

# **LINEE GUIDA PER L'ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI NELLE ZONE COSTIERE**

**Dal PAES AL PAESC  
PER UN'AZIONE INTEGRATA  
SUL CLIMA**

**ALLEGATO**

# Indice

## 1. INTRODUZIONE

- 1.1. Il Piano d'Azione per l'Adattamento
- 1.2. Le fasi del procedimento

## 2. PRIMA FASE GENERALE: INQUADRAMENTO TERRITORIALE

- 2.1. Sistemi dell'ambito

## 3. SECONDA FASE GENERALE: ANALISI DI VULNERABILITA' E RISCHIO

- 3.1. Metodologia
- 3.2. Caratterizzazione climatica
  - 3.2.1. Contesto climatico sovracomunale: ISTAT
  - 3.2.2. Contesto climatico sovracomunale e scenari climatici futuri: PNACC
  - 3.2.3. Scenari climatici futuri: CMCC
- 3.3. Fattore climatico in sintesi: impatti e settori
- 3.4. Analisi di rischio oggettiva
  - 3.4.1. Esposizione
  - 3.4.2. Sensibilità
  - 3.4.3. Capacità adattativa
  - 3.4.4. Il contesto sovracomunale derivato dal PNACC
- 3.5. Analisi di rischio soggettiva
- 3.6. Il quadro di sintesi del rischio climatico

## 4. TERZA FASE GENERALE:

### Governance dell'Adattamento ai cambiamenti climatici

- 4.1. Introduzione alla governance dell'adattamento ai cambiamenti climatici a livello locale
- 4.2. Il livello locale e il PAESC
- 4.3. Quadro programmatico degli strumenti vigenti  
Matrice di analisi delle politiche locali  
Lo svolgimento dell'analisi degli strumenti
- 4.4. L'analisi degli attori e portatori di interessi locali (stakeholder)
- 4.5. Gli indicatori di sviluppo economico, umano e sociale compatibili con il clima
- 4.6. Gli indicatori di governance delle misure di adattamento

## 5. QUARTA FASE GENERALE: LA VISION, GLI OBIETTIVI E LE AZIONI

- 5.1. Il concetto di "profilo d'area" come chiave di lettura del Piano di adattamento
- 5.2. L'obiettivo di un Piano di Adattamento: territori più resilienti agli effetti negativi del cambiamento climatico
- 5.3. Selezione delle azioni di adattamento

## 6. QUINTA FASE GENERALE: SISTEMA DI MONITORAGGIO

- 6.1. Reporting
- 6.2. Il finanziamento delle azioni di adattamento locale

## 7. SESTA FASE GENERALE: VERSO UN SISTEMA DI INDICATORI

- 7.1. Metodologia sull'utilizzo di indicatori
- 7.2. Classificazione di indicatori
  - 7.2.1. Fattore Naturale
  - 7.2.2. Fattore Umano
  - 7.2.3. Fattore Economico
  - 7.2.4. Fattore Infrastrutturale

## Ringraziamenti

## Bibliografia

## Team

### Municipality of PESCARA

Carlo Masci, Sindaco  
Emilia Fino, Dirigente Dipartimento Ambiente  
Ester Zazzerò, Project Manager del progetto Joint Secap

### Unich

Pasquale La Malva, Data Processing e stesura line guida piano di adattamento PAESC  
Luca Cetara, Supervisione  
Piero Di Carlo, Supervisione



# 1. INTRODUZIONE

## 1.1. Il Piano d'Azione per l'Adattamento

Cos'è l'adattamento?

Ogni strategia che affronti i cambiamenti climatici dovrebbe mirare a due obiettivi-chiave: la riduzione delle emissioni di gas serra al fine di rallentare il riscaldamento globale nel lungo periodo (azioni di mitigazione); e l'aumento della resilienza delle attività umane e degli ecosistemi per prevenire o minimizzare gli impatti dei cambiamenti che sono inevitabili nel breve periodo o per cogliere le opportunità che possano derivare da variazioni climatiche (azioni di adattamento). Adattamento e mitigazione rientrano in una politica più ampia a favore di uno sviluppo "compatibile con il clima", che affronti e integri diversi aspetti dei cambiamenti climatici. Se la mitigazione agisce su un periodo di tempo più lungo e richiede un approccio coordinato a livello globale per ridurre gradualmente e infine controllare le emissioni di gas serra, l'adattamento agisce principalmente a livello locale (da quello nazionale a scendere) e può essere modulato a seconda delle circostanze locali (determinate ad esempio dalla combinazione di pericoli climatici, elementi esposti, impatti locali, vulnerabilità e capacità di adattamento o resilienza). Inoltre le azioni di adattamento possono generare contemporaneamente effetti in altri campi dello sviluppo economico e umano, di cui si può tener conto nell'ottica di sviluppo più ampia richiamata sopra e in linea con gli obiettivi di sviluppo sostenibile della Nazioni Unite per il 2030. Qualora tali effetti siano benefici, meritano di essere valorizzati; qualora siano dannosi, meritano di essere ridotti e in ogni caso gestiti consapevolmente.

Secondo l'IPCC (2018)<sup>1</sup>, l'adattamento è il processo di adeguamento al clima effettivo o atteso e ai suoi effetti. Nei sistemi umani, si riferisce al tentativo di moderare o evitare i danni o a sfruttare le opportunità che ne derivino. Inoltre, anche in alcuni sistemi naturali, l'intervento umano può facilitare un adeguamento naturale.

Indipendentemente dagli scenari di riscaldamento e dal successo delle azioni di mitigazione, l'impatto dei cambiamenti climatici aumenterà nei prossimi decenni a causa degli impatti differiti delle emissioni passate e attuali di gas serra. Le misure di adattamento permettono di affrontare impatti climatici inevitabili e i relativi costi economici, ambientali e sociali che ne derivino.

Un'adeguata *strategia di adattamento* dovrebbe mirare a:

1. minimizzare i rischi legati ai cambiamenti climatici, tutelare la salute pubblica, la qualità della vita e le proprietà immobiliari nonché preservare la natura, migliorando la capacità di adattamento degli ecosistemi naturali e dei sistemi umani e socioeconomici;
2. sfruttare i vantaggi delle nuove opportunità (per esempio in termini di mercato e occupazione in settori come le tecnologie agricole, la gestione degli ecosistemi, l'edilizia, la gestione dell'acqua e le assicurazioni, nuovi prodotti e servizi) e generare benefici comuni.
3. favorire una transizione verso un'economia a basse emissioni di CO<sub>2</sub> e resiliente al clima e ai suoi impatti, che promuova una crescita sostenibile, stimolando investimenti resilienti al clima e creando nuovi posti di lavoro.

L'adattamento richiede lo sviluppo di politiche settoriali e un coordinamento tra tali politiche, finalizzato a generare benefici comuni nell'ambito del clima e in altri campi, a diversi livelli di governance (globale, europea, nazionale e sub-nazionale). Tra le modalità di intervento, svolge

1. (IPCC, 2018, WGII, III – Annex. Glossary)

un ruolo particolare l'informazione, che può sia stimolare un adattamento autonomo da parte di individui, enti e agenti dei sistemi economici e sociali, sia guidare scelte di pianificazione e definire standard di performance che possano portare a investimenti pubblici e privati più coerenti con le variazioni climatiche attese. Anche le reti di sicurezza finanziaria pubblica e privata possono migliorare le capacità di preparazione e adattamento di un territorio.

Seguire approcci coerenti, flessibili e partecipativi rende più conveniente intraprendere azioni di adattamento preventive e pianificate, invece di pagare il prezzo del mancato adattamento a diversi livelli territoriali.

### Il PAESC per l'adattamento

Il PAESC costituisce uno strumento volontario di pianificazione locale, che tende a influenzare altri strumenti di pianificazione e decisione pubblici preesistenti e applicati su un territorio comunale, spesso legalmente vincolanti. Benché sia formalmente un'iniziativa dell'Amministrazione comunale, la redazione del PAESC coinvolge una platea più ampia di interessi di natura pubblica (per es. altre amministrazioni locali, amministrazioni sovraordinate, etc.) e privata (per es. cittadini, imprese, scuole, associazioni, fondazioni, ONG, gruppi locali, etc.).

Nella sua sezione dedicata all'adattamento, un PAESC mira principalmente a:

1. valutare il contesto ambientale, sociale, economico in cui il piano vada a incidere;
2. fornire una valutazione di vulnerabilità e rischio (VRV) nel territorio analizzato, basata sui variabili determinanti una funzione di rischio (essenzialmente e come meglio si vedrà: pericolo, esposizione, vulnerabilità);
3. individuare obiettivi di adattamento e di conseguenza misure per il loro conseguimento che consistono generalmente nella riduzione del rischio identificato e quantificato, in grado di modificare le variabili della funzione di rischio relativamente ai cambiamenti climatici attuali e futuri;
4. individuare e sfruttare efficacemente le opportunità a cui gli specifici territori investigati siano esposti in ragione delle loro caratteristiche fisiche, sociali ed economiche e al relativo grado di vulnerabilità.

La valutazione del contesto e dei relativi fattori di resilienza e vulnerabilità può essere sviluppata attraverso il confronto con i referenti e gli esperti locali, la consultazione di strati informativi documentali (tra cui piani e programmi comunali) e l'elaborazione di dati da fonti diverse (in Italia: ISTAT, ISPRA, Agenzia delle Entrate, Ministero dell'Ambiente, Comuni coinvolti ed altri). Per la valutazione degli scenari climatici, è possibile avvalersi sia delle informazioni disponibili attraverso il Piano Nazionale per l'Adattamento ai Cambiamenti Climatici, sia di mappe di anomalia per diversi indicatori climatici prodotte dal Centro Euro-mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC).

### Il percorso formale

Il percorso formale generale per la determinazione delle scelte relative ai contenuti di un PAESC è articolato in passaggi successivi e consequenziali che possono essere riassunti nelle caratterizzazioni seguenti. Esse sono l'esito di una ricerca *ad hoc* focalizzata sul territorio di analisi ai fini del PAESC, che comprende l'individuazione e interpretazione di una solida base statistica territoriale associata con l'interlocuzione svolta in fase di redazione del Piano con i soggetti pubblici e privati interessati alle opportunità offerte dal Piano e agli effetti delle azioni da esso previste.

Il percorso di costruzione di un PAESC per una città di medie dimensioni (o come nel caso studiato in questa sede di un'aggregazione di diversi centri urbani) può pertanto prevedere le fasi analitiche e propositive indicate in Figura 1. Fasi analitiche di costruzione di un PAESC. Nel

testo che segue si propone un percorso metodologico finalizzato a semplificare la redazione di un PAESC con riferimento alla sezione dello stesso relativa all'analisi di rischio e alla formulazione di obiettivi e azioni di adattamento ai cambiamenti climatici su scala sub-regionale.

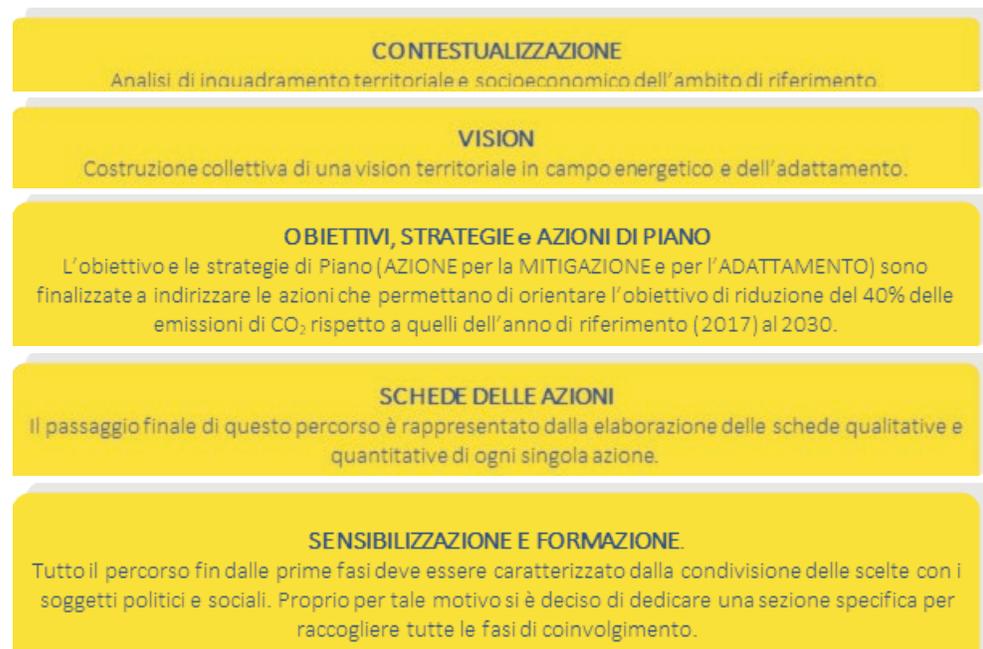


Figura 1. Fasi analitiche di costruzione di un PAESC

In termini formali, la sottoscrizione di un PAESC comporta alcuni passaggi necessari previsti dal procedimento di adesione e pianificazione che ne segue.

Dapprima, il Comune interessato esprime attraverso una delibera del Consiglio Comunale, la sottoscrizione al Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia, impegnandosi a predisporre il PAESC per raggiungere gli obiettivi che seguono:

- riduzione di almeno il 40% delle emissioni di CO<sub>2</sub> al 2030 rispetto all'inventario emissivo all'anno di riferimento (Baseline) in particolare mediante una migliore efficienza energetica e un maggiore impiego di fonti di energia rinnovabili;
- accrescere la loro resilienza adattandoci agli effetti del cambiamento climatico;
- mettere in comune la loro visione, i loro risultati, la loro esperienza e il loro know-how con le altre autorità locali e regionali dell'UE e oltre i confini dell'Unione attraverso la cooperazione diretta e lo scambio *inter-partes*, in particolare nell'ambito del patto globale dei sindaci.

Dalla data di sottoscrizione del Patto dei Sindaci, entro due anni si richiede la presentazione formale del PAESC da parte del Comune.

### Le fasi del procedimento

Lo sviluppo della sezione dedicata all'adattamento in un PAESC può essere strutturato in **sei fasi generali** che saranno descritte più nel dettaglio di seguito. Si fornisce tuttavia subito una sintesi degli elementi salienti del procedimento che si suggerisce di adottare.

La **prima fase generale** può essere qualificata come di "inquadramento". Essa intende individuare le caratteristiche fondamentali del territorio investigato, sulla base di un approccio quantitativo (raccolta di dati e indicatori) e qualitativo (interviste con esperti e gruppi presenti sul territorio). Alcune informazioni possono essere individuate facilmente attraverso database statistici nazionali, regionali o locali; altre possono essere fornite dalle Amministrazioni coinvolte; altre informazioni sono di natura generale e possono essere elaborate a partire dagli esiti di incontri con esperti, gruppi attivi sul territorio o cittadini.

In sintesi, è possibile declinare l'inquadramento secondo le caratteristiche prevalenti osservate in un territorio. Per comodità, è possibile strutturare questa sezione dell'analisi in base ai sistemi territoriali analizzati o alla teoria dei tipi di capitale coinvolti (naturale, umano, economico, infrastrutturale), richiamando le categorie di inquadramento seguenti:

1. Inquadramento fisico-ambientale e paesaggistico dell'ambito di riferimento (capitale naturale),
2. Inquadramento demografico e socio-sanitario dell'ambito di riferimento (capitale umano / capitale sociale),
3. Inquadramento economico, urbanistico e infrastrutturale dell'ambito di riferimento (capitale economico e infrastrutturale).

La **seconda fase generale** è di fatto un'analisi di rischio per il Comune/territorio da sviluppare possibilmente a livello sub-locale (ad es. a livello di quartieri, rioni o simili, fino al livello della sezione censuaria) basata sull'analisi territoriale di contesto (prima fase generale) che comprende:

1. una scheda climatica (relativa agli impatti dei segnali climatici individuati e i settori tematici interessati);
2. un'analisi di rischio strutturata sia sulla base di ricerca documentale e di letteratura, sia su interviste e questionari a esperti e al pubblico generale;
3. una serie di indicatori contestuali associati alle analisi per misurare gli impatti e i rischi per il territorio comunale e ai fini di un *reporting sullo status quo* e sui progressi registrati attraverso azioni locali di adattamento.

