



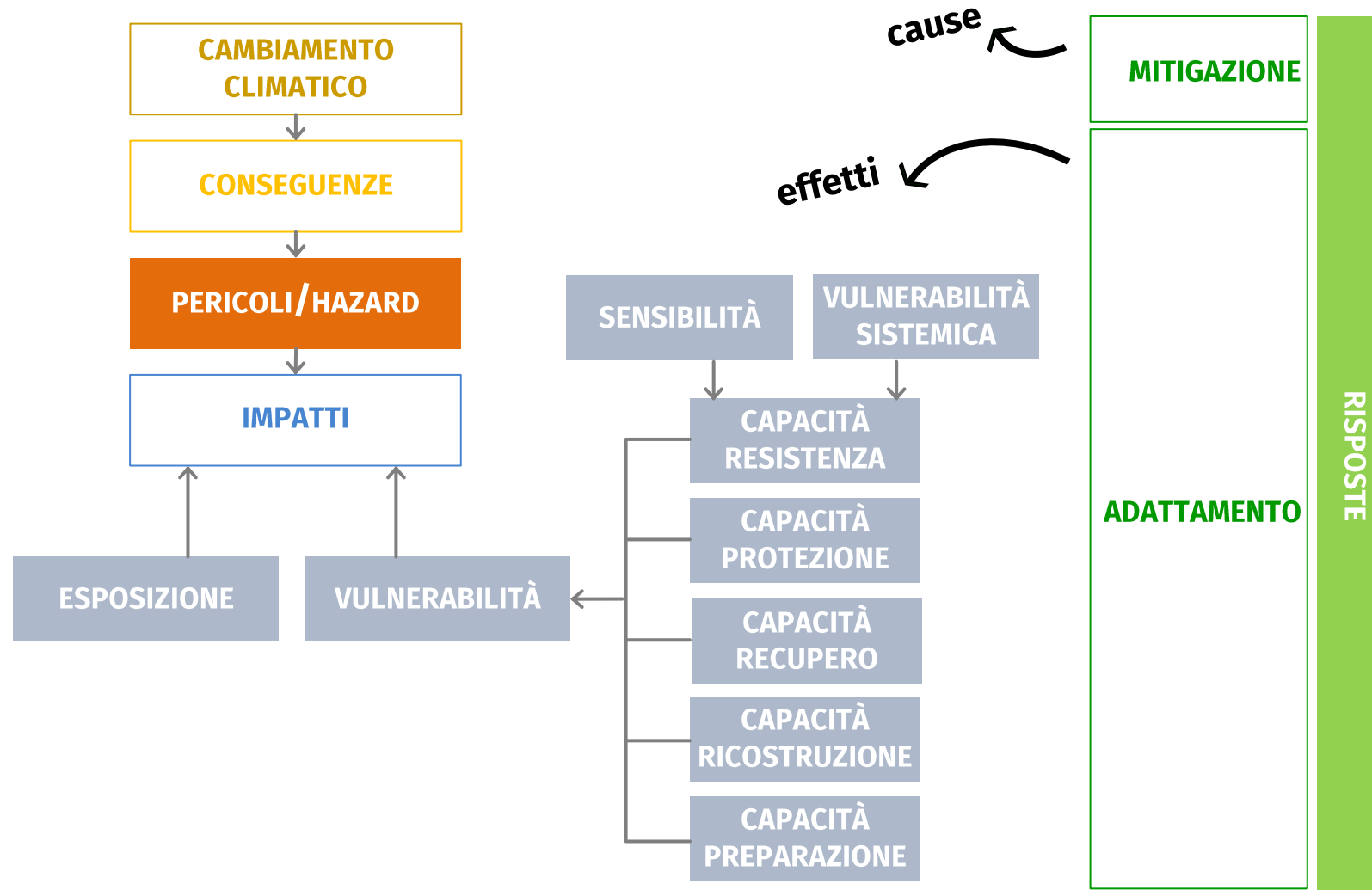
Aree Produttive, Aree Pro-Adattive

STC | Le strategie di mitigazione e di adattamento ai cambiamenti climatici

# Gestione del rischio da ondate di calore e allagamenti e possibili risposte di adattamento

a cura di  
**Rachele Radaelli**

# Conseguenze, Pericoli, Impatti, Risposte



# Fattori di adattamento

## PERICOLI/HAZARD

**(o hazard)** si indica un **evento o un fenomeno**, che può presentarsi singolarmente o in concomitanza con altri, **causato da fattori di tipo naturale e/o antropico**, **il cui accadimento genera impatti negativi sul sistema** e le sue componenti. La pericolosità è funzione delle probabilità di accadimento, intensità, frequenze e dimensioni spaziali di un pericolo.

## ESPOSIZIONE

costituisce il **valore complessivo di persone, mezzi di sostentamento, infrastrutture, specie animali e vegetali, ecosistemi e servizi-beni-risorse ambientali, economici, sociali e culturali interessati da un pericolo**.

Essa è funzione della quantità e del valore degli elementi esposti che potrebbero subire gli effetti negativi di uno o più pericoli sulla propria struttura, sulle proprie funzioni e sulla capacità di risposta.

## VULNERABILITÀ

**propensione o predisposizione di un sistema e dei suoi elementi a essere impattati negativamente da un pericolo e quindi a subire perdite e danni quando sono a esso esposti.**

La vulnerabilità dipende da fattori socio-economici, ambientali e istituzionali e dalle caratteristiche dell'ambiente costruito, degli usi delle risorse e delle attività che vi si svolgono.

Articolata in 2 tipi di fattori tra loro interconnessi:

- la **sensibilità** e la **vulnerabilità sistemica**, che esprimono la **capacità di resistenza** del sistema al pericolo
