- 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



DATO CHE USI = PERICOLO CHE TROVI

- **Variazioni attese:** ensemble di RCMs disponibili all'interno del programma **EURO-CORDEX** (approx. 12 km)
- **due trentenni:** 2021-2050 e 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"

SCELTA DATI CLIMATICI:

- **affidabilità fonte**
- **confronto con stakeholder tecnici di riferimento (C3S Copernicus, ISPRA, ARPA, UniTO, CMCC, PoliT, ...)**

Rappresentazione spaziale con software Qgis (LTR 3.28.4)

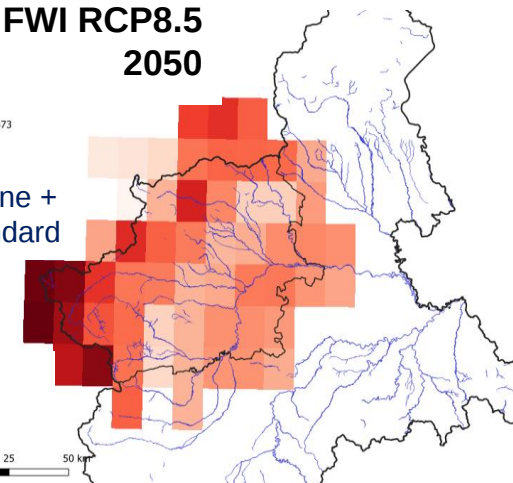
(SR: EPSG 4326 – WGS 84)

**FWI RCP8.5
2050**

0,119673

Output:
mappe variazione +
deviazione standard

0 25 50 km



Piano di adattamento ai cambiamenti climatici – pericoli climatici

Incendi: FWI

Inondazioni: PR99p (o R99pTOT), SDII, RX1day, RX5day, PRCPT, R20

Eventi di precipitazione estremi: RX1day, SDII, PR99p (o R99pTOT)

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

R99pTOT: precipitazione annuale calcolata come somma della precipitazione giornaliera dei giorni piovosi che superano il 99° percentile di precipitazione giornaliera

SDII: indice di intensità di precipitazione giornaliera

RX1day: massimo di precipitazione giornaliera

RX5day: massimo di precipitazione su 5 giorni

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:

- come mettere insieme indici diversi per arrivare ad un indice composito unico?

→ **Confronto con stakeholder tecnici di riferimento (ARPA)**

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

(considerando tutti gli indicatori con lo stesso peso)

$$H_{2050} = \frac{\sum_1^n H_{i2050}}{n}$$



**NORMALIZZAZIONE
(AGGREGAZIONE)
CHE USI =
PERICOLO CHE
TROVI**

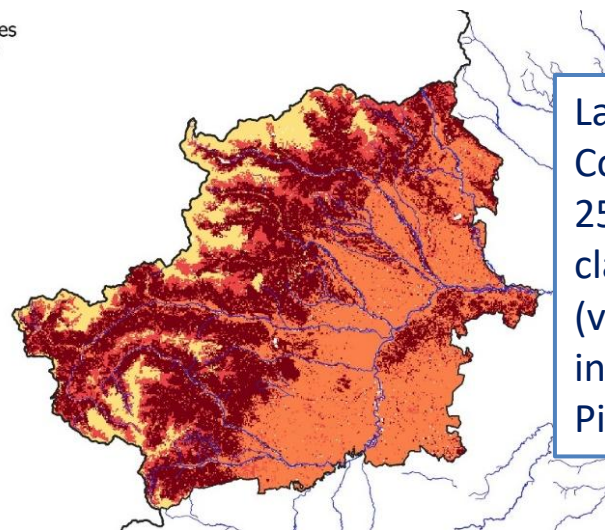
Piano di adattamento ai cambiamenti climatici – sensibilità

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

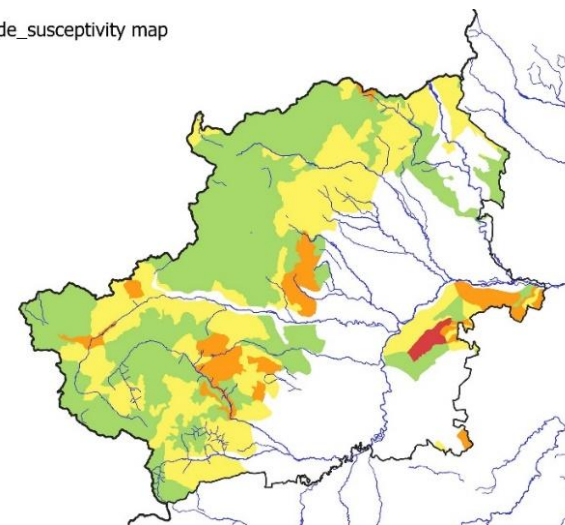
0,0 - 0,2
0,2 - 0,4
0,4 - 0,6
0,6 - 0,8
0,8 - 1,0



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_susceptibility map

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



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

Rischio = Pericolo x Esposizione x Sensibilità x Capacità di adattamento

presenza o assenza asset SMAT

categorizzazione delle azioni già messe in campo che riducono il rischio climatico