In particolare, questa fase si articola in due parti:

1. un'analisi di rischio *oggettivo* (basata su indicatori statistici rilevati per il territorio e composti secondo le componenti di una funzione di rischio) e
1. un'analisi di rischio *soggettivo* (basata sulla rilevazione di percezioni e opinioni di esperti e dei cittadini opportunamente combinate).

Le analisi di rischio porranno in evidenza informazioni aggiuntive essenziali alla comprensione del territorio rispetto a quelle già emerse dall'inquadramento, sulla base di cui i profili del territorio potranno essere affinati e arricchiti in base a considerazioni relative alle variabili analizzate nella valutazione di vulnerabilità e rischio (VRV): pericoli, esposizione e vulnerabilità.

A conclusione della seconda fase generale, è quindi possibile costruire due funzioni di rischio per il territorio in analisi (anche a livello sub-locale): una funzione di rischio oggettivo e una di rischio soggettivo.

I livelli di rischio associati alle funzioni di rischio oggettivo e soggettivo possono essere combinati tra loro per fornire una terza valutazione, integrata, di rischio (secondo un principio di materialità del rischio, che tenga conto sia della dimensione oggettiva e misurabile del rischio emersa dalla VRV, sia della percezione soggettiva di esperti e cittadini).

Inoltre, sulla base dell'analisi delle tre componenti H, E, V della funzione di rischio oggettiva, è possibile costruire una "catena di impatto" che evidenzia le relazioni tra le stesse e riconduca il valore del rischio alla composizione degli indicatori individuati per ogni componente. Tale catena risulterà particolarmente utile quando si elaboreranno le misure di adattamento in grado di incidere

sui valori assunti dalle variabili che la compongono e quindi di modificare il livello di rischio associato al territorio in analisi, qualora si ravvisi la possibilità di ricondurre il successo nell'attuazione di un'azione di adattamento alla variazione del valore assunto dagli indicatori associati a H, E, V. La valutazione integrata dei pericoli climatici e dei settori rilevanti per il territorio (con riferimento sia ai sistemi umani sia a quelli naturali) permette di stimare i livelli di rischio richiesti dal PAESC, che sono associati a una serie di pericoli climatici e di settori socioeconomici e ambientali presenti sul territorio comunale, con particolare riferimento:

1. alla probabilità di accadimento di un pericolo climatico,
2. al livello di danni associati a tale pericolo per i sistemi umani e naturali considerati in loco,
3. al cambiamento futuro dell'intensità, potenza e frequenza del pericolo stesso,
4. al periodo di accadimento nel tempo dei pericoli climatici individuati,
5. ai livelli di vulnerabilità dei settori individuati *in loco* rispetto ai pericoli climatici prevalenti.

La **terza fase generale** riguarda la *governance* dell'adattamento ai cambiamenti climatici sul territorio di riferimento, pertanto il sistema di attori, politiche e competenze coinvolte nella messa a punto e nell'attuazione di azioni sul territorio studiato. L'analisi di *governance* può fondarsi su diversi elementi e in particolare dovrebbe comprendere:

1. l'analisi del quadro programmatico degli strumenti vigenti a diversi livelli territoriali (piani, programmi, etc.) attraverso una *matrice* standard intesa a valutare la capacità di tali strumenti di affrontare i rischi o i pericoli individuati per il territorio, con particolare riferimento a politiche, misure e fonti di conoscenze,
2. l'analisi degli attori o portatori di interessi (*stakeholder*) presenti o rilevanti per il territorio e delle relative competenze,
3. l'individuazione di indicatori di sviluppo economico, umano e sociale compatibile con il clima (ad es. riconducibili agli indicatori di misurazione dell'attuazione regionale e sub-regionale degli UN SDGs) da includere nel set di indicatori utilizzati per l'analisi degli impatti dell'attuazione delle azioni di adattamento e da associare a ciascuna azione proposta (v. quarta fase generale),
4. l'individuazione di indicatori di *governance* delle misure di adattamento da applicare per valutare la qualità dell'attuazione delle azioni realizzate e da associare a ogni azione elencata nella quarta fase.

La **quarta fase generale** riguarda l'individuazione degli obiettivi di adattamento per il territorio investigato dal PAESC e delle relative azioni ritenute necessarie per conseguirli.

Tali obiettivi possono essere elaborati con riferimento ai risultati dell'analisi di rischio sintetizzata dalle catene di impatto e dagli indicatori associati alle relative variabili della funzione di rischio (H, E, V).

A conclusione di questa fase, è possibile proporre – sulla base della composizione dei dati e delle informazioni raccolte e analizzate – una qualificazione del territorio (ad esempio del comune o del gruppo dei comuni in analisi) attraverso alcuni *profili* che colgano le caratteristiche emerse dagli inquadramenti e identifichino le priorità distintive per il territorio in analisi. Ogni profilo affronterà una delle *dimensioni-chiave* per la città o il territorio investigato. È opportuno ricordare che la determinazione dei profili potrà essere meglio delineata sulla base dei risultati della valutazione di vulnerabilità e rischio del territorio investigato, da cui emergeranno informazioni sulle componenti principali della funzione di rischio e quindi indicazioni sui pericoli prevalenti, gli elementi esposti e il grado di vulnerabilità del territorio.

Nel caso in cui si siano individuati dei *profili* cittadini o territoriali di riferimento è utile elaborare un numero limitato di obiettivi-chiave riferiti direttamente a tali profili (almeno un obiettivo per ciascun profilo).

Esse sono applicabili ai *profili* di città individuati nella prima fase, in cui il livello del rischio dipende dai valori assunti dagli indicatori selezionati per le tre variabili costitutive della funzione (H, E, V). Con riferimento a ciascun obiettivo-chiave di adattamento, si suggerisce di elaborare una sola azione-chiave di adattamento a cui associare una serie di informazioni e indicatori standard che ne permettano un'interpretazione chiara da parte dei soggetti chiamati ad attuarla. Tale azione dovrebbe risultare quanto più precisa possibile nella sua struttura e descrizione e contenere quanto più possibile aspetti operativi utili a un'attuazione rapida ed efficace.

In particolare, si suggerisce di compilare una scheda *ad hoc* per ogni azione-chiave di adattamento che riporti, oltre a una descrizione sintetica dell'azione e delle sue finalità, i pericoli climatici affrontati, i settori coinvolti, il profilo cittadino di riferimento, le responsabilità e i tempi di attuazione, gli indicatori di sviluppo climaticamente compatibile/SDGs e di *governance* associati all'azione selezionati in precedenza e gli aspetti relativi alla copertura economica, al finanziamento e ai benefici attesi dall'attuazione.

La **quinta fase generale** riguarda il monitoraggio dell'efficacia e dell'efficienza delle azioni previste a fronte di ciascun obiettivo-chiave di adattamento, ed effettivamente attuate. La presentazione del PAESC comporta infatti l'onere per l'Amministrazione di realizzare un *reporting* periodico sui progressi relativi alle azioni individuate nel Piano basato su informazioni che si rendono disponibili in fase di attuazione delle stesse, relativamente:

1. all'andamento degli indicatori di monitoraggio,
2. alle spese sostenute,
3. ai benefici individuati,
4. ad altri aspetti finanziari circa la copertura delle spese di attuazione.

È opportuno individuare sin dalle prime fasi di redazione di un PAESC indicatori e dimensioni misurabili ai fini del reporting, adottando anche un approccio speditivo alla valutazione della dimensione finanziaria delle azioni attuate, che il Patto dei Sindaci richiede ai firmatari di un PAESC di quantificare o di stimare. Si propone di seguito di utilizzare un metodo elaborato a partire da principi condivisi da istituzioni finanziarie europee e internazionali.

Nella **sesta fase generale**, in conclusione, si presentano alcune considerazioni circa gli indicatori che popolano le diverse sezioni di un PAESC, le relative funzioni e l'interpretazione che sia possibile offrirne. Tali indicatori costituiscono metriche per la misurazione di rischi/vulnerabilità, impatti o progressi nell'attuazione di misure di adattamento, ma anche del contributo che tali misure offrono a obiettivi di sviluppo territoriale sostenibile, inclusi gli SDG. Proprio per stimare la capacità delle componenti della funzione di rischio (H, E, V) e delle azioni di adattamento di rappresentare le caratteristiche e la *performance* naturale, sociale ed economica del territorio a cui si riferiscono, gli indicatori utilizzati per l'analisi di rischio, gli SDG e la *governance* possono essere classificati in base alle categorie *standard* di: fattore naturale (FN), fattore umano (FU), fattore economico (FE) e fattore infrastrutturale (FI). L'analisi dei valori assunti dagli indicatori appartenenti a ognuna di tali categorie *standard*, permette di stimare sia i rischi e gli impatti esterni associati a ciascuna categoria, sia l'adeguatezza delle misure di adattamento a fornire risposte relative a ognuna delle quattro categorie, sia di contribuire alla relativa dimensione dello sviluppo territoriale, a fronte dei pericoli e in risposta ai rischi evidenziati dall'analisi di rischio e vulnerabilità svolta in precedenza (seconda fase generale). Tale analisi permette una riclassificazione dei risultati del Piano di Adattamento di un PAESC in funzione di variabili socioeconomiche essenziali per la stima della qualità della vita o del livello di benessere associato a un territorio e consente di valutare pro e contro delle scelte di adattamento indicate in un PAESC.

## 2. PRIMA FASE GENERALE: INQUADRAMENTO TERRITORIALE

### 2.1. Sistemi dell'ambito

A partire dalla definizione di sistema territoriale come “rete locale di soggetti i quali, in funzione degli specifici rapporti che intrattengono fra loro e con le specificità territoriali del milieu locale in cui operano e agiscono, si comportano, di fatto e in certe circostanze, come un soggetto collettivo”, al fine di strutturare un’analisi completa delle dimensioni rilevanti ai fini dell’inquadramento dell’area oggetto del PAESC, occorre procedere a individuare alcuni semplici ambiti geografici caratteristici del territorio dell’area pilota considerata all’interno del progetto Joint SECAP sulla base di informazioni e dove possibile di indicatori statistici di tipo fisico-ambientale, paesaggistico, urbanistico, sociale e sanitario, ed economico-industriale. Tali informazioni possono consistere in dati statistici e numerici, ma anche in dati qualitativi, essendo la comprensione della dinamica territoriale dell’area analizzata la finalità principale dell’inquadramento preliminare allo svolgimento delle analisi di rischio e alla formulazione di obiettivi e azioni di adattamento nel PAESC.

Si propongono pertanto, in via indicativa, tre aspetti dell’inquadramento territoriale, in linea con la teoria dei diversi tipi di capitale, come indicato di seguito.

Sul piano **fisico-ambientale e paesaggistico** (capitale naturale), possono essere considerati i seguenti elementi:

- Il sistema ambientale, biodiversità, aree naturali (es. soggette a tutela legale) elementi della rete ecologica regionale
- La distribuzione del territorio per fasce altimetriche
- Le risorse idriche (pozzi e sorgenti censiti e acque superficiali (reticolo principale e minore, etc.), il mare e le aree costiere
- La qualità dell’ambiente e il “capitale naturale” (es. bilancio arboreo)
- Elementi di pregio paesistico-ambientale
- Beni storico-artistici e siti culturali

Sul piano **demografico, sociale e sanitario (capitale umano e sociale)**:

- popolazione residente nel comune e concentrazione regionale generale, >65 anni, <7 anni
- Variazione % della popolazione (2011 - 2018)
- Densità abitativa (ab/km<sup>2</sup>)
- Indice di vecchiaia (Rapporto della popolazione di 65 anni e più su quella di 0-14 anni.)
- Dipendenza strutturale (Percentuale popolazione in età non attiva (0-14 e oltre 65) sulla popolazione in età attiva (15-64))
- Indice di vulnerabilità sociale e materiale (\*)

Sul piano **economico, urbanistico e infrastrutturale (capitale economico e infrastrutturale)**:

*Aspetti economico-industriali:*

- PIL pro capite
- Distribuzione delle strutture e edifici residenziali, commerciali e industriali
- Imprese attive per categoria (sezione di attività economica)
- Addetti suddivisi per categoria

*Aspetti urbanistici e infrastrutturali:*

- infrastrutture viarie

- sistemi di trasporto pubblico locale e mobilità
- patrimonio edilizio per anno di costruzione
- parco veicolare per categoria
- autovetture per classe di omologazione
- veicoli commerciali per classe di omologazione

L’inquadramento può essere riferito a diverse scale geografiche, in relazione agli scopi che si intendano perseguire attraverso l’analisi delle informazioni che vi confluiscono. In particolare, è utile adottare un inquadramento quanto più possibile fine e scendere alla scala comunale, ma qualora sia possibile e per territori geograficamente estesi è consigliabile adottare una scala sub-comunale. Spesso i dati censuari riguardano temi di interesse per l’inquadramento qui proposto e sono disponibili a una scala piuttosto raffinata per tutto il territorio nazionale. Alcuni di essi e specialmente quelli di tipo più strutturale, relativi quindi ad aspetti fisici, urbanistici e infrastrutturali, tendono anche a essere relativamente stabili su periodi di tempo di alcuni anni e costituiscono pertanto una fonte informativa piuttosto affidabile. Altri dati di natura sanitaria sono altresì disponibili a scala molto fine e possono rivelarsi preziosi per la valutazione e la localizzazione dell’incidenza di condizioni di fragilità nella popolazione e negli insediamenti. Come si riferirà meglio nella sezione dedicata alla governance, talora i centri urbani maggiori si articolano in unità sub-comunali di rilievo amministrativo (come quartieri, rioni, municipi, zone, etc.), a cui sono riconosciute occasionalmente competenze istituzionali minori che possono tuttavia rivelarsi utili in sede di applicazione di azioni di adattamento. Queste zonazioni presentano spesso una relativa omogeneità interna, nella percezione dei cittadini e nell’evoluzione storica del centro abitato, che può rivelarsi utile per poter meglio descrivere e qualificare il territorio sul piano funzionale.

Può essere altresì utile confrontare i dati di inquadramento relativi a territori di diversa scala ma tra loro collegati (specialmente quando si utilizzino dati pro capite), o tra territori relativamente omogenei, o confrontabili, come centri urbani con caratteristiche simili o localizzati nella stessa provincia o regione o a breve distanza tra loro. Inoltre potrebbe essere interessante, nel caso di un’analisi riferita a un’area più vasta di un singolo Comune, confrontare direttamente i dati di inquadramento per tutte le unità amministrative considerate, eventualmente indicando le differenze più significative e provvedendo a commentarle.

Infine può essere utile, specialmente nel caso di tendenze evidenti (o di loro mancanza), confrontare l’evoluzione intertemporale di alcune delle variabili considerate in ciascuno dei tre aspetti-chiave di inquadramento proposti. Tale confronto può essere svolto rispetto a intervalli temporali omogenei e (per dati facilmente confrontabili) tra territori differenti, sempre sui medesimi intervalli temporali.

#### Box 1. L’area target: inquadramento geografico

L’area pilota interessata include il comune di Pescara e quelli dell’Area Target identificati nel progetto Joint-Secap (JS): Montesilvano, San Giovanni Teatino, Francavilla, Spoltore e Chieti. L’area ha una superficie circa di 188 km<sup>2</sup>, estendendosi dalla costa adriatica fino alle colline di Chieti, Montesilvano e Spoltore. La zona costiera si estende per circa 20 km delimitata a nord dal fiume Saline, nel comune di Montesilvano ed a sud dal fiume Foro, nel territorio di Francavilla. Dalla costa adriatica, l’area target, si sviluppa per circa 15 km verso sudovest abbracciando la val Pescara passando dal livello del mare a 330 m.s.l.m. di altitudine della città di Chieti. Caratteristiche ricorrenti in tutti i comuni è l’orografia ‘complessa’, la presenza di corsi d’acqua e l’aumento della pressione antropica. Il comune di Pescara presenta un territorio che si estende dalla costa, pianeggiante con forte pressione antropica ed attraversata dal fiume Pescara, alle colline (Pescara Colli) con altitudini di circa 100 m.s.l.m. Il comune di Pescara ha una superficie di 33.95 km<sup>2</sup>, 119277 abitanti (al 31-10-2020, fonte ISTAT) ed una densità abitativa di 3513.31 ab./km<sup>2</sup>.