- le **capacità di protezione**, **recupero**, **ricostruzione** e **preparazione**, le quali costituiscono le capacità che più si riconoscono nel concetto di **resilienza**

VULNERABILITÀ

CAPACITÀ  
RESISTENZA

SENSIBILITÀ

VULNERABILITÀ  
SISTEMICA

**(o *sensitivity, susceptibility,*  
vulnerabilità fisica)  
predisposizione  
di un sistema  
o di sue componenti  
a subire gli impatti diretti  
di un pericolo  
rispetto alle loro  
caratteristiche intrinseche**

*Ad esempio*

*(di una persona  
rispetto ai malori)*

**ondate**

*è dovuta alle  
condizioni fisiche e cliniche  
di limitata capacità di  
termoregolazione fisiologica  
rispetto alla temperatura ambientale*

*(di argini e abitazioni  
rispetto ai crolli)*

**alluvioni**

*è data dai livelli di  
stabilità materica e strutturale*

VULNERABILITÀ

CAPACITÀ  
RESISTENZA

SENSIBILITÀ

VULNERABILITÀ  
SISTEMICA

**difficoltà di un sistema nel garantire la propria funzionalità a seguito delle conseguenze dell'impatto diretto di un pericolo, quali la compromissione delle infrastrutture critiche o un forte aumento della richiesta di risorse e servizi.**

È funzione dei livelli di **dotazione di risorse e servizi utili rispetto alle necessità in caso di emergenza e del grado di dipendenza del sistema dalle infrastrutture critiche danneggiate** a seguito dell'evento pericoloso.

Ad esempio

(rispetto alla crescente richiesta di soccorsi)  
è data dalla non sufficiente dotazione di servizi e risorse\* accessibili e fruibili necessari alle persone in condizioni critiche

ondate

\*servizi sanitari  
(ospedali, pronto soccorso, ...)  
e sociali  
(istituzionali, associazioni, vicinato, ...)  
e/o servizi di consegna di acqua, cibo, ... a domicilio, servizi di attivazione di sistemi di raffrescamento, ...