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

Rischio climatico = valutazione quali-quantitativa

→ **revisione annuale delle azioni implementate**

→ **revisione almeno quinquennale della valutazione stessa**

Esempio pratico:

rafforzamento resilienza impianto depurazione Collegno
per incremento allagamenti da piogge estreme e alluvioni

Pericolo = mappe

Esposizione = 1

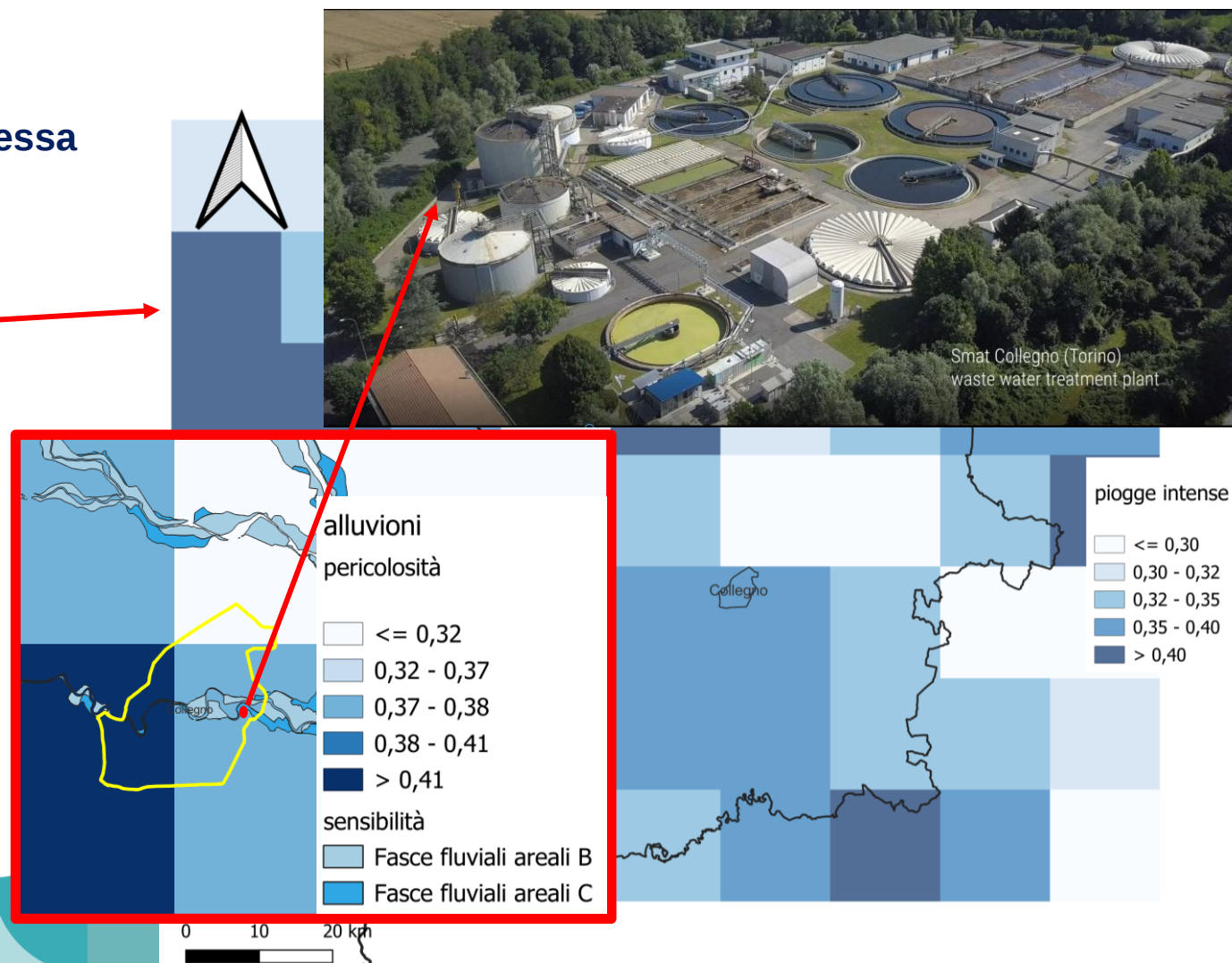
Sensitività = alta

Capacità di adattamento = medio-bassa

- esiste il piano di emergenza (che allo stato attuale non considera ancora l'incremento dei fenomeni)

- è prevista la costruzione di un argine

→ **formazione + innovazione tecnologica (sistema di early warning) + monitoraggio avanzato + aggiornamento procedure operative**





Co-funded by
the European Union



LIFE21-IPC-IT-LIFE CLIMAX PO-101069928

Centro Euro-Mediterraneo per i
Cambiamenti Climatici

Dipartimento di Fisica
dell'Università degli Studi di Torino

Dipartimento Rischi Naturali ed
Ambientali di ARPA Piemonte

Centro Ricerche SMAT

Grazie per l'attenzione

elisa.brussolo@smatorino.it



Autorità di Bacino
Distrettuale del Fiume Po