### 3. SECONDA FASE GENERALE: ANALISI DI VULNERABILITA' E RISCHIO

#### 3.1. Metodologia

L'analisi di rischio per il Comune di Pescara è strutturata in tre elementi coordinati tra loro:

1. un'analisi territoriale di contesto, di cui già si è già parlato, nei suoi caratteri generali, nel Capitolo Error: No se encuentra la fuente de referencia;
2. una scheda climatica, che presenta anche gli impatti dei segnali climatici individuati e i settori tematici rispetto ai quali strutturare poi le soluzioni proposte;
3. un'analisi di rischio strutturata sia sulla base di ricerca documentale e di letteratura, sia su interviste e questionari a esperti e cittadini.

Inoltre, all'analisi è associata una serie di indicatori contestuali finalizzati a descrivere, qualificare e misurare gli impatti e i rischi per il territorio comunale sia in fase di analisi di rischio, sia ai fini di un possibile *reporting sullo status quo* e sui progressi registrati nel territorio comunale in seguito alla messa in opera di azioni locali coordinate di adattamento ai cambiamenti climatici.

Si introduce quindi una scheda climatica territoriale a scala sovracomunale (b), che individua le principali anomalie climatiche registrate in passato nel territorio di riferimento e riporta le proiezioni relative alle evoluzioni climatiche e dei relativi impatti fisici (sulla base di indici standard utilizzati per la descrizione del clima nel Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici-PNACC) in linea con lo scenario emissivo più comunemente usato per questo genere di analisi (RCP 8.5). Sulla base delle anomalie presenti e passate e delle proiezioni future, si sono individuati gli impatti previsti e i settori coinvolti, sulla base della combinazione tra un'analisi di letteratura che si fonda principalmente sulla SNACC (2015) e sul PNACC (2017) per il livello nazionale e sulla SRACC e DARACC lombardi (2014 e 2016) e sulle caratteristiche fisiche e socioeconomiche del territorio del Comune di Pescara come emerse dal contesto territoriale.

Risultato di questa analisi oggettiva territoriale e climatica, è una stima del rischio indotto dai cambiamenti climatici per il territorio del Comune di Pescara basata su una ricerca di letteratura tecnica e scientifica, comprendente un contesto territoriale definito attraverso indicatori e misure statistiche relative principalmente a elementi di rischio (Mappe dei Rischi dei Comuni Italiani, ISTAT), studi e piani di livello nazionale (SNACC, PNACC), regionale (SRACC, DARACC) e sub- e documenti di tipo strategico e pianificatorio relativi al territorio comunale attraverso cui è stato possibile individuare i pericoli, gli impatti e i settori prioritari per l'area del Comune.

#### 3.2. Caratterizzazione climatica

Dopo aver identificato e definito il contesto territoriale, ambientale e socioeconomico dell'area pilota coinvolta, per poter procedere ad una valutazione degli impatti dei cambiamenti climatici, risulta necessaria una descrizione del contesto climatico del territorio di riferimento. Tale inquadramento risulta essere di fondamentale importanza per lo sviluppo di una rigorosa valutazione di rischio e vulnerabilità nell'ambito della stesura di un PAESC. In effetti, quanto più la caratterizzazione climatica del territorio considerato risulta essere ricca e approfondita, più potrebbero essere poste delle solide basi per un'accurata analisi di rischio. Nello specifico, dovrebbe essere possibile identificare in maniera meticolosa un insieme di pericoli climatici principali che affliggono il territorio e il loro grado di pericolosità nel tempo. Tali informazioni, a

loro volta, permetterebbero di individuare accuratamente gli impatti climatici prioritari e i settori maggiormente colpiti dell'area interessata. Una caratteristica fondamentale da considerare a livello di analisi riguarda l'orizzonte temporale (*time-frame*) della fonte di pericolo climatica e la sua variazione nel tempo. In generale, gli impatti dei cambiamenti climatici sono caratterizzati da tempi relativamente lunghi, ma gli eventi estremi correlati presentano insorgenze spesso rapide e poco prevedibili. Diviene rilevante, dunque, considerare anche dati sulle serie storiche riguardanti l'accadimento di fenomeni estremi per poterne stimare la frequenza di insorgenza e i tempi di ritorno. La conoscenza rispetto al clima passato, presente e futuro di un territorio deriva proprio da un'analisi di serie temporali di osservazioni meteorologiche rappresentative delle località in esame e dall'applicazione di modelli statistici per il riconoscimento e la stima delle tendenze. La valutazione (di tipo previsionale) degli impatti si fonda proprio sulle variazioni climatiche osservate a partire dal passato sino ai decenni recenti e sulla stima delle variazioni future, per la quale si assume un livello più o meno elevato di incertezza. La gestione dell'incertezza degli impatti diverrà un elemento fondamentale di considerazione nel processo di policy-making che produrrà la risposta del sistema di governance che regola i settori e il territorio. Solitamente, maggiore è il livello di dettaglio territoriale delle analisi climatiche considerate e maggiore sarà l'affidabilità della valutazione degli impatti del territorio di riferimento. Un'analisi climatica condotta su scala locale consentirebbe inoltre di valutare se eventuali pericoli climatici siano già riconoscibili sul territorio, permettendo un'eventuale integrazione di riscontri e pareri più affidabili da parte di amministrazioni e stakeholder locali all'interno di processi partecipativi e focus group. Tuttavia, spesso risulta difficile reperire dati climatici a livello locale soprattutto per territori circoscritti come quelli comunali. In effetti, nell'ambito del lavoro del presente progetto, nonostante sia stato possibile produrre analisi climatiche su serie storiche molto ampie (dal 1930 al 2015), i dati climatici disponibili sono provenienti solo da due dei sei comuni che costituiscono l'area pilota (Pescara e Chieti) e sono relativi solo ai parametri di temperatura e precipitazione. Per una completa caratterizzazione climatica dell'area considerata e una corretta identificazione dei pericoli climatici significativi oltre ad essere fondamentale l'elaborazione di scenari climatici futuri, potrebbe essere rilevante considerare e popolare ulteriori parametri climatici come quelli riportati a titolo esemplificativo nella tabella seguente (Error: No se encuentra la fuente de referencia).

Indicatore	Descrizione
Tmean	Media annuale della temperatura media giornaliera (°C)
R20	Media annua del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 20 mm (giorni/anno)
FD	Media annuale del numero di giorni con temperatura minima al di sotto dei 0°C (giorni/anno)
SU95p	Media annua del numero di giorni con temperatura massima maggiore di 29.2 °C (valore medio del 95° percentile della distribuzione delle temperature massime osservate tramite E-OBS) (giorni/anno)
WP	Cumulata delle precipitazioni nei mesi invernali (Dicembre, Gennaio, Febbraio) (mm)
SP	Cumulata delle precipitazioni nei mesi estivi (Giugno, Luglio, Agosto) (mm)

SC	Media annua del numero di giorni per cui l'ammontare di neve superficiale è maggiore di un 1 cm (giorni/anno)
Evap	Evaporazione cumulata annuale (mm/anno)
CDD	Media annua del massimo numero di giorni consecutivi con pioggia inferiore a 1 mm/giorno (giorni/anno)
R95p	95° percentile della precipitazione (mm)
TNn	Media annuale del minimo della temperatura minima giornaliera (°C)
TNx	Media annuale del massimo della temperatura minima giornaliera (°C)
TXn	Media annuale del minimo della temperatura massima giornaliera (°C)
TXx	Media annuale del massimo della temperatura massima giornaliera (°C)
TR20	Media annuale del numero di giorni con temperatura minima maggiore di 20 °C (giorni/anno)
R0	Media annua del numero di giorni senza pioggia (giorni/anno)
R1	Media annua del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore a 1 mm (giorni/anno)
R10	Media annua del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 10 mm (giorni/anno)
R50	Media annua del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 50 mm (giorni/anno)
CWD	Media annua del massimo numero di giorni consecutivi con pioggia superiore a 1 mm/giorno (giorni/anno)
SDII	Intensità di pioggia giornaliera (mm)

Tabella 1. Raccolta indicatori climatici terrestri

Inoltre, trattandosi di un'area prevalentemente costiera, potrebbe essere adeguato integrare misurazioni e analisi climatiche relative alle caratteristiche marine attraverso appositi indicatori come quelli indicati nella tabella successiva (Error: No se encuentra la fuente de referencia).

Indicatore	Descrizione
SST	Temperatura dell'acqua del mare alla superficie (°C)
SSH	Altezza della superficie marina (m)
pH	Acidità della superficie marina (pH, scala totale)
SU IMX 95p	Rimescolamento della colonna d'acqua sui primi 100 metri (mixing)

Tabella 2. Raccolta indicatori climatici marini

Quando la disponibilità di dati climatici a livello locale è insufficiente o limitata, un'adeguata strategia per aggirare tali problematiche potrebbe essere quella di considerare i dati climatici disponibili in letteratura anche se riferiti a porzioni di territorio più ampie. Tale sistema di reperimento dati è particolarmente idoneo soprattutto nei casi in cui venga considerato un insieme di comuni che investe una significativa superficie territoriale e in cui la distribuzione dei comuni stessi non sia particolarmente disgiunta, come nel caso dell'**area pilota abruzzese** individuata nell'ambito del progetto Joint\_SECAP. Essa, infatti, **circoscrive una porzione di territorio contigua a livello sovracomunale e quindi piuttosto omogenea a livello climatico**, come sarà anche possibile osservare all'interno dei successivi paragrafi. Una prima fonte di riferimento rilevante a livello sub-regionale è rappresentata dai database dell'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT). L'ente rende disponibile su base annuale la serie storica delle statistiche meteo-climatiche di precipitazione e temperatura e relativi estremi climatici di tutte le città capoluogo di provincia italiane. Per quanto riguarda i dati relativi ad analisi di scenari climatici futuri, il **Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC, 2017)**, nonostante abbia prodotto un'analisi climatica con una risoluzione spaziale a livello nazionale, può essere considerato come una delle fonti più recenti e analiticamente complete attraverso la quale è possibile trarre informazioni climaticamente rilevanti per poter definire, seppur in maniera approssimativa, il contesto climatico territoriale dell'intera area pilota. Inoltre, nell'ambito della stesura delle presenti Linee Guida, è stato possibile acquisire presso il servizio online CLIME sviluppato dalla Fondazione Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC) che offre analisi e proiezioni climatiche di livello avanzato (<https://www.dataclime.com/>), ulteriori mappe di anomalia di parametri climatici in linea con quelli considerati all'interno del PNACC. Tali scenari sono stati sviluppati su scala regionale e permettono di affinare il quadro evolutivo climatico dell'area pilota attraverso una migliore risoluzione spaziale. Nei successivi paragrafi di questo capitolo sono riportati i riferimenti climatici dell'area pilota su scala sovracomunale estratti dalle fonti precedentemente menzionate (ISTAT, PNACC, CMCC) sulla base, parziale e quando possibile totale, degli indici standard utilizzati all'interno del PNACC per la descrizione del clima (vedi Error: No se encuentra la fuente de referencia e Error: No se encuentra la fuente de referencia). Rispettivamente, per i dati che individuano le principali anomalie climatiche registrate in passato e le tendenze attuali sono state considerate le fonti ISTAT e PNACC; per quanto riguarda le proiezioni e gli scenari relativi alle evoluzioni climatiche, le fonti di riferimento sono PNACC e CMCC. Infine, è opportuno segnalare l'esistenza di ulteriori fonti di dati climatici disponibili su scala regionale e subregionale. Tali dati, oltre ad essere reperibili attraverso le apposite Agenzie Regionali di riferimento rispetto all'area interessata (es. ARTA Abruzzo), sono disponibili all'interno di database e piattaforme online come quelle, ad esempio, del Programma Europeo di osservazione della terra Copernicus, un insieme complesso di sistemi che raccoglie informazioni da molteplici fonti, ossia satelliti di osservazione della Terra e sensori di terra, di mare ed aviotrasportati e che integra ed elabora tutti questi dati, fornendo agli utenti informazioni affidabili e aggiornate attraverso una serie di servizi che attengono all'ambiente, al territorio ed alla sicurezza (<https://www.copernicus.eu/it>).

### 3.2.1. Contesto climatico sovracomunale: ISTAT

Principale riferimento per la caratterizzazione climatica speditiva per il territorio del Comune di Pescara e dell'area target sono state le analisi effettuate per la redazione dell'Atlante climatico della Regione Abruzzo, Le Linee guida per la predisposizione del Piano Regionale di Adattamento

ai Cambiamenti Climatici (Regione Abruzzo, 2018) e Abruzzo: rapporto sullo stato dell'ambiente 2018 (Carsa, 2018).

L'analisi climatica è necessaria per identificare i segnali climatici sulla base dei quali valutare poi i rischi climatici per l'area di riferimento.

Dall'analisi delle fonti a disposizione (Tabella 3), si sono evidenziate le seguenti informazioni principali:

- le temperature nel comune di Pescara e dell'area Target risentono in maniera sensibile del riscaldamento climatico in atto
- la temperatura annuale è mediamente aumentata negli ultimi 100 anni di circa 2.5°C e 2.7°C a Pescara e Chieti rispettivamente, con tassi di crescita, negli ultimi 40 anni più marcati che in quelli precedenti, che vanno da 0.9°C/decade a Pescara e 0.8°C/decade a Chieti.
- Estate e Primavera mostrano un tasso di crescita più marcato che nelle altre stagioni con valori pari a 0.69°C/decade e 0.75°C/decade, rispettivamente. Mentre in autunno e inverno il tasso di crescita oscilla tra 0.42 e 0.51°C/decade.
- la morfologia del territorio del Comune di Pescara e dell'area Target è complessa e il territorio si estende dalla costa al livello del mare ai 330 m s.l.m. della città di Chieti. Le temperature nell'ambito dell'area presentano eterogeneità nella loro distribuzione, dovuta sia al fattore altitudinale, sia a fattori morfologici che influiscono sulle dinamiche locali (per esempio, ristagno di aria fredda nelle valli durante l'inverno; clima più mite sulla costa)

Temperatura media annuale (Tmean)	PESCARA	CHIETI
valore medio 2007-2016	15,6 °C	15,58 °C
differenza 2019 dal valore medio 2007-2016	0,64 °C	0,58 °C
Giorni di precipitazione intense (R20)		
valore medio 2007-2016	10	10
differenza 2019 dal valore medio 2007-2016	-4	-2
Frost days (FD)		
valore medio 2007-2016	9	6
differenza 2019 dal valore medio 2007-2016	-6	-4
Summer Days (SU95p)		
valore medio 2007-2016	108	87
differenza 2019 dal valore medio 2007-2016	9	6

Consecutive Dry Days (CDD)		
valore medio 2007-2016	25	25
differenza 2019 dal valore medio 2007-2016	-4	-3
Numero di notti tropicali		
valore medio 2007-2016	32	59
differenza 2019 dal valore medio 2007-2016	-	-

Tabella 3. Tavola degli indicatori climatici (fonte: ISTAT, Rilevazione Dati meteo-climatici ed idrologici)

### 3.2.2. Contesto climatico sovracomunale e scenari climatici futuri: PNACC

Sulla base dei risultati delle analisi climatiche condotte all'interno del PNACC è stato possibile inquadrare a livello nazionale il contesto climatico territoriale appartenente all'area pilota. Il metodo proposto dal PNACC per la caratterizzazione climatica del territorio italiano suddivide l'analisi climatica in due zonazioni territoriali differenti: una zonazione climatica terrestre e una zonazione climatica marina.