(rispetto all'interruzione di collegamenti stradali cruciali)

è data dall'impossibilità di raggiungere con percorsi alternativi le strutture di soccorso (ospedali, vigili del fuoco, protezione civile, ...)

alluvioni

## VULNERABILITÀ

CAPACITÀ  
RESISTENZA

SENSIBILITÀ

VULNERABILITÀ  
SISTEMICA

**capacità di un sistema**  
e delle sue componenti  
**di contrastare**  
**la generazione**  
**di impatti negativi**  
e quindi di **conservare**  
**la propria integrità**  
a seguito del verificarsi  
di un pericolo

È funzione dei livelli di  
**sensibilità** e di  
**vulnerabilità sistemica**  
del sistema e delle sue  
componenti.

*Ad esempio*

*(rispetto ai malori)*

*è maggiore*

*nelle persone sane e giovani*

*(bassa sensibilità)*

*e minore*

*nei sistemi con servizi di pronto soccorso  
lontani o non sufficienti rispetto agli  
anziani in condizioni potenzialmente  
critiche (alta vulnerabilità sistemica)*

**ondate**

*(rispetto all'ondata di piena)*

*è minore*

*laddove vi sono problemi  
di stabilità strutturale che interessano  
alcune abitazioni (alta sensibilità)  
o un ponte lungo il percorso  
che collega al pronto soccorso  
(alta vulnerabilità sistemica)*

**alluvioni**

## VULNERABILITÀ

### CAPACITÀ PROTEZIONE

**capacità di un sistema e delle sue componenti di usare dispositivi e/o comportamenti di difesa al fine di attutire gli impatti diretti di un pericolo,**

sia con **azioni autonome (autoprotezione)**

sia con **aiuti esterni (cura, soccorso, messa in sicurezza, ...).**

È influenzata da **condizioni personali di tipo psicologico/cognitivo, motorio, socio-economico, culturale** che possono agevolare o ostacolare l'attuazione di **comportamenti** protettivi e da **condizioni esterne di tipo tecnologico, localizzativo, organizzativo, ...** che possono favorire o sfavorire l'attivazione delle **protezioni** necessarie per le persone e i beni in condizioni critiche.

*Ad esempio*

*(rispetto ai malori)*

*è minore per le persone con difficoltà motorie*

*che non consentono di bere o di modificare il proprio*

*abbigliamento in modo autonomo, è maggiore laddove è presente un*

*servizio di assistenza*

*socio-sanitaria a domicilio*

*di supporto (per idratazione, raffrescamento ambienti, ...)*

*(rispetto all'ondata di piena)*

*è bassa laddove gli abitanti*

*di una zona esposta non sono dotati di elementi di*

*barriera all'acqua,*

*è elevata laddove*

*i punti critici esposti della*

*rete elettrica sono messi*

*prontamente in sicurezza dalle strutture competenti*

ondate

alluvioni



## VULNERABILITÀ

### CAPACITÀ RECUPERO

**capacità di un sistema danneggiato** da un pericolo **di recuperare tempestivamente una condizione di funzionamento soddisfacente** e, in attesa o nell'impossibilità di completare il **ripristino dei servizi essenziali** (infrastrutture critiche), di **attivare risposte, anche temporanee**, alle richieste ordinarie e straordinarie di risorse e servizi (**per il soccorso, salvataggio, ricovero, assistenza e messa in sicurezza di persone e beni**).

È funzione della **capacità di effettuare gli interventi necessari per la riparazione** di danni parziali e totali in tempi utili e della **capacità di conoscere, organizzare e mobilitare le risorse del sistema** per rispondere alle situazioni impreviste.

*Ad esempio*

*(rispetto alla crescente richiesta di soccorsi) è maggiore laddove la macchina amministrativa è in grado di attivare dei servizi di soccorso e di cura straordinari per le persone che soffrono eccessivamente il caldo o hanno subito dei malori*

ondate

*(rispetto all'interruzione di collegamenti stradali cruciali) è maggiore laddove sono disponibili risorse finanziarie dedicate per la realizzazione di interventi di riparazione di infrastrutture critiche danneggiate*

alluvioni

## VULNERABILITÀ

### CAPACITÀ RICOSTRUZIONE

**capacità di un sistema di ritornare a delle condizioni di normalità** successivamente al verificarsi di un pericolo **attraverso il completamento degli interventi di ripristino di quanto è stato danneggiato o interrotto, comprese le attività economiche e produttive e i servizi.**

È funzione della **capacità di effettuare gli interventi necessari per la riparazione** della totalità dei danni subiti e della **capacità di conoscere, organizzare e mobilitare le risorse** del sistema per supportare la ricostruzione.