#### 3.2.2.1. Zonazione climatica terrestre

Il processo metodologico del PNACC riguardante la zonazione climatica terrestre si è sinteticamente sviluppato attraverso:

- l'individuazione di sei "macroregioni climatiche omogenee", per cui i dati osservati utilizzati riportano condizioni climatiche simili negli ultimi trent'anni (1981-2010), utilizzando il dataset E-OBS (Haylock et al. 2008);
- un'analisi delle anomalie climatiche attese per il XXI secolo, considerando due trentenni (2021-2050 e 2071-2100) e due diversi scenari climatici RCP (Representative Concentration Pathway 4.5 e 8.5, IPCC 2013a) a partire dai dati simulati dal modello climatico regionale COSMO-CLM. Questo tipo di analisi permette una caratterizzazione su un intervallo temporale futuro più ampio di quanto riportato nei documenti del progetto Joint SECAP che contiene una proiezione al 2030, poiché in quel caso il progetto richiedeva esplicitamente una valutazione al 2030.

Nel territorio della regione Abruzzo è possibile individuare delle peculiarità climatiche appartenenti a due delle macroregioni climatiche omogenee individuate all'interno del PNACC: l'ampia zona appenninica interna caratterizzata dai parametri climatici della Macroregione 3 e l'area costiera adriatica contraddistinta dagli indici climatici condivisi della Macroregione 2. Tuttavia, l'area pilota considerata ricade totalmente all'interno della Macroregione 2 (Figura 2) definita dal PNACC:



Anomalie principali:

> **Macroregione 2** – Include la Pianura Padana, l'alto versante adriatico e le aree costiere dell'Italia centro-meridionale. Rispetto a tutte le altre zone, la Macroregione 2 è caratterizzata dal maggior numero di giorni, in media, al di sopra della soglia selezionata per classificare i summer days (29,2°C) e al contempo da temperature medie elevate; anche il numero massimo di giorni consecutivi senza pioggia risulta essere elevato (CDD) in confronto alle altre zone dell'Italia centro settentrionale; il regime pluviometrico, in termini di valori stagionali (WP ed SP) ed estremi (R20 e R95p) mostra invece caratteristiche intermedie.

Il Piano Nazionale sintetizza la condizione climatica attuale per il territorio dell'area pilota come riportato nella tabella seguente (Tabella 4), secondo gli indici climatici che il Piano stesso ha selezionato (Tabella 1).

Macro-regione	Tmean	R20	FD	SU95p	WP	SP	R95p	CDD
2	14.6 (±0.7)	4 (±1)	25 (±9)	50 (±13)	148 (±55)	85 (±30)	20	40 (±8)

Tabella 4. Parametri climatici descrittivi della condizione climatica attuale per la Macroregione terrestre 2

Analisi di scenario climatico terrestre

A fronte di tale caratterizzazione iniziale, secondo gli scenari di evoluzione climatica COSMO RCP 4.5 e 8.5 (Figura 3 e Figura 4) prodotti dall'analisi condotta all'interno del PNACC, le anomalie climatiche stimate e rilevanti per il territorio dell'area pilota sono riassumibili come riportato di seguito (Tabella 5 e Tabella 6). Le anomalie climatiche sono ottenute come differenza tra i valori medi degli indicatori nel periodo futuro 2021-2050 e quello di riferimento 1981-2010. Nell'analisi delle anomalie climatiche future, il PNACC considera l'indicatore *Evap* al posto dell'indicatore CDD (utilizzato nell'analisi del clima attuale) ed aggiunge l'indicatore relativo alla copertura nevosa (SC).

Area climatica omogenea relativa all'area pilota: C



**Cluster C (secco)**: il cluster è caratterizzato da una riduzione delle precipitazioni invernali, a cui si aggiunge anche la riduzione, sebbene di minor entità, di quelle estive. Inoltre, si ha un aumento moderato dei *summer days* (di 12 giorni/anno).

CLUSTER	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (mm (%))	SP (mm (%))	SC (giorni/anno)	Evap (mm/anno (%))	R95p (mm (%))
C	1.2	0	-6	12	-5	-18	-1	-3	-4

Tabella 5. Valori anomalie climatiche terrestri RCP 4.5

Anomalie principali:

> **Macroregione 2** – Le proiezioni indicano una riduzione lieve delle precipitazioni invernali e una riduzione marcata di quelle estive. Inoltre, si evidenzia un aumento significativo dei giorni estivi.

Area climatica omogenea relativa all'area pilota: C, D

**Cluster C (piovoso-caldo estivo)**: il cluster C è interessato da un aumento sia delle precipitazioni invernali che di quelle estive e da un aumento significativo dei fenomeni di precipitazione estremi (valore medio dell'aumento pari al 13%). Infine, si osserva un aumento rilevante dei *summer days* (di 12 giorni/anno).

**Cluster D (secco invernale-caldo estivo)**: per il cluster D si osserva una complessiva riduzione di precipitazioni invernali e un aumento rilevante di quelle estive (si tenga conto che si tratta di valori percentuali calcolati rispetto a valori assoluti di precipitazione estiva caratteristici bassi). Inoltre, si ha un aumento notevole dei *summer days* (di 14 giorni/anno) ed una riduzione complessiva dell'evaporazione (valore medio della riduzione pari all'8%).



CLUSTER	T <sub>mean</sub> (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (mm (%))	SP (mm (%))	SC (giorni/anno)	Evap (mm/anno (%))	R95p (mm (%))
C	1.5	1	-14	12	7	3	-1	2	13
D	1.5	0	-10	14	-4	14	-1	-8	6

Tabella 6. Valori anomalie climatiche terrestri RCP 8.5

Anomalie principali:

> **Macroregione 2** – Le proiezioni indicano un aumento complessivo dei fenomeni di precipitazione, anche estremi, e un aumento significativo dei giorni estivi oltre che una marcata diminuzione dei giorni di freddo.

### 3.2.2.2. Zonazione climatica marina

Di seguito è stata riportata l'ulteriore analisi climatica sviluppata all'interno del PNACC riguardante le aree marine del territorio nazionale al fine di supportare un'analisi multisetoriale che tenga conto anche delle problematiche e degli impatti che coinvolgono le zone costiere. A causa del mancato reperimento nella letteratura scientifica di una metodologia *ad hoc* consolidata, è stata applicata alle variabili fisiche disponibili per le aree marine la stessa metodologia di *cluster analysis* utilizzata per le aree terrestri sviluppata sinteticamente attraverso:

- l'individuazione delle "macroregioni climatiche omogenee" con condizioni climatiche simili per il periodo di riferimento (1987-2010) utilizzando le rianalisi dei servizi marini Copernicus;
- un'analisi delle anomalie climatiche attese sulla base delle proiezioni climatiche future (2021-2050) per lo scenario climatico RCP8.5, ottenute tramite il modello oceanico NEMO (<https://www.nemo-ocean.eu>) applicato al Mar Mediterraneo (Lovato et al. 2013).

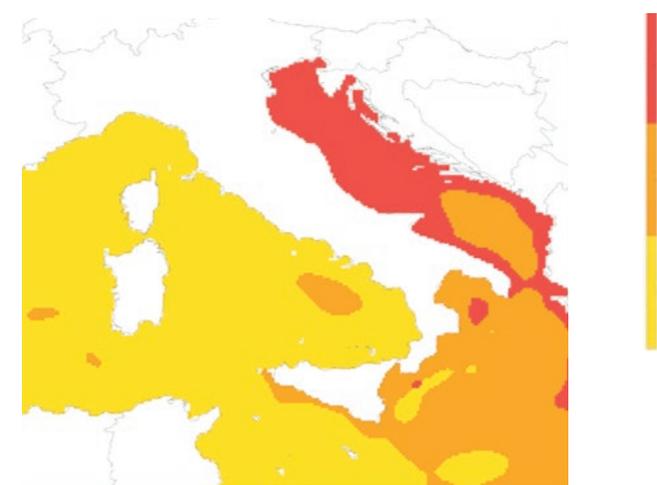
L'area pilota considerata ricade all'interno della **Macroregione marina 1** (Figura 5) che include il Mar Adriatico, il Mar Ligure e la parte settentrionale del Mare di Sardegna. Tale macroregione è caratterizzata dai valori più bassi di temperatura superficiale e di livello del mare (Tabella 7).



Tabella 7. Parametri climatici descrittivi della condizione climatica attuale per la Macroregione marina 1

### Analisi di scenario climatico marino

A fronte di tale caratterizzazione iniziale, le anomalie climatiche stimate dall'analisi prodotta per il PNACC rilevanti per il territorio dell'area pilota abruzzese (Figura 6) sono riassumibili come riportato nello schema seguente (Tabella 8). Le anomalie climatiche sono ottenute come differenza tra i valori medi degli indicatori nel periodo futuro 2021-2050 e quello di riferimento 1981-2010, attraverso un modello NEMO a RCP 8.5.



Area climatica omogenea relativa all'area pilota: C

CLUSTER	SST (°C)	SSH (m)
C	1.5	0.069

Tabella 8. Valori anomalie climatiche marine RCP 8.5

**Cluster anomalie C:** il mare Adriatico presenta il cambiamento più significativo della temperatura media pari a circa +1.5°C, con variazioni nel periodo invernale e primaverile che potranno raggiungere +2°C; al contrario questo bacino mostra un aumento del livello del mare più contenuto pari a circa 7 cm.

Anomalie principali:

> **Macroregione 1** – la zona relativa al Mare Adriatico è caratterizzata da un incremento significativo dei valori di temperatura superficiale (1.5°C).

### 3.2.3. Scenari climatici futuri: CMCC

Nell'ambito dello sviluppo delle Linee guida per la redazione del PAESC, sono state acquisite le mappe di anomalia per una serie di parametri climatici per l'area di Pescara e dell'area target. Gli scenari sono stati prodotti dal Centro Euro-mediterraneo con risoluzione di 0,0715 gradi (circa 8.0 per 7.7 chilometri alla latitudine di Pescara), per RCP 4.5 e RCP 8.5 e orizzonti temporali 2021-2050, 2041-2070 e 2071-2100. Maggiori informazioni sulla fonte e sul livello di incertezza associato ai dati può trovarsi presso la fonte riportata in nota<sup>2</sup>.

Nella tabella seguente (Tabella 9) si sono sintetizzati i principali segnali climatici derivabili dall'analisi di tali mappe. I dati quantitativi qui rappresentati sono da intendersi puramente di direzione del segnale (aumento, diminuzione, stabilità) e ordine di grandezza, tenendo in considerazione il livello di incertezza ad esso associato.

Temperatura media stagionale (T media)		Invernale	
	2050	2070	2100
RCP 4.5	↑ 0.5 - 1.5 °C	↑ 1.5 - 2 °C	↑ 2 - 3 °C
RCP 8.5	↑ 1.5 - 2 °C	↑ 3 - 3.5 °C	↑ 5 - 5.5 °C
Temperatura media stagionale (T media)		Estiva	
	2050	2070	2100
RCP 4.5	↑ 1 - 1.5 °C	↑ 2 - 3 °C	↑ 2.5 - 3 °C
RCP 8.5	↑ 1 - 1.5 °C	↑ 2.5 - 3.5 °C	↑ 4.5 - 5.5 °C

CMCC-CM COSMO-CLM: Proiezioni climatiche ad alta risoluzione sviluppate anche da CMCC nell'ambito della CLM Assembly e specificamente ottimizzate per l'Italia da CMCC utilizzando il modello COSMO-CLM forzato attraverso il modello globale CMCC-CM. Per ulteriori dettagli, consultare: 1) Bucchignani E., Montesarchio M., Zollo A. L., and Mercogliano P. (2016). High-resolution climate simulations with COSMO-CLM over Italy: Performance evaluation and climate projections

for the 21st century. International Journal of Climatology, 36(2), 735–756. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.4379>  
2) Zollo A. L., Rillo V., Bucchignani E., Montesarchio M., and Mercogliano P. (2016). Extreme temperature and precipitation events over Italy: Assessment of high-resolution simulations with COSMO-CLM and future scenarios. International Journal of Climatology, 36(2), 987–1004. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.4401>

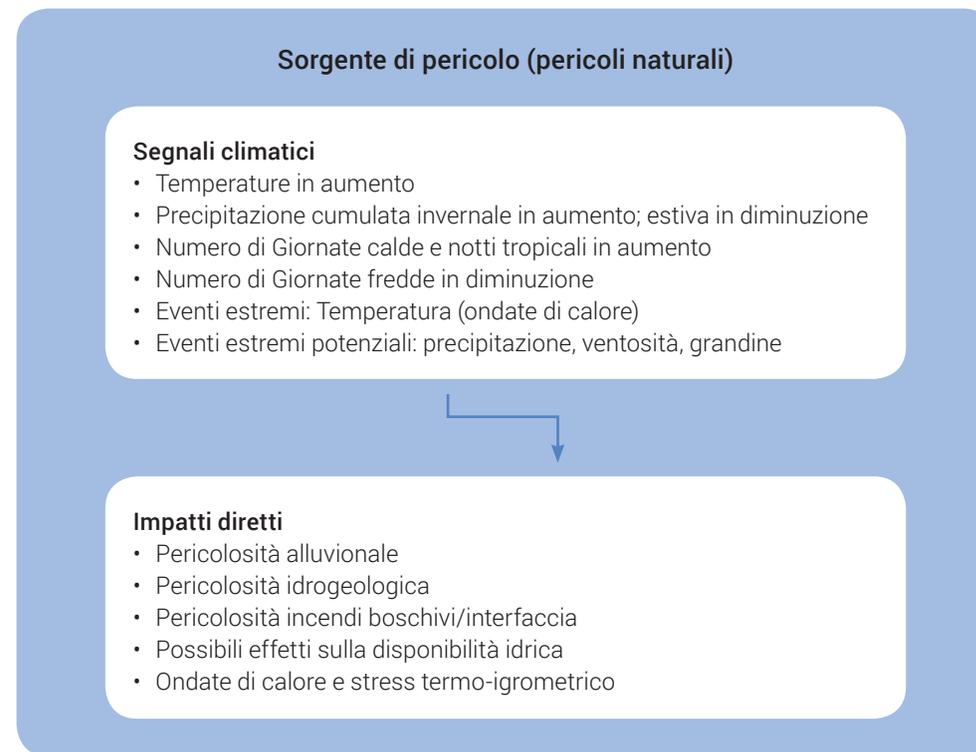
Precipitazione cumulata		Invernale	
	2050	2070	2100
RCP 4.5	→ -7/+7	↓ -7/14	→ -8/16
RCP 8.5	↓ -10/-20	↓ -8/-24	→ -13/+13
Precipitazione cumulata		Estiva	
	2050	2070	2100
RCP 4.5	→ -7/+7	→ +7/14	→ -8/16
RCP 8.5	↑ +15/+30	→ +8/-16	→ -13/-39
Giorni asciutti consecutivi		Invernale	
	2050	2070	2100
RCP 4.5	= +1/-3	= -2/+2	= -2/+4
RCP 8.5	= -1/+3	= -2/+4	= -3/+6
Giorni asciutti consecutivi		Estiva	
	2050	2070	2100
RCP 4.5	↑ +2/+5	↑ +2/+5	↑ +6/+12
RCP 8.5	↓ -1/-4	↑ +6/+10	↑ +12/+18
Giorni di precipitazione intense (R20) (giorni)		Invernale	
	2050	2070	2100
RCP 4.5	= -1/+1	= -1/+1	= -1/+1
RCP 8.5	= -1/+1	= -1/+1	= -1/+1
Giorni di precipitazione intense (R20) (giorni)		Estiva	
	2050	2070	2100
RCP 4.5	= -1/+1	= -1/+1	= -1/+1
RCP 8.5	= -1/+1	= -1/+1	= -1/+1
Giorni di freddo (FD)		Invernale	
	2050	2070	2100
RCP 4.5	= +2/-4	↓ -2/-8	↓ -2/-8
RCP 8.5	↓ -2/-8	↓ -3/-9	↓ -4/-8
Giorni estivi (SU95p)		Estiva	
	2050	2070	2100
RCP 4.5	↑ +9/+13	↑ +2/+20	↑ +3/+27
RCP 8.5	↑ +9/+13	↑ +15/+21	↑ +28/+48
Numero di notti tropicali		Estiva	
	2050	2070	2100
RCP 4.5	↑ +10/+14	↑ +21/+27	↑ +24/+30
RCP 8.5	↑ +16/+20	↑ +30/+39	↑ +40/+52

Tabella 9. Sintesi dei segnali climatici derivati dalle mappe di anomalia per l'area di Pescara (fonte: elaborazione su dati CMCC - DataClima). I segnali sono organizzati per orizzonte temporale e scenario emissivo.

### 3.3. Fattore climatico in sintesi: impatti e settori

I segnali climatici individuati dall'analisi della condizione climatica attuale e dalle proiezioni su quella futura costituiscono il dato in ingresso per le successive valutazioni di impatto e per la conseguente analisi di rischio e vulnerabilità. L'analisi climatica permette di definire, insieme all'individuazione degli impatti, i principali pericoli naturali o sorgenti di pericolo che insistono sul territorio dell'area pilota. Questi rappresentano un elemento essenziale per la stima della funzione di rischio poiché insieme ai relativi impatti costituiscono il fattore "sorgente di pericolo" che, come descritto meglio più avanti, è uno dei tre fattori cardine per un'analisi di rischio. Nel caso almeno finora più comune, i segnali climatici individuati vengono sottoposti all'interpretazione di esperti di settore (es. tecnici e referenti amministrativi del territorio considerato), per derivarne indicazioni su come potrebbero evolvere ambiti e settori in scenari futuri, a partire dall'ambiente fisico e muovendo poi a quello sociale ed economico. In taluni casi, potrebbe essere possibile utilizzare tali segnali quali dati di input in modellistiche per la simulazione di fenomeni in senso previsionale. Tuttavia, bisogna senz'altro tenere conto del livello di incertezza generalmente piuttosto elevato che accompagna questo ambito, nonché dei limiti intrinseci dei modelli applicati. Il sistema di un territorio, inclusivo dell'attività umana che lo abita, è infatti un sistema complesso: un cambiamento del clima avrà innanzitutto un'influenza diretta sulle componenti fisiche, biologiche, chimiche del sistema stesso. A loro volta, tali influenze costituiranno dei fattori di pressione sugli aspetti di vivibilità, benessere e sviluppo sociale ed economico del territorio. Si potranno definire, in altre parole, degli impatti diretti sull'ambiente fisico e degli impatti indiretti sul sistema socioeconomico. Il 5° Rapporto di Valutazione dell'IPCC (2014) definisce gli elementi utili all'analisi del rischio e degli impatti del cambiamento climatico: sorgente di pericolo, esposizione, vulnerabilità. Per sorgente di pericolo si intende l'effetto composto di un segnale climatico e del suo impatto diretto, ovvero impatto sull'ambiente fisico. La sorgente di pericolo costituisce un fattore di potenziale impatto diretto e negativo sul sistema<sup>3</sup>. Tali sorgenti di pericolo, al verificarsi di determinate condizioni, possono costituire ciò che il documento IPCC definisce come "Rischio": se esistono elementi (ad esempio beni, persone, ecc.) esposti a un determinato pericolo e vulnerabili a esso, allora esiste un rischio da considerare, ovvero un impatto indiretto (o intermedio) del cambiamento climatico su tali elementi. Per giungere alla definizione degli impatti potenziali di un determinato territorio generalmente si ricorre alla costruzione di catene d'impatto (Zebisch et al., 2021) supportate da una selezione di indicatori quantitativi volti alla misurazione degli impatti potenziali individuati. Quindi, attraverso una valutazione comparata e congiunta degli elementi del quadro locale, di quello nazionale e degli scenari derivanti dalle mappe di anomalia, il fattore "sorgente di pericolo" dell'analisi di rischio e vulnerabilità per l'area pilota considerata dovrebbe poter essere caratterizzabile come nello schema d'esempio seguente (Figura 7). Attraverso tale configurazione dei pericoli che insistono sul territorio e un riscontro da parte di esperti e tecnici amministrativi dell'area pilota considerata, dovrebbe essere possibile individuare i settori maggiormente vulnerabili ai cambiamenti climatici.

3. Per sua natura, il documento IPCC è fortemente orientato all'analisi degli impatti negativi e meno alle possibili opportunità derivanti da mutate condizioni climatiche.



L'uso di indicatori per descrivere gli impatti può favorire una migliore comprensione del fenomeno, così come una sua più efficace rappresentazione e comunicabilità a tutti i portatori di interesse. La misurazione di un sistema di indicatori, inoltre, può rivelarsi utile per diversi scopi:

- per una descrizione quantitativa degli impatti;
- nella quantificazione della gravità degli impatti e quindi nella definizione di priorità di intervento;
- insieme agli indicatori di avanzamento delle misure, nell'ambito valutazioni di costo efficacia (nel monitorare il decremento quantitativo degli impatti).

La tabella sottostante presenta alcuni esempi possibili di descrizione quantitativa attribuibili a differenti categorie di impatti (Tabella 10). In particolare, sono state raccolte alcune definizioni di indicatori provenienti da fonti diverse che possono essere associati a determinati tipi di impatti che insistono sull'ambiente fisico e naturale permettendone una misurazione e valutazione (Cetara et al., 2020).

Indicatore	Fonte	Indicatore	Fonte
Superficie di territori boscati e ambienti semi-naturali	MasterAdapt	Superficie di aree natura 2000	MasterAdapt
Corpi idrici (presenza)	MasterAdapt	Superficie Agricola Utilizzata (SAU)	MasterAdapt
Superficie di aree protette	MasterAdapt	Superficie Agricola Totale (SAT)	MasterAdapt

Runoff	MasterAdapt	Consumi di energia da fonti rinnovabili nel settore termico (% del consumo finale lordo di energia)	SDG_7_2_1
Sup. per tempo tolleranza all'allagamento	MasterAdapt	Consumi di energia da fonti rinnovabili nel settore trasporti (% del consumo finale lordo di energia)	SDG_7_2_1
Aree verdi (%)	MasterAdapt	Incidenza delle aree di verde urbano sulla superficie urbanizzata delle città (m <sup>2</sup> per 100 m <sup>2</sup> di superficie urbanizzata)	SDG_11_7_1
Acqua necessaria per colture (%)	MasterAdapt	Incidenza del turismo sui rifiuti (kg / abitante equivalente)	SDG_12_b_1
Aree non irrigue	MasterAdapt	Impatto degli incendi boschivi: Superficie percorsa dal fuoco (per 1.000 kmq)	SDG_13_1_1
Aree irrigue	MasterAdapt	Aree forestali in rapporto alla superficie terrestre (%)	SDG_15_1_1
Aree vegetate, miste e scarsamente boscate	MasterAdapt	Coefficiente di boscosità (%)	SDG_15_1_1
Aree irrigue (%)	MasterAdapt	Aree protette (%)	SDG_15_1_2
Macchia mediterranea (%)	MasterAdapt	Frammentazione del territorio naturale e agricolo (%)	SDG_15_3_1
Aree di foresta (%)	MasterAdapt	Tutela della biodiversità	C40
Acqua erogata pro capite (litri/abitante/giorno)	SDG_6_1_1	Servizi ecosistemici	C40
Percentuale di corpi idrici che hanno raggiunto l'obiettivo di qualità ecologica sul totale dei corpi idrici delle acque superficiali (fiumi e laghi)	SDG_6_3_2	Diversità biologica	C40
Prelievi di acqua per uso potabile (Milioni di m <sup>3</sup> )	SDG_6_4_2	Popolazione di specie	C40
Quota di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia (%)	SDG_7_2_1		
Consumi di energia da fonti rinnovabili escluso settore trasporti (% del consumo finale lordo di energia)	SDG_7_2_1		

Emissioni di gas serra	C40	Struttura del suolo	C40
Degrado dei suoli	C40	Temperatura dell'aria (interni)	C40

Tabella 10. Indicatori di impatto dei cambiamenti climatici sull'ambiente fisico e naturale.

Come anche previsto dalla metodologia adottata dallo strumento di valutazione di vulnerabilità e rischio del Patto dei Sindaci, è possibile attribuire e raggruppare tali indicatori per i diversi pericoli climatici e relativi impatti e, successivamente, assegnarli a settori territoriali ed economici che caratterizzano l'area considerata. Di seguito viene riportata la lista di pericoli indicata dal Patto dei Sindaci e un elenco di settori di riferimento in base a una lista integrata di ventuno settori (16 terrestri e 5 marini) derivanti dal PNACC e dal Patto dei Sindaci.

Pericoli (categorie principali come definiti dalle Linee Guida del Patto dei Sindaci, PDS)

Ondate di calore	Tempeste
Ondate di gelo	Movimenti di massa
Precipitazioni intense	Incendi
Alluvioni	Cambiamenti chimici
Siccità e scarsità idrica	Pericoli biologici

Settori (categorie principali come definiti dal PNACC e dalle Linee Guida del Patto dei Sindaci)

Settori terrestri	
Acquacoltura	Foreste
Agricoltura e produzione alimentare	Industrie e infrastrutture pericolose
Beni culturali	Infrastrutture di telecomunicazione
Desertificazione, degrado del territorio e siccità	Insediamenti urbani
Dissesto geologico, idrologico e idraulico	Risorse idriche (quantità e qualità)
Ecosistemi di acque interne e di transizione	Salute
Ecosistemi terrestri	Trasporti
Energia	Turismo
Settori marini	
Zone costiere	Ecosistemi marini
Pesca	Patrimonio culturale
Acquacoltura	-

Attraverso questo processo di categorizzazione degli indicatori, è possibile condurre un'analisi di valutazione complessiva su base settoriale.

In termini operativi, gli indicatori contribuiscono all'analisi oggettiva del rischio e permettono di circoscriverla sulla base di un criterio. Consentono pertanto di conseguire un dettaglio maggiore nell'analisi:

- a. dei rischi settoriali e delle relative componenti
- b. dei rischi connessi a particolari tipologie di pericolo;
- c. di specifiche componenti del rischio totale e del loro relativo rilievo nella determinazione del valore del rischio totale.

La lettura dell'andamento degli indicatori riferiti ai sistemi territoriali permette di valutare la misura in cui una funzione di rischio totale si distribuisca rispetto a ciascun sistema. Inoltre, la considerazione degli indicatori associati a un sistema territoriale specifico permette di stimare una funzione parziale di rischio, relativa al solo sistema considerato. Si presenta di seguito una disamina metodologica di un'analisi di rischio oggettiva (basata su indicatori statistici) e quella di un'analisi di rischio soggettiva (basata sulle opinioni di esperti e le percezioni di cittadini rilevate mediante questionari e interviste).

### 3.4. Analisi di rischio oggettiva

Lo scopo principale di un'analisi di vulnerabilità e rischio è fornire una valutazione di vulnerabilità del territorio in esame attraverso cui selezionare una strategia strutturata di gestione del rischio. La valutazione di vulnerabilità e rischio è una metodologia che permette di tradurre, almeno parzialmente, considerazioni sugli impatti dei cambiamenti climatici in analisi quantitative o semi-quantitative. Le fasi costitutive della valutazione comprendono: un'analisi circoscriziona degli impatti, per identificare gli elementi del sistema su cui tali impatti hanno influenza; un'analisi delle modalità in cui gli impatti si manifestino (seppure in maniera sintetica) e una stima dei loro effetti; una selezione dei fattori su cui sia possibile agire per minimizzare gli impatti negativi.

Il termine vulnerabilità spesso può generare confusione. Infatti, esso può essere attribuito a due approcci metodologici: uno più datato, utilizzato maggiormente all'interno di studi basati principalmente sugli effetti dei cambiamenti climatici e che considera la vulnerabilità come risultato dell'insieme dei fattori di esposizione, sensibilità e capacità adattativa (IPCC, 2007); l'altro più recente, incentrato su una visione di rischio complessiva sui disastri naturali, è applicato soprattutto all'interno di programmi di gestione e riduzione del rischio (*Disaster Risk Reduction*) dove la vulnerabilità rappresenta una variabile riassuntiva delle sottodimensioni di sensibilità e capacità adattativa e insieme con le variabili di pericolosità e di esposizione rientra nella funzione di valutazione di rischio (IPCC, 2014). Nonostante la duplice applicazione concettuale di vulnerabilità, i due approcci sono strettamente connessi tra loro e l'accezione di vulnerabilità espressa nell'uno non esclude necessariamente quella considerata nell'altro. In questa sede si cercherà di tener conto principalmente della seconda applicazione di vulnerabilità, nella sua accezione più ampia, che la inserisce in una valutazione di rischio complessiva, in cui le variabili fondamentali coinvolte sono:

1. *I fattori agenti nell'impatto*, ovvero le cause potenziali del danno o degli effetti prodotti. Nel caso di fattori dannosi (anche sorgenti di pericolo), essi vengono comunemente distinti in due tipi: shock, cioè un evento di breve durata e notevole intensità, come ad esempio una tempesta, un incendio, o un'ondata di calore; e stress, una condizione prolungata che determini conseguenze negative, come una siccità prolungata, il generale incremento delle temperature medie, una diminuzione di piogge stagionali. I fattori agenti, più in generale, possono determinare nuove condizioni per il territorio, non necessariamente dannose, ma altrettanto importanti da valutare, come ad esempio l'espansione di areali a vocazione agricola.

2. *L'esposizione*: persone, animali, ecosistemi, beni in un territorio, che possono subire un impatto o un'influenza da parte di un evento o una condizione, in questo caso determinata almeno originariamente dal clima e dal suo cambiamento. Più in generale, l'esposizione può identificare tutto ciò che è potenzialmente affetto, compreso un settore economico o beni immateriali, quali le tradizioni locali.

3. *Le caratteristiche che rendono il territorio*, e tutto ciò che risiedendo in esso è "esposto", *suscettibile di essere influenzato (vulnerabile)*: ad esempio, la stabilità dei versanti nei confronti del rischio idrogeologico; l'impermeabilizzazione dei suoli; l'assenza di ombreggiamento in ambienti urbani. Data la sua complessità, un'analisi di rischio e vulnerabilità gode di una certa flessibilità applicativa. Infatti, il processo di valutazione e analisi può essere scomposto e riadattato a seconda delle esigenze e delle problematiche fisiche e socioeconomiche dettate dal territorio considerato. Di seguito è rappresentato, in maniera esemplificativa, un metodo di analisi di rischio e vulnerabilità già applicato, organizzato in sette fasi (Tabella 11).

Analisi di rischio						
Passo 1	Passo 2	Passo 3	Passo 4	Passo 5	Passo 6	Passo 7
Contesto ambientale e socio-economico	Sorgenti di pericolo di natura climatica	Potenziali impatti	Fattori esposti	Sensibilità	Capacità adattativa	Vulnerabilità ai cambiamenti climatici

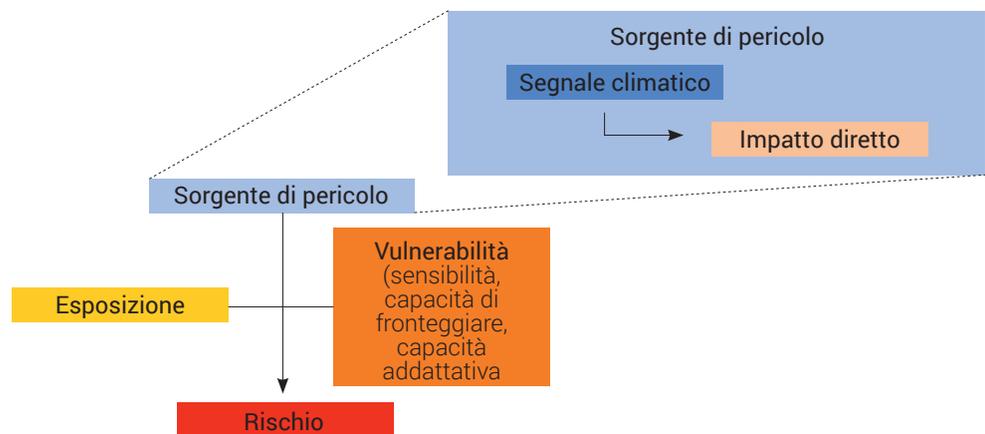
Tabella 11. Possibile procedura di analisi di rischio e vulnerabilità (LIFE MasterAdapt, 2020).