*Ad esempio  
(rispetto ai danni delle ondate)  
la capacità di ricostruzione per  
le attività agricole colpite da  
fenomeni siccitosi  
è maggiore laddove le aziende  
agricole sono coperte da polizze  
assicurative contro le calamità  
naturali*

ondate

*(rispetto ai danni dell'ondata di piena)  
la capacità di ricostruzione  
è maggiore dove vi sono le  
risorse finanziarie ed  
economiche sufficienti per la  
riparazione o la ricostruzione  
degli edifici danneggiati*

alluvioni

## VULNERABILITÀ

### CAPACITÀ PREPARAZIONE

**capacità di un sistema di prevedere e predisporre le azioni da attivare durante e dopo il verificarsi di un pericolo, in modo da attutirne il più possibile gli impatti negativi.**

È funzione della **conoscenza dei caratteri del rischio potenziale** e dell'**organizzazione dei comportamenti e delle azioni che possono influenzare** in modo diretto e indiretto i **fattori di rischio.**

*Ad esempio*

*(rispetto ai malori)  
è maggiore laddove i soggetti esposti sono sensibilizzati sulle buone regole di idratazione da attivare nei periodi più caldi*

**ondate**

*(rispetto all'ondata di piena)  
è maggiore laddove sono definite le modalità di comunicazione di un'allerta meteo e di conseguente organizzazione a tutti i soggetti responsabili della gestione dell'emergenza*

**alluvioni**

# Adattamento e fasi temporali

Due tipi di fasi:

- **fasi connesse alla gestione di uno o più rischi**
- **fase ordinaria**, quando cioè un sistema non è più in procinto di subire un pericolo o in arretrato nella ricostruzione dei danni subiti

Parti e zone diverse di uno stesso sistema interessato da un evento pericoloso possono trovarsi nello stesso momento in fasi differenti (ad esempio, in alcune zone si può essere ancora in emergenza mentre in altre è già superata)



## Fase **IMPATTO**

Fase in cui  
**si verificano uno o più pericoli  
che possono generare  
impatti diretti**  
su persone e beni  
**in funzione delle loro  
esposizione, sensibilità**  
(capacità di resistenza) e  
**capacità di autoprotezione.**  
**Gli impatti diretti sulle  
infrastrutture critiche  
possono innescare  
impatti indiretti** sul sistema  
e sulle sue componenti  
**in funzione della  
vulnerabilità sistemica**  
(capacità di resistenza)  
del sistema stesso

*Ad esempio*

*possono verificarsi malori (impatto diretto)  
sulle persone anziane o malate con problemi  
di termoregolazione (alta sensibilità) e/o le  
cui difficoltà motorie con consentono di  
accedere all'acqua o di modificare il proprio  
abbigliamento in modo autonomo (bassa  
capacità di autoprotezione) in un contesto con  
non sufficiente dotazione di servizi di soccorso  
(alta vulnerabilità sistemica)*

**ondate**

*possono verificarsi crolli (impatto diretto)  
di un tratto stradale con bassa stabilità  
strutturale (alta sensibilità) e dove non vi è  
la disponibilità di elementi per la  
realizzazione di barriere all'acqua (bassa  
capacità di autoprotezione)  
provocando anche l'interruzione di  
comunicazioni stradali cruciali  
(alta vulnerabilità sistemica)*

**alluvioni**

## Fase EMERGENZA

Fase successiva alla fase di impatto in cui, **per effetto degli impatti diretti e indiretti subiti, si manifestano problemi di funzionamento nel sistema e soprattutto nelle infrastrutture critiche e una crescente richiesta di risorse e servizi da parte delle componenti del sistema danneggiate.**

Questa fase si caratterizza per il **ripristino prioritario delle infrastrutture critiche non funzionanti** in modo soddisfacente e per l'attivazione di interventi di **soccorso, salvataggio, ricovero, assistenza e messa in sicurezza** delle persone e dei beni danneggiati per insufficienti capacità di resistenza e di autoprotezione.