Comunque, la valutazione di vulnerabilità e rischio è un elemento fondamentale in un approccio sistemico di costruzione di obiettivi di adattamento, poiché identifica gli elementi concettuali su cui incidere con politiche e azioni di adattamento e permette, teoricamente, di tenerne traccia. In linea con la definizione di valutazione del rischio come dipendente da pericolo (H), vulnerabilità (V) ed esposizione (E) secondo l'approccio prevalente (IPCC WGII AR5), si adotta la funzione generale di rischio totale (Rt) seguente:

$$R_t = H \times E \times V,$$

che considera il rischio come il prodotto di un pericolo H (evento di determinata pericolosità assoluta), della esposizione E di un bersaglio a tale pericolo (ad esempio i beni o le persone presenti in un territorio in cui possa verificarsi un evento pericoloso) e della vulnerabilità V del bersaglio stesso (ad esempio la sensibilità dei beni o delle persone esposte all'impatto dell'evento pericoloso e la capacità di adattamento o reazione all'impatto dell'evento in termini fisici, economici e sociali).

Il fattore relativo alla sorgente di un pericolo merita di essere trattato nella sezione dedicata al contesto climatico territoriale (vedi Paragrafo 3.2) in quanto legato al concetto di "segnale climatico", mutevole e specifico del territorio considerato. Infatti, come meglio spiegato di seguito, sulla base dei parametri climatici vagliati è possibile individuare gli impatti potenziali che, a loro volta, permettono di individuare e discriminare gli impatti diretti da quelli indiretti, propri del territorio oggetto di analisi. Di seguito sono approfonditi gli altri elementi fondamentali per un'analisi di rischio: esposizione, sensibilità e capacità adattativa (Figura 8).



### 3.4.1. Esposizione

Il fattore esposizione identifica "la presenza di persone, mezzi di sussistenza, specie o ecosistemi, funzioni ambientali, servizi e risorse infrastrutture, beni economici, sociali o culturali in luoghi che potrebbero essere colpiti negativamente" (IPCC, 2014).

Ad esempio, il progetto LIFE Master ADAPT propone alcuni possibili indicatori di riferimento, che richiedono di essere adattati a condizioni locali specifiche (Tabella 12).

Indicatore	Fonte	Indicatore	Fonte
Superficie destinata a settore industriale	MasterAdapt	Superficie di aree natura 2000	MasterAdapt
Corpi idrici Superficie destinata al settore commerciale i (presenza)	MasterAdapt	Superficie Agricola Utilizzata (SAU)	MasterAdapt
Superficie di aree protette Superficie destinata a servizi pubblici e privati	MasterAdapt	Superficie Agricola Totale (SAT)	MasterAdapt
		Popolazione residente	MasterAdapt
Superficie di territori boscati e ambienti semi-naturali	MasterAdapt	Densità della popolazione	MasterAdapt
		Superfici aree urbanizzate residenziali	MasterAdapt
Corpi idrici (presenza)	MasterAdapt	Valore aggiunto lordo in agricoltura	MasterAdapt
Superficie di aree protette	MasterAdapt	Valore aggiunto lordo nell'industria	MasterAdapt

Tabella 12. Elementi esposti e indicatori di esposizione (Linee guida, principi e procedure standardizzate per l'analisi climatica e la valutazione della vulnerabilità a livello regionale e locale, LIFE Master ADAPT).

### 3.4.2. Sensibilità

Il fattore di sensibilità è definito come: *il grado secondo il quale un sistema viene influenzato, in maniera negativa o positiva, da stimoli correlati al clima. L'effetto può essere diretto (ad esempio cambiamento della resa delle colture in risposta ad un cambiamento della media, gamma, o variabilità della temperatura) o indiretto (ad esempio danni provocati da un aumento della frequenza di alluvioni costiere dovuto all'innalzamento del livello del mare)* (IPCC, 2013).

La tabella seguente riporta alcuni esempi di indicatori di sensibilità del sistema a diversi possibili impatti climatici o sorgenti di pericolo (Tabella 13).

Impatto	Indicatori	Fonte
Allagamenti	Indice di runoff, sottopassi, % strade, % superficie drenante, % edifici pessimo stato, beni storici, % aree allagate (storico)	MasterAdapt
	- popolazione giovane, % popolazione anziana	MasterAdapt
Isola di calore urbano	- % anziani soli	MasterAdapt
	- Runoff	
	- Sup. per tempo tolleranza all'allagamento	
	- Stranieri	
	- Poveri	
	- n. sottopassi	
	- Strade	
- Pop. per fasce di età		
- Superfici drenanti		
- % analfabeti		
- % edifici in cattivo stato		
- % famiglie disagiate		
Isola di calore urbano	% popolazione giovane, % popolazione anziana, Densità di popolazione	MasterAdapt
	Densità di costruito, permeabilità dei suoli, % impermeabilizzato, aree verdi pro capite, suolo impermeabile, % anziani soli	MasterAdapt
Siccità	Aree irrigue, % aree verdi, % acqua necessaria per culture, aree non irrigue	MasterAdapt
Fuoco/incendi	Aree vegetate, miste e scarsamente boscate, % aree irrigue, % macchia mediterranea, % aree diforesta	MasterAdapt
	% popolazione giovane, % popolazione anziana	MasterAdapt

Tabella 13. Indicatori di sensibilità per impatti.

### 3.4.3. Capacità adattativa

Il fattore della capacità di adattamento è definito come: *la capacità dei sistemi, delle istituzioni, degli esseri umani e altri organismi di adattarsi a potenziali danni, per sfruttare le opportunità o rispondere alle conseguenze* (IPCC, 2013).

Costituisce certamente uno dei fattori più difficili da valutare, sia per la intrinseca vaghezza della sua definizione, sia per la complessità dei fattori da identificare prima e valutare poi.

La tabella identifica alcuni elementi esemplificativi di fattori di capacità adattativa (Tabella 14).

Indicatore	Fonte
Budget comunali per la gestione ambientale	MasterAdapt
Popolazione con titolo di studio	MasterAdapt
Diploma di scuola secondaria superiore e laurea e relativa incidenza	MasterAdapt
Centri sociosanitari pubblici (appartenenti all'unità locale sociosanitaria)	MasterAdapt
Posti letto nella / nelle struttura/e ospedaliera/e	MasterAdapt
Dichiarazioni di stato di allarme climatico	MasterAdapt
Numero di codici rossi annui	MasterAdapt
Numero di codici arancioni annui	MasterAdapt

Tabella 14. Indicatori di capacità adattativa per aree tematiche.

### 3.4.4. Il contesto sovralocale derivato dal PNACC

Viene riportata un'analisi del rischio complessiva come prodotta nell'ambito del Piano Nazionale per l'Adattamento al Cambiamento Climatico (PNACC) sulla macroregione terrestre considerata rilevante per il territorio dell'area pilota considerata all'interno del presente progetto (si veda anche la scheda climatica al Paragrafo 3.2) e una suddivisione settoriale delle possibili minacce e opportunità derivanti dai cambiamenti climatici che insistono sia nella macroregione terrestre che marina.

#### Esposizione

- **Macroregione terrestre 2:** Le aree presentano valori di esposizione intermedi per il capitale economico e finanziario e per il capitale naturale e valori alti per il capitale umano e manufatto/immobilizzato.

#### Capacità adattativa

- **Macroregione terrestre 2:** Le aree che cadono nelle zone costiere del Centro Italia sono caratterizzate da elevate performance adattative.

#### Propensione al rischio

- **Macroregione terrestre 2:** Le aree presentano valori di propensione al rischio per il periodo 2021-2050 alti e medio-alti localizzati in prevalenza nelle province centrali.

Il risultato che ne deriva è mostrato a titolo esemplificativo nelle successive tabelle sviluppate ed estratte dal PNACC sia per la zonazione climatica terrestre che marina (Tabella 15 e Tabella 16). Tale procedimento permetterebbe di individuare i settori maggiormente vulnerabili e, quindi, con maggior priorità di intervento.

SETTORE	MINACCE	OPPORTUNITÀ	LIVELLO DI IMPATTO POTENZIALE
Risorse idriche	La variazione attesa nella disponibilità e qualità della risorsa idrica è strettamente collegata alla proiezione del regime delle precipitazioni che per questa macroregione 2, nell'ambito dello scenario RCP 4.5, indica una riduzione della precipitazione nella stagione estiva, mentre ci sono discordanze tra i vari cluster di anomalie per la stagione invernale. Si rimanda al capitolo settoriale per la discussione degli impatti attesi per i singoli distretti interessati ovvero distretto Padano, distretto Alpi Orientali e distretti dell'Appennino Settentrionale, Centrale e Meridionale.		ALTO
Desertificazione	Incremento salinizzazione nelle aree costiere; perdita di sostanza organica nelle aree agricole. Incremento aridificazione (perdita umidità dei suoli) nelle aree agricole, forestali e pastorali.		ALTO
Dissesto geologico, idrologico e idraulico	Ci si attende un incremento della frequenza dei fenomeni di dissesto legati ad eventi intensi su scala temporale inferiore a quella giornaliera nei bacini di dimensioni ridotte o altamente impermeabilizzati, in particolare in presenza di degrado del territorio od elevata urbanizzazione. Queste caratteristiche si riscontrano nelle zone costiere tirreniche ed in parte di quelle adriatiche. Nella zona della Pianura Padana, ed in gran parte delle zone costiere adriatiche, non si attendono variazioni significative delle condizioni di rischio.	Potenziale diminuzione dell'attività dei fenomeni franosi profondi e di grandi dimensioni, particolarmente in terreni a grana fine per effetto delle variazioni del bilancio idrologico (maggiore domanda evapotraspirativa e variazione dei cumuli di precipitazione stagionale).	MEDIO-ALTO
Ecosistemi Terrestri	Insediamiento di specie alloctone. Modificazioni fenologiche al ciclo vitale di diverse specie.		MEDIO-ALTO
Ecosistemi di acque interne ed interazioni	<i>Ecosistemi fluviali nel bacino Padano-Veneto:</i> - aumento della frequenza e durata dei periodi di magra nel periodo estivo. - aumento delle precipitazioni e di conseguenza del rischio di piene in inverno. - aumento degli effetti acuti dell'eutrofizzazione nei periodiestivi e accrescimento del rischio di anossie.		ALTO

<p>Ecossistemi di acque interne ed interazione</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento della concentrazione degli inquinanti, a parità di carico.</li> <li>- forti disturbi alla comunità macrobentonica, associati ad eventi di piena eccezionale.</li> </ul> <p><i>Laghi vulcanici dell'Italia Centrale:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- diminuzione del livello dei laghi.</li> <li>- variazioni negative delle aree litoranee.</li> <li>- perdita di habitat e funzionalità ecosistemica.</li> </ul> <p><i>Bacini artificiali dell'Italia Meridionale:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- impatti negativi sullo stato ecologico e in relazione al principale "servizio ecosistemico" che erogano, cioè acquaper irrigazione e consumo umano durante i mesi estivi.</li> <li>- proliferazione di cianobatteri.</li> </ul> <p><i>Pozze, stagni e paludi d'acqua dolce:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento del tasso di evaporazione.</li> </ul> <p><i>Acquiferi, sorgenti, corridoi iporreici, laghi carsici, zone umide alimentate da acque di falda:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- minacce alla connessione verticale in seguito all'alternarsi di siccità e piene improvvise.</li> <li>- aumento dei prelievi di acqua di falda, abbassamento del livello delle acque e interruzione della connessione verticale.</li> </ul> <p><i>Lagune aperte dell'Alto Adriatico:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- incremento dell'apporto di nutrienti ed inquinanti da parte dei fiumi, nella stagione fredda, e riduzione in estate.</li> <li>- variazioni idrologiche con fenomeni erosivi e distruzione degli argini dei corsi d'acqua e dei bacini dove si riversano. Riduzione della produzione primaria e selezione delle specie dominanti.</li> <li>- diffusione di specie non indigene (NIS) adattate a temperature elevate.</li> </ul> <p><i>Lagune chiuse e stagni costieri dell'Adriatico, dello Ionio e delle coste peninsulari del Tirreno:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- modifiche in termini di biodiversità e condizioni ecologiche.</li> <li>- elevata evaporazione.</li> <li>- aumento di <i>bloom</i> macroalgali e condizioni ipo-anossiche.</li> </ul>		ALTO
Foreste	Possibile incremento della pericolosità di incendi boschivi specialmente nel periodo primaverile.	Incremento delle aree vocate ad ospitare la vegetazione sclerofilla sempreverde, i boschi di larici e cembro e i boschi di abete rosso.	MEDIO-ALTO

Foreste	Contrazione delle aree con condizioni potenziali per pinete di pinosilvestre e montano, di pino nero e di pini mediterranei, cosiccome per le faggete, le cerrete e i boschi di rovere e, in particolare nello scenario RCP 8.5, per i castagneti e i boschi a rovere farnia.	Leggero incremento per i castagneti e i boschi a rovere e farnia, nello scenario RCP 4.5.	MEDIO-ALTO
Agricoltura	Possibili riduzioni di resa per il frumento duro nelle zone tirreniche e adriatiche. Moderate riduzioni di resa per frumento tenero (in media del 10%) e significative riduzioni di resa per il mais (in media del 30%), soprattutto nelle zone tirreniche e adriatiche. Potenziale riduzione della produttività per colture energetiche come il girasole. Riduzione del benessere animale e del loro stato di salute. Riduzione della quantità e qualità del latte bovino (a rischio produzioni tipiche, ad esempio Grana Padano) e di quello ovi-caprino e bufalino. Riduzione della quantità e qualità di carne prodotta (bovina, avicola, ovi-caprina e suina).	Possibili incrementi di resa per il frumento duro e riso nell'area della pianura padana.	MEDIO-ALTO
Acquacoltura	<p><i>Piscicoltura in acqua dolce (specie d'acqua fredda e calda):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alterazioni del metabolismo e dei tassi di crescita degli organismi allevati.</li> <li>- Scarsità/qualità idrica (e.g. competizione per uso dell'acqua con altri settori) con media/bassa pericolosità per le specie dulcacquicole d'acqua calda, e alta per le specie d'acqua fredda (salmonidi).</li> <li>- Rischio di insorgenza e diffusione di malattie.</li> <li>- Riduzione delle produzioni, in particolare trotticoltura e aumento dei costi per ossigenazione delle acque.</li> </ul> <p><i>Piscicoltura estensiva in acque di transizione:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alterazioni del metabolismo e dei tassi di crescita degli organismi allevati.</li> <li>- Peggioramento della qualità ambientale nelle aree di produzione (specie eurialine) nelle lagune e stagni costieri dell'Adriatico, dello Ionio e delle coste peninsulari del Tirreno.</li> <li>- Riduzione dei siti sfruttabili per le pratiche produttive per fenomeni idrologici e erosivi</li> <li>- Cambiamenti fenologici delle specie ittiche sfruttate.</li> <li>- Possibile riduzione del reclutamento naturale dei giovanili.</li> </ul>		ALTO

Acquacoltura	<p><i>Molluschicoltura in acque di transizione:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Peggioramento della qualità ambientale nelle aree di produzione di mitili e vongole per aumento delle precipitazioni e rischio di piene in inverno.</li> <li>- Contaminazione dei molluschi e rischi per la salute pubblica.</li> <li>- Alterazioni del metabolismo e dei tassi di crescita degli organismi allevati.</li> <li>- Eventi di morie diffuse per aumento della temperatura e riduzione di ossigeno ambientale.</li> <li>- Aumento di bloom macroalgali e condizioni ipo-anossiche, morie diffuse.</li> <li>- Possibile diffusione di specie aliene e di organismi associati.</li> <li>- Possibile alterazione nella popolazione di microalghe portatrici di biotossine. Ridotta resistenza ad agenti patogeni ed aumento dei fenomeni epidemiologici.</li> <li>- Possibile alterazione della stagione riproduttiva di alcune specie di molluschi bivalvi.</li> <li>- Possibile riduzione del reclutamento naturale del seme.</li> <li>- Riduzione delle produzioni.</li> <li>- Riduzione del numero di siti sfruttabili per l'allevamento.</li> </ul>		ALTO
Turismo	<p>Diminuzione delle presenze dei turisti esteri. Variazione delle presenze dei turisti italiani. Diminuzione delle risorse idriche. Turismo culturale: aumento delle ondate di calore. Turismo montano e rurale: cambiamenti nel paesaggio. Turismo balneare: variazione dell'appetibilità della destinazione a seguito della variazione delle sue condizioni climatiche (aumento dell'incidenza degli eventi estremi, innalzamento del livello del mare); fenomeni di erosione costiera.</p>		ALTO
Salute	<p>Aumento del rischio di malattie cardiorespiratorie per ondate di calore, sinergia tra inquinamento atmosferico e variabili microclimatiche (temperatura, ventilazione etc.) in considerazione dell'area ad alta densità urbana o con specifiche condizioni microclimatiche.</p> <p>Aumento del rischio di malattie infettive da insetti vettori per condizioni climatiche favorevoli l'aumento in distribuzione e densità di specie in ambiente urbano e Pianura Padana.</p>		ALTO

Salute	<p>Aumento del rischio di crisi allergiche e/o asmatiche per condizioni climatiche favorevoli specie infestanti, allungamento della stagione pollinica e sinergie con inquinanti atmosferici irritativi per le vie aeree.</p> <p>Rischio di contaminazione degli alimenti nell'intera filiera (dallo stoccaggio alla distribuzione) per elevate temperature.</p> <p>Rischi di danni diretti per lavoratori outdoor (agricoltura, edilizia, trasporti) dall'esposizione a temperature elevate.</p>		ALTO
Insedimenti urbani	<p>Impatti sulla salute associati alle elevate temperature e ondate di calore. Scarsità idrica nel periodo estivo.</p> <p>Accentuarsi dei dissesti idrogeologici.</p>	<p>Riduzione di mortalità e morbilità da cold stress e patologie collegate in seguito all'aumento delle temperature.</p>	MEDIO-ALTO
Trasporti	<p>Espansioni termiche a strutture (ponti/viadotti); surriscaldamento di componenti del motore dei veicoli a motore termico; surriscaldamento e deformazione e delle strutture ed infrastrutture di trasporto (asfalto, rotaie), in seguito alla presenza di ondate di calore.</p> <p>Allagamento delle infrastrutture di trasporto terrestri; aumento del rischio di scivolamento per pavimentazioni bagnate; cedimento di argini e terrapieni ed erosione alla base dei ponti; impatti indiretti legati alla stabilità dei versanti in seguito ad aumento delle precipitazioni, e relativa gestione delle acque di scorrimento.</p>	<p>Effetti positivi sulla manutenzione di strade e ferrovie.</p> <p>Incremento dei periodi utili di costruzione dovuti all'innalzamento delle temperature nei mesi invernali.</p>	ALTO
Energia	<p>Aumento dei CDD (<i>Cooling Degree Days</i>).</p> <p>Incremento punta di domanda energetica estiva. Rischio Blackout.</p> <p>Difficoltà per il raffreddamento degli impianti di generazione elettrica a causa dell'aumento delle temperature e la diminuzione delle risorse idriche.</p> <p>Aumento della resistenza nelle linee di trasmissione e conseguenti perdite sulla rete.</p>	<p>Moderata diminuzione HDD (<i>Heating Degree Days</i>).</p>	MEDIO-ALTO
Patrimonio culturale	<p>Aumento del dilavamento delle superfici del patrimonio culturale tangibile esposto all'aperto nei periodi invernali.</p> <p>Aumento dell'annerimento e del <i>soiling</i> di edifici e monumenti nei siti urbani nei periodi estivi.</p>		MEDIO-ALTO

Patrimonio culturale	Modifiche nei processi di biodegrado dovuti alle proiezioni stagionali delle precipitazioni. I rischi riportati possono portare ad un aumento dei costi di manutenzione e restauro di monumenti, edifici storici, siti archeologici e paesaggio culturale. Aumento dei costi per la tutela del paesaggio culturale.		MEDIO-ALTO
Industrie e infrastrutture pericolose	Maggiori rischi di allagamenti e frane determinati da modifiche nel regime delle precipitazioni, con eventi più frequenti ed intensi, che influenzeranno la stabilità dei terreni e, di conseguenza, delle infrastrutture e delle componenti principali delle attività industriali (serbatoi, apparecchiature di processo, tubazioni, ecc.) localizzate in contesti instabili, o comunque vulnerabili, particolarmente in Pianura Padana, alto versante adriatico e aree costiere dell'Italia centro-meridionale.		MEDIO-ALTO

Tabella 15. Fattori di minaccia e opportunità rispetto alla Macroregione terrestre 2 (PNACC).

SETTORE	MINACCE	OPPORTUNITÀ	LIVELLO DI IMPATTO POTENZIALE
Zone costiere	<p>Alterazione dei servizi ecosistemici svolti dalle zone costiere:</p> <p><i>Servizi di supporto (ciclo dei nutrienti e produzione primaria)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alterazioni dei cicli biogeochimici del mare costiero, indotte da alterazioni fisico-chimiche della struttura e della dinamica dell'ecosistema marino, altererebbero il servizio di supporto "Produzione primaria" e anche il servizio di regolazione "trattamento dei rifiuti".</li> <li>- Alterazione del servizio "produzione primaria" con ripercussioni a cascata sui servizi di "fornitura", con modifica delle risorse disponibili per le attività alieutiche e di acquacoltura ed anche sui servizi di regolazione del clima.</li> </ul> <p><i>Servizio di fornitura per attività alieutiche e di acquacoltura</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scomparsa di specie commercialmente importanti e conseguente danno economico.</li> <li>- Variazioni qualitative e quantitative nella struttura delle popolazioni ittiche commercialmente importanti, causate dalle ingressioni in acque temperate di specie maggiormente adattate ad alte temperature.</li> </ul>		MEDIO-ALTO

Zone costiere	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maggior incidenza di patologie.</li> <li>- Aumento del livello del mare e conflitti d'interesse con la creazione di strutture di difesa costiera.</li> </ul> <p><i>Servizi di regolazione</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modificazioni (o anche esaurimento) nell'attività di depurazione delle acque costiere a causa di variazioni della struttura chimico, fisica ed ecologica dell'ecosistema marino costiero.</li> <li>- Aumento dei rischi di erosione e inondazione in seguito a variazioni nel livello del mare e nelle condizioni estreme dello stato del mare.</li> </ul> <p><i>Servizi culturali</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perdita di valore estetico dovuto ad alterazioni dell'equilibrio ambientale o a misure di adattamento/contenimento, con danno alle attività economiche legate al turismo.</li> </ul>		MEDIO-ALTO
Pesca	<p>Riduzione delle risorse disponibili per:</p> <p><i>Effetti interspecifici nei gruppi animali oggetto di pesca</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio della struttura della comunità dovuti alle modifiche ambientali legate ai cambiamenti climatici (temperature, stratificazione, apporto acque dolci, circolazione, pH, ecc.), con effetti sulla composizione del pescato.</li> <li>- Creazione di nuovi rapporti di competizione o cooperazione tra specie "residenti" e "invasive".</li> <li>- Riduzione di biomassa di specie target della pesca e parziale incremento di nuove specie, verso le quali il mercato potrebbe non essere ricettivo.</li> <li>- Aumento di patogeni.</li> </ul> <p><i>Effetti intraspecifici o a livello delle singole popolazioni oggetto di pesca</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modificazione degli areali distributivi di alcune popolazioni.</li> <li>- Tendenza all'aumento della competizione intraspecifica a seguito delle variazioni di produttività primaria degli ecosistemi marini.</li> <li>- Aumento del dispendio energetico individuale legato alla riduzione del pH delle acque.</li> <li>- Aumento del dispendio energetico legato agli eventi di scarsità o assenza di ossigeno disciolto.</li> </ul>		MEDIO-ALTO

Acquacoltura	<p><i>Molluschicoltura (principalmente Mitilicoltura lungo la costa Adriatica e Mar Ligure)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alterazioni del metabolismo e dei tassi di crescita degli organismi allevati.</li> <li>- Eventi di morie diffuse per aumento della temperatura e la riduzione di ossigeno ambientale.</li> <li>- Possibile diffusione di specie aliene e di organismi associati.</li> <li>- Contaminazione dei molluschi e rischi per la salute pubblica.</li> <li>- Possibile alterazione della stagione riproduttiva di alcune specie di molluschi bivalvi.</li> <li>- Riduzione del reclutamento naturale del seme.</li> <li>- Riduzione delle produzioni.</li> <li>- Danni alle infrastrutture e perdita dei lotti allevati per eventi climatici estremi (long-lines).</li> <li>- Aumento di bloom macroalgali e condizioni ipo-anossiche, morie diffuse.</li> <li>- Possibile alterazione nella popolazione di microalghe portatrici di biotossine.</li> <li>- Ridotta resistenza ad agenti patogeni ed aumento dei fenomeni epidemiologici.</li> </ul> <p><i>Piscicoltura intensiva marina (impianti a terra e in mare)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alterazioni del metabolismo e dei tassi di crescita degli organismi allevati.</li> <li>- Rischio di insorgenza e diffusione di malattie per aumento della temperatura.</li> <li>- Danni alle infrastrutture e perdita dei lotti allevati per eventi climatici estremi.</li> </ul>		ALTO
Ecosistemi marini	<p><i>Incremento delle temperature delle masse d'acqua</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modificazioni nella composizione e fenologia delle specie marine.</li> <li>- Maggiore penetrazione di specie aliene da ambienti a basse latitudini.</li> <li>- Alterazione del metabolismo e tassi di crescita degli organismi marini.</li> <li>- Alterazione dei cicli biogeochimici e dei tassi di decomposizione della materia organica associata ad alterato metabolismo microbico.</li> </ul> <p>Ridotta resistenza ad agenti patogeni ed aumento dei fenomeni epidemiologici.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento della vulnerabilità di specie ad agenti inquinanti e a stressori multipli.</li> </ul> <p><i>Decremento del livello di O<sub>2</sub></i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alterazione della biodiversità e struttura di popolamenti planctonici e bentonici.</li> <li>- Morie di organismi.</li> </ul>		ALTO

Ecosistemi marini	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alterazione dei cicli biogeochimici e dei tassi di ciclizzazione della materia organica.</li> <li>- Alterazione della distribuzione delle specie marine costiere.</li> <li>- Ridotta capacità di smaltimento composti tossici (xenobiotici) ed aumento della vulnerabilità di molte specie marine ad agenti inquinanti.</li> </ul> <p><i>Alterazione nella stratificazione della colonna d'acqua</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alterazione della produzione primaria.</li> <li>- Riduzione dell'export di produzione primaria agli ambienti bentonici con riduzione delle risorse aleutiche bento-nectoniche.</li> <li>- Riduzione della produzione secondaria bentonica con effetti più marcati sugli ecosistemi profondi.</li> <li>- Alterazione nella connessione tra ambienti profondi e superficiali con ridotta capacità di resilienza degli ecosistemi costieri e di approvvigionamento di larve di organismi bentonici e planctonici.</li> </ul> <p><i>Alterazioni della circolazione delle masse d'acqua marine</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alterazione dei cicli vitali e riproduttivi delle specie di vertebrati e invertebrati marini.</li> <li>- Alterazione della dispersione di uova e larve di organismi marini in fase pelagica e della distribuzione delle specie adulte.</li> <li>- Alterazione della distribuzione di organismi marini planctonici e bentonici.</li> </ul> <p><i>Stressori multipli (cambiamenti globali + impatti antropici diretti)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alterazione delle reti trofiche marine.</li> <li>- Alterazione della distribuzione e degli effetti dei contaminanti.</li> </ul> <p>Diminuita resistenza e resilienza ecosistemica</p>		ALTO
Patrimonio culturale	<p>Il patrimonio culturale particolarmente diffuso nelle in zone costiere, caratteristica di tutto Il Bacino del Mediterraneo, è fortemente a rischio per le modifiche delle linee di costa. Si possono verificare danni strutturali e perdita irreversibile di monumenti e siti, in particolare siti archeologici e paesaggi terrazzati. Danni al patrimonio culturale sommerso per alterazione dei cicli biogeochimici. I danni al turismo sono in questo caso ingenti.</p>		ALTO

Tabella 16. Fattori di minaccia e opportunità rispetto alla Macroregione marina 1 (PNACC).

### 3.5. Analisi di rischio soggettiva

Un'analisi di vulnerabilità e rischio complessiva deve tener conto non solo di una valutazione oggettiva dei fattori che la costituiscono, ma anche di una valutazione soggettiva espressa tramite la misura della percezione del rischio nei confronti del territorio considerato. Ad esempio, a livello amministrativo, una percezione del rischio differente potrebbe giocare un ruolo importante sulla quantità di risorse da investire e sulla rapidità nei tempi di pianificazione e gestione di un evento catastrofico. Infatti, quando un individuo subisce un'esperienza diretta di un evento estremo, il suo approccio rispetto al rischio tende a cambiare. In particolare, quando si verificano fenomeni di grandi intensità, la percezione del disastro è soggettiva per ogni individuo sulla base delle proprie esperienze passate. Tali vissuti potrebbero generare negli individui reazioni differenti che li porterebbero ad agire e a comportarsi in maniera diversa rispetto agli eventi avversi. In generale, le esperienze dirette dovrebbero promuovere una maggiore sensibilità e apertura nei confronti di comunicazioni climatiche pro-ambientali e una maggiore disponibilità ad intraprendere azioni di mitigazione e adattamento. Tale effetto però non è necessariamente persistente nel tempo. La percezione è mutevole ed è veicolata da molteplici fattori come, ad esempio, la gestione del fenomeno disastroso. Infatti, la percezione potrebbe non essere determinata solo dall'esposizione diretta al pericolo ma anche dai feedback favorevoli o sfavorevoli sulla gestione del disastro da parte della comunità (soccorso, protezione civile, vigili del fuoco, amministrazione). Inoltre, la valutazione della percezione del rischio permetterebbe di assegnare dei pesi agli ambiti di intervento valorizzando e confermando le priorità di azione emerse attraverso i dati oggettivi in caso di coerenza oppure consentendo di riorganizzare e riassegnare tali priorità in maniera più congruente alla realtà territoriale locale percepita.

Quindi, l'obiettivo principale di un'analisi di rischio soggettiva dovrebbe essere quello di poter effettuare un confronto analitico diretto con i risultati dell'analisi di rischio oggettiva. Pertanto, in linea con la funzione di rischio precedentemente illustrata all'interno di questo capitolo, bisognerebbe individuare e descrivere i processi che definiscono e quantificano gli elementi costitutivi del rischio, pericolo (H), vulnerabilità (V) ed esposizione (E), dal punto di vista percettivo attraverso l'utilizzo di strumenti di raccolta dati quali interviste strutturate o questionari rivolti alla popolazione del territorio considerato. Così, i fattori percettivi da indagare potrebbero essere organizzati e suddivisi come nell'elenco seguente:

- Percezione dei pericoli e degli impatti climatici sul territorio
- Percezione dei beni esposti all'interno del territorio
- Percezione della vulnerabilità territoriale dell'area coinvolta
- Propensione ad attuare comportamenti resilienti e pro-ambientali

Si adotta quindi la funzione generale di rischio percepito totale ( $R_{p,t}$ ):

$$R_{p,t} = H_p \times E_p \times (V_p + ca_p),$$

che considera il rischio percepito come il prodotto di un pericolo percepito  $H_p$  che è stato osservato direttamente sul territorio o che è stato vissuto in maniera indiretta (osservato ma non subito in prima persona), dell'esposizione percepita  $E_p$  di elementi e bersagli a tale pericolo (ad esempio i beni o le persone che dovrebbero essere maggiormente tutelate poiché presenti in un territorio in cui si è osservato un evento pericoloso) e della vulnerabilità percepita  $V_p$  del territorio e i relativi elementi considerati (le zone del territorio percepite come più sensibili e maggiormente danneggiabili dal pericolo osservato) sommata alla capacità di adattamento  $ca_p$  o reazione all'impatto dell'evento pericoloso percepito in termini di propensione ad attuare comportamenti di mitigazione e adattamento.