La capacità di intervento è funzione della **capacità di recupero** e della **capacità di protezione** del sistema stesso.

*Ad esempio*

*le persone anziane con difficoltà motorie possono necessitare di un'assistenza socio-sanitaria a domicilio (capacità di protezione) per idratarsi e raffrescare gli ambienti dove vivono*

**ondate**

*i danni sulla rete elettrica locale richiedono interventi immediati di riparazione, mentre i danni sulle abitazioni comportano la collocazione degli sfollati in abitazioni temporanee (capacità di recupero)*

**alluvioni**

## Fase POST-EMERGENZA

Fase successiva alla fase di emergenza  
che **inizia quando i problemi di malfunzionamento delle infrastrutture critiche sono stati risolti e le richieste emergenziali sono stabilmente soddisfatte**, mentre **occorre completare il ripristino, il recupero e la ricostruzione dei restanti danni e sostenere la ripresa delle attività economiche, produttive e di servizio**.  
La capacità di intervento nella fase di post-emergenza è funzione della **capacità di ricostruzione** del sistema stesso.

*Ad esempio*

*le persone colte da malore sono già state soccorse, mentre può essere necessario recuperare o sostituire le alberature danneggiate*

**ondate**

*le infrastrutture critiche sono state ripristinate, mentre si rende necessaria la predisposizione di soluzioni abitative definitive per gli sfollati*

**alluvioni**

## Fase

### ORDINARIA

Fase successiva  
alla fase di post-emergenza,  
in cui **l'impatto sul sistema  
è stato completamente assorbito  
e non vi è alcuna previsione  
dell'imminente verificarsi di un pericolo.**

In questa fase il sistema si trova  
in una **condizione di normalità**  
e quindi può dispiegare la sua  
**normale attività di governo del territorio**  
in cui dovrebbero essere attuate  
le strategie e le azioni  
per la **riduzione dei livelli di rischio e il  
contrasto al cambiamento climatico.**



## Fase **PRE-EVENTO**

Fase precedente a una potenziale fase di impatto, in cui **si manifestano eventi precursori o premonitori di un pericolo, in cui il sistema dovrebbe alertarsi e disporsi ad affrontare il pericolo per ridurre le conseguenze.** La fase di pre-evento è funzione della **capacità di preparazione** del sistema.

*Ad esempio*

*può essere necessario il trasferimento temporaneo dei soggetti più sensibili in residenze, proprie o di parenti, laddove disponibili, localizzate in contesti climatici più freschi*

**ondate**

*è utile il monitoraggio dell'ondata di piena a monte del sistema e l'attivazione di strumenti di allerta della popolazione*

**alluvioni**

# Risposte di adattamento

Con risposte si indicano le **politiche**, le **normative**, le **strategie** e le **azioni** con cui una società, una comunità o le istituzioni deputate **affrontano i cambiamenti climatici allo scopo di ridurre e, se possibile, eliminare i relativi rischi.**

Tale scopo può essere ottenuto **agendo in modo integrato sulle cause e sugli effetti** di tali rischi attraverso **la riduzione e l'eliminazione delle situazioni e dei fattori di** **pericolosità** **esposizione** **e** **vulnerabilità** anche mediante il **miglioramento delle** **capacità di resistenza** **protezione** **recupero** **ricostruzione** **e** **preparazione** dei sistemi territoriali.

# Azioni di adattamento che riducono pericoli/pericolosità

Azioni che  
**riducono o  
eliminano i  
pericoli e i fattori  
di pericolosità**  
attraverso la  
diminuzione delle  
loro frequenze,  
durate e intensità

Ad esempio

*contrasto all'isola di calore attraverso la modifica  
dei caratteri morfologici degli edifici (altezza, rugosità, densità),  
in modo da non ostacolare i movimenti d'aria,  
dei caratteri ottici, termici, cromatici delle superfici,  
in modo da aumentarne il potere riflettente (effetto albedo),  
della permeabilità e della copertura vegetale dei suoli,  
in modo da favorire i processi di evapotraspirazione.*

*La pericolosità può essere ridotta  
anche con interventi temporanei,  
con schermature solari e dispositivi di ombreggiatura mobili*

*realizzazione di opere di sistemazione fluviale  
per la riduzione della portata (casse di espansione, serbatoi, ...),  
per il controllo del trasporto solido (briglie di trattenuta, ...),  
per la difesa dall'erosione (opere spondali di sostegno, ...).*

ondate

alluvioni

# Azioni di adattamento che riducono **esposto/esposizione**

Azioni che **riducono** o **eliminano** la **presenza** (permanente, prolungata o breve) di **beni e persone nelle aree interessate da un pericolo**, a partire dai soggetti che per motivi di residenza o lavoro vi permangono più a lungo

Ad esempio

*trasferimento in luoghi freschi di anziani e bambini prima dell'arrivo dei periodi che si prevedono più critici, o il loro spostamento temporaneo in spazi climatizzati (centri commerciali, zone a uso pubblico raffrescate, ...) durante le fasi di emergenza*

**ondate**

*l'evacuazione delle persone esposte in aree di raccolta sicure, il trasferimento temporaneo di persone e beni in abitazioni e spazi provvisori sicuri, la ricollocazione definitiva di persone, beni e attività in contesti non esposti al pericolo*

**alluvioni**

## Azioni di adattamento che riducono la vulnerabilità

Azioni che **riducono** o **eliminano** le **vulnerabilità** e dei **fattori di vulnerabilità** di **beni e persone potenzialmente esposti**, puntando a ridurre i danni e le perdite

Attraverso:

- l'aumento della **capacità di resistenza** di un sistema a un pericolo, diminuendo la sua **sensibilità** rispetto agli impatti diretti del pericolo e la sua **vulnerabilità sistemica** alle conseguenze indirette dei danni subiti
- laddove il sistema non è sufficientemente resistente, l'aumento delle **capacità di protezione, recupero, ricostruzione** e **preparazione** del sistema stesso

# Azioni di adattamento che riducono vulnerabilità aumentando capacità di resistenza

Azioni che **diminuiscono** la **sensibilità di un sistema rispetto agli impatti diretti del pericolo** e la sua **vulnerabilità sistemica alle conseguenze indirette dei danni subiti**.

La diminuzione della sensibilità può essere ottenuta attraverso il **miglioramento delle caratteristiche intrinseche** del sistema e delle sue componenti.  
La diminuzione della vulnerabilità sistemica può essere conseguita attraverso **l'aumento della dotazione di risorse e servizi utili** in caso di emergenza e la **riduzione del grado di dipendenza del sistema dalle infrastrutture critiche** potenzialmente danneggiabili.

*Ad esempio*

*miglioramento attraverso cure mediche delle capacità di termoregolazione dei malati cardiaci (sensibilità) o miglioramento dell'efficienza dei sistemi di irrigazione per poter irrigare le coltivazioni agricole anche nei periodi siccitosi poiché sono richieste minori quantità di acqua (vulnerabilità sistemica)*

**ondate**

*miglioramento della stabilità strutturale di ponti, abitazioni, strutture (sensibilità) o aumento della disponibilità di connessioni infrastrutturali alternative sicure per raggiungere i punti di soccorso (vulnerabilità sistemica)*

**alluvioni**

# Azioni di adattamento che riducono **vulnerabilità** aumentando **capacità di protezione**

Azioni che **migliorano**  
le **condizioni** delle persone  
di tipo **psicologico/cognitivo,**  
**motorio, socio-economico e**  
**culturale** che agevolano  
l'attuazione di  
**comportamenti autoprotettivi**  
e **migliorano**  
le **condizioni** sistemiche  
di tipo **tecnologico, localizzativo,**  
**organizzativo** che supportano  
l'attivazione (dal parte del  
sistema) delle **protezioni**  
necessarie in caso di pericolo

*Ad esempio*

*soluzioni tecnologiche che agevolano gli anziani  
con difficoltà motorie nel potersi dissetare o  
nell'attivare i sistemi di raffrescamento nelle  
proprie abitazioni  
o aumento della disponibilità  
di sistemi d'irrigazione  
per le coltivazioni agricole nei periodi siccitosi*

**ondate**

*dotarsi di dispositivi  
da parte degli abitanti localizzati in zone sensibili  
per la costruzione di barriere temporanee all'acqua  
o da parte degli uffici competenti  
per la manutenzione delle infrastrutture critiche  
esposte al pericolo*

**alluvioni**

# Azioni di adattamento che riducono **vulnerabilità** aumentando **capacità di recupero**

Azioni che **migliorano i fattori tecnologici, urbanistici, ambientali, finanziari, ...** che influiscono sulla **fattibilità degli interventi di riparazione, ricostruzione e costruzione dei servizi essenziali**, a partire dalle **infrastrutture critiche**, e che **migliorano la conoscenza, le competenze, l'organizzazione, la capacità di attivazione e la gestione** delle risorse esistenti o potenziali del sistema **per le operazioni di soccorso e messa in sicurezza.**

Occorre considerare le scale decisionali di livello superiore poiché le risorse necessarie per ripristinare le condizioni locali provengono da tutti i livelli di governo e dipendono anche da tipo e forza delle relazioni tra i luoghi colpiti e la regione più ampia interessata.

*Ad esempio*

*potenziare l'interconnessione delle reti per il dispacciamento dell'energia elettrica in modo da garantire la sua disponibilità nel caso di danneggiamenti o interruzioni*

**ondate**

*migliorare e condividere le conoscenze e le competenze dei soggetti istituzionali e non che svolgono operazioni di soccorso nella fase di emergenza (Protezione Civile, associazioni di volontari sanitari, ...)*

**alluvioni**



# Azioni di adattamento che riducono **vulnerabilità** aumentando **capacità di ricostruzione**

Azioni che **migliorano i fattori tecnologici, urbanistici, ambientali, finanziari, ...** che influiscono sulla **fattibilità degli interventi di riparazione, ricostruzione, e costruzione delle strutture e infrastrutture danneggiate** e migliorando la **conoscenza, le competenze, l'organizzazione, la capacità di attivazione e la gestione** delle risorse esistenti o potenziali del sistema per sostenere la **ripresa delle attività economiche e produttive e dei servizi interrotti**.

Questa capacità di ricostruzione può essere migliorata **imparando dalle debolezze** che un sistema ha rivelato durante lo stesso evento o un altro evento pericoloso passato e cogliendo nella ricostruzione **l'opportunità di realizzare un luogo migliore e più sicuro per vivere**.

*Ad esempio*

*diffusione di protezioni assicurative da parte delle aziende agricole per il risarcimento di danni subiti a seguito di periodi siccitosi*

**ondate**

*miglioramento delle soluzioni progettuali e tecnologiche per la realizzazione di interventi di consolidamento e ricostruzione di abitazioni danneggiate*

**alluvioni**

# Azioni di adattamento che riducono **vulnerabilità** aumentando **capacità di preparazione**

Azioni che **migliorano** la **conoscenza delle condizioni di rischio**, attraverso sistemi di **previsione** più precisi, la **consapevolezza** dei soggetti coinvolti, la promozione di **comportamenti** adeguati per attutire gli impatti di un pericolo e la **pianificazione** e **programmazione** di procedure di **emergenza**

*Ad esempio*

*sensibilizzare i soggetti esposti sulle buone regole di idratazione da attivare nei periodi più caldi*

**ondate**

*codificare, attraverso la stesura di piani di emergenza, le modalità di comunicazione di un'allerta meteo e di attivazione dei mezzi e delle operazioni di emergenza a tutti i soggetti responsabili*

**alluvioni**



Aree Produttive, Aree Pro-Adattive

## STC | Le strategie di mitigazione e di adattamento ai cambiamenti climatici

**Rachele Radaelli**

[rachele.radaelli@polimi.it](mailto:rachele.radaelli@polimi.it)