Spesso, comunque, la raccolta di tale tipologia di dati risulta complessa o incompleta a causa delle difficoltà relative ai tempi di somministrazione o alla mancanza di motivazione e disponibilità da parte della popolazione. Di conseguenza, è consigliabile adottare strumenti di valutazione di semplice costruzione e rapida somministrazione quali sondaggi e questionari in formato digitale. Tali strumenti, attraverso una diffusione strategica per mezzo dei principali canali di comunicazione online del territorio considerato, permetterebbero di raggiungere agevolmente una numerosità campionaria sufficiente in grado di soddisfare dei requisiti analitici minimi di significatività. Tuttavia, la misurazione della percezione del rischio può essere modulata dal grado di conoscenza che gli individui hanno del territorio posto in analisi e dai livelli di competenza del campione coinvolto rispetto a tematiche e settori relativi alle problematiche derivanti dai cambiamenti climatici. A tal proposito potrebbe essere utile indagare la percezione del rischio attraverso lo sviluppo e la somministrazione di **due tipologie di questionari**: un questionario per i **cittadini** (popolazione residente e fluttuante del territorio) volto esclusivamente alla misurazione di quanto già discusso precedentemente e cioè sulla valutazione delle percezioni locali dei pericoli climatici, della vulnerabilità territoriale e dei beni considerati esposti ai cambiamenti climatici fornendo anche un'autovalutazione di propensione ad attuare comportamenti resilienti e pro-ambientali; un questionario rivolto ad **esperti** (stakeholder, referenti e tecnici appartenenti agli uffici amministrativi del territorio) che, oltre ad una valutazione della percezione del rischio basata sulla stessa metodologia rivolta ai cittadini, permetta di valorizzare le competenze del campione tecnico coinvolto attraverso la raccolta di ulteriori informazioni su elementi e settori del territorio utili a comprendere maggiormente gli ambiti tematici rilevanti e prioritari dell'area interessata. Nell'ambito di sviluppo di un PAESC, il questionario agli esperti permetterebbe anche di individuare e integrare elementi utili alla compilazione del documento di lavoro per l'analisi di vulnerabilità e rischio sviluppato dal Patto dei Sindaci. Quindi, tale questionario, oltre a contenere gli elementi relativi alla funzione di rischio percepito, potrebbe essere ulteriormente strutturato come segue:

- Valutazione dei pericoli e degli impatti climatici su scala temporale
- Attribuzione dei pericoli climatici ai settori di competenza degli esperti
- Valutazione e classificazione di vulnerabilità dei settori

Infine, le misurazioni relative ai fattori di analisi di rischio soggettivo degli esperti ( $Re_p$ ) e dei cittadini ( $Rc_p$ ) permetterebbero di calcolare la funzione di rischio percepito complessiva  $R_{p,t}$  composta nella maniera seguente:

$$Re_p + Rc_p = R_{p,t}$$

A livello decisionale, tale relazione permetterebbe ulteriormente di confrontare i risultati dei due distinti campioni coinvolti all'interno dell'analisi di rischio soggettiva (esperti e cittadini) e assegnare un peso ai rischi parziali emersi ( $Re_p$  e  $Rc_p$ ) solitamente dando maggior rilievo alle competenze tecniche degli esperti considerando ugualmente il giudizio dei cittadini conservandone il valore.

### 3.6. Il quadro di sintesi del rischio climatico

Ai fini di una valutazione volta all'identificazione di una misura onnicomprensiva del rischio, è possibile applicare il concetto di "materialità" (AICPA, 2012; Eilifsen & Messier, 2015) basata sulla combinazione di indicatori di rischio oggettivi e soggettivi che possono essere adottati per classificare, dare priorità e migliorare l'efficacia delle azioni politiche inquadrate per affrontare i rischi oggetto di indagine. Inoltre, nel rispetto di una logica di coerenza con le informazioni

richieste dallo strumento di analisi di vulnerabilità e rischio ai cambiamenti climatici indicato dalle linee guida del Patto dei Sindaci, il confronto dell'analisi di rischio oggettiva e dell'analisi di rischio soggettiva degli esperti rispetto la valutazione integrata dei pericoli climatici e la prioritizzazione dei settori in base alle vulnerabilità emerse, dovrebbe contribuire in maniera sostanziale alla compilazione delle seguenti sezioni (Tabella 17 e Tabella 18).

Climate hazards	<< Current risk of hazard occurring >>		<< Future hazards >>		
	(A) Probability of hazard	(B) Impact of hazard	(C) Expected change in hazard intensity	(D) Expected change in hazard frequency	(F) Timeframe(s)
<p><b>Step 1)</b> Check the boxes for the climate hazards that are applicable to your local authority &gt;&gt;&gt; <b>Step 2)</b> Fill in all green fields for the selected hazards by choosing (i.e. copying and pasting) option(s) in row# 14 &gt;&gt;&gt; <b>Step 3)</b> Optionally, fill in information for the relevant sub-hazards (do not fill anything for sub-hazards that are not relevant).</p>					
	Single choice: Low Moderate High Not known	Single choice: Low Moderate High Not known	Single choice: Increase Decrease No change Not known	Single choice: Increase Decrease No change Not known	Multiple choice: Short-term Mid-term Long-term Not known
Extreme heat	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]
Extreme cold	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]
Heavy precipitation	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]
Heavy rainfall	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]
Heavy snowfall	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]
Fog	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]
Hail	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]
Floods & sea level rise	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]
Flash / surface flood	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]
River flood	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]
Coastal flood	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]
Groundwater flood	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]
Permanent inundation	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]
Droughts & water scarcity	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]

Storms	[Please choose]				
Severe wind	[Please choose]				
Tornado	[Please choose]				
Cyclone (hurricane / typhoon)	[Please choose]				
Tropical storm	[Please choose]				
Extratropical storm	[Please choose]				
Storm surge	[Please choose]				
Lightning / thunderstorm	[Please choose]				
Mass movement	[Please choose]				
Landslide	[Please choose]				
Avalanche	[Please choose]				
Rockfall	[Please choose]				
Subsidence	[Please choose]				
Wild fires	[Please choose]				
Forest fire	[Please choose]				
Land fire	[Please choose]				
Chemical change	[Please choose]				
Saltwater intrusion	[Please choose]				
Ocean acidification	[Please choose]				
Atmospheric CO <sub>2</sub> concentrations	[Please choose]				
Biological hazards	[Please choose]				
Water-borne disease	[Please choose]				
Vector-borne disease	[Please choose]				
Airborne disease	[Please choose]				
Insect infestation	[Please choose]				
Other [please specify]	[Please choose]				

Tabella 17. Tabella dei Pericoli Climatici (Climate Hazards table): A) probabilità che il pericolo climatico si verifichi attualmente; B) l'effetto dannoso provocato dal pericolo climatico sui sistemi umani e naturali; C) cambiamento futuro dell'intensità e della

Climate hazards	Relevant vulnerable sector(s)	
<p><b>Step 4)</b> Mark again with a tick box the same hazards selected in Table 1 above (in the online template, these hazards will be generated/displayed automatically). Ignore the rest of the hazards. &gt;&gt;&gt; <b>Step 5)</b> Choose (i.e. copy-paste) the relevant sectors from the list. When more than one sector is relevant, add separate rows for each sector and indicate the level of vulnerability against each sector identified.</p>		
	<p><b>Multiple choice:</b> Buildings Transport Energy Water Waste Land use planning Agriculture &amp; forestry Environment &amp; biodiversity Health Civil protection &amp; emergency Tourism Education ICT (Information &amp; communication technologies) All listed sectors Not known</p>	<p><b>Single choice:</b> Low Moderate High Not known</p>
Extreme heat	[Choose from the list above]	[Please choose]
Extreme cold	[Choose from the list above]	[Please choose]
Heavy precipitation	[Choose from the list above]	[Please choose]
Floods & sea level rise	[Choose from the list above]	[Please choose]
Droughts & water scarcity	[Choose from the list above]	[Please choose]
Storms	[Choose from the list above]	[Please choose]
Mass movement	[Choose from the list above]	[Please choose]
Wild fires	[Choose from the list above]	[Please choose]
Other	[please specify]	[Choose from the list above]

Tabella 18. Settori vulnerabili (Vulnerable sectors): assegnazione dei settori ai pericoli climatici individuati e valutazione di vulnerabilità.

## 4. TERZA FASE GENERALE: Governance dell'Adattamento ai cambiamenti climatici

### 4.1. Introduzione alla governance dell'adattamento ai cambiamenti climatici a livello locale

La governance, in termini operativi, riguarda (a) *un equilibrio dinamico di politiche, misure, attori e conoscenze e reciproche interazioni*<sup>4</sup>. Questa breve definizione ha carattere generale: richiede pertanto di essere adeguata al contesto territoriale di riferimento (in tal caso comunale e sovra-comunale) e declinata secondo una direzione orizzontale (coordinamento di livello paritario) o verticale (coordinamento di livello gerarchico).

Di seguito si presentano gli elementi costitutivi richiamati dalla definizione di *governance*:

**Politiche:** leggi, regolamenti, strategie, piani di azione, programmi pilota, programmi finanziari di natura settoriale o esplicitamente dedicate all'adattamento.

**Misure:** ogni attività o azione concreta che possa costituire una forma di applicazione dell'adattamento; possono essere settoriali o trasversali, obbligatorie per legge o volontarie, "una tantum" o di routine, strutturali (hard) e non strutturali (soft).

**Conoscenze:** possono essere esplicite o implicite, cognitive, operative, sperimentali; possono originare da attività di ricerca di base o applicata, generata e/o fruita da attori coinvolti in un processo di adattamento (ad es. Scenari climatici, analisi di impatto, analisi di rischio e vulnerabilità, sistemi e strumenti di supporto alle decisioni, database, centri informativi tematici o settoriali, ecc.).

**Attori:** individui, gruppi, organizzazioni (ad es. agenzie, uffici, gruppi di lavoro, reti) afferenti alle pubbliche amministrazioni, alla ricerca scientifica, alla politica, all'imprenditoria e industria, etc.

#### Interazioni tra i precedenti

Anche nel caso dell'adattamento ai cambiamenti climatici non esiste una soluzione valida in assoluto e l'adattamento può realizzarsi in luoghi diversi in altrettante modalità. Una modalità non potrà essere valutata come positiva o negativa in assoluto, ma solo in relazione alla sua capacità di attuare gli obiettivi di adattamento generali e specifici definiti in sede strategica e tattica (o pianificatoria).

In questo senso occorre fare riferimento al concetto di "opzioni" di *governance*: modalità alternative, a parità di efficienza o efficacia, di realizzare misure di adattamento in un territorio, definendo uno speciale equilibrio dinamico tra le componenti citate nella definizione riportata sopra.

Ad esempio, date due opzioni, nell'opzione 1 potranno essere coinvolti elementi diversi (politiche, misure, attori, conoscenze) da quelli coinvolti nell'opzione 2); inoltre, le due opzioni potranno differire anche rispetto alle interazioni instaurate tra le rispettive parti (identiche o differenti che esse siano).

Come in ogni processo di *policy-making*, la *governance* è un fattore chiave nel modellare il processo di adattamento, che richiede nuovi approcci multisettoriali e multilivello e quindi una

4. Governance of adaption to climate change raises normative questions, e.g. who has to be responsible. According to common principles of good governance practice, climate adaptation

governance has to be transparent, fair, inclusive, accountable, responsive, equitable, accessible, effective, and coherent (Lockwood 2010; EC 2001).

struttura coordinata e cooperativa per rendere i processi efficaci ed efficienti, individuare e sfruttare sinergie, evitare o risolvere i conflitti e attuare le misure stabilite, regolando ruoli e competenze.

Scopo di tale struttura di coordinamento, con riferimento agli strumenti legali e politico-amministrativi che incidono sull'area oggetto del PAESC, è quello di integrare politiche e programmi di azione provenienti e gestiti da diversi settori e coordinare i diversi livelli, a partire da quello nazionale (per gli indirizzi generali) e locale (per l'attuazione). L'instaurarsi dell'adattamento all'interno dei meccanismi di un'Amministrazione Pubblica che rappresenti un ente di governo del territorio richiede altresì un'attenta fase di considerazione rispetto a ruoli, competenze, limiti e legittimità del processo nell'ambito dell'organizzazione dell'ente.

In particolare, tra le questioni-chiave rispetto alla *governance* dei processi di adattamento nelle amministrazioni pubbliche, vi è quella di stabilire l'opportunità di avere una struttura centrale che assuma su di sé l'onere e la responsabilità della progettazione e dello sviluppo dell'azione di adattamento nel suo complesso o se invece optare per una cabina di regia e coordinamento che stimoli e faciliti uffici, settori e responsabili di settore, lasciando ai singoli uffici un ruolo primario nello sviluppo di politiche proprie orientate alla risposta al cambiamento climatico.

## 4.2. Il livello locale e il PAESC

L'organizzazione comunale abitualmente si articola secondo distinti livelli strutturali tipicamente definiti dallo Statuto comunale e, in particolare, prevede una tipologia di unità organizzative ordinate tra loro secondo un criterio gerarchico (per es. area, sezione, attività, ufficio, reparto/servizio). È solitamente possibile identificare due gruppi principali di organi costituenti il sistema decisionale e di direzione che permettono un corretto funzionamento dell'Ente assicurando la programmazione e il perseguimento degli obiettivi e il controllo dei risultati: gli organi di governo (che comprendono il Consiglio Comunale, il Sindaco e la Giunta Comunale) e gli organi tecnici di gestione (che possono includere il Segretario Generale e i Dirigenti). Gli organi tecnici, e tipicamente i Dirigenti, abitualmente presiedono le ripartizioni dotate di specifiche competenze (per esempio le "aree") in cui è suddivisa l'Amministrazione Locale.

Per esempio, una plausibile articolazione delle aree di competenza in un comune di medie dimensioni può includere le competenze indicate nella lista riportata di seguito:

- Area I – Competitività e Semplificazione per il Cittadino e le Imprese
- Area II – Risorse Umane, Politiche Giovanili e Sistemi Informativi
- Area III – Risorse Finanziarie
- Area V – Servizi alla Persona
- Area VII – Servizi Culturali, Museali e Turistici
- Area VIII – Verde Pubblico, Tutale Ambientale e Servizi per lo Sport
- Area IX – Gestione del Territorio
- Area X – Lavori Pubblici, Infrastrutture e Reti

Sulla base delle competenze espresse da ogni area e a seguito dell'analisi condotta sugli strumenti locali di pianificazione territoriale individuati attraverso la verifica dei contenuti di tali strumenti e delle competenze delle aree o altri organi interni all'ente di governo in analisi (v. il Quadro programmatico illustrato di seguito), si individuano gli uffici responsabili maggiormente conformi per una gestione e attuazione efficace ed efficiente delle azioni di adattamento.

A questo punto è possibile suggerire le possibili architetture amministrative per l'attuazione del PAESC e soprattutto per il coordinamento delle azioni di adattamento che saranno indivi-

duate (ad esempio si pone qui la scelta tra il coordinamento centralizzato e la cabina di regia). Molto spesso l'area o altra ripartizione responsabile per l'attuazione o la stesura del documento amministrativo fondamentale per l'area (ad esempio il PRG) si dimostra particolarmente idonea a svolgere un ruolo di coordinamento o supervisione sull'attuazione del PAESC in ragione della natura sovraordinata e intersettoriale che lo caratterizza. Di conseguenza, tale organo potrebbe assolvere adeguatamente le mansioni di concertazione e coordinamento tra uffici competenti oltre ad accogliere in maniera pertinente gli opportuni interventi settoriali derivanti dalle altre aree durante i processi di implementazione delle azioni di adattamento del PAESC.

Come si accennava, spesso anche il livello sub-comunale merita di essere considerata con riferimento alle modalità di governance dell'adattamento locale. Specialmente per i centri di maggiori dimensioni esistono infatti ripartizioni amministrativamente rilevanti del territorio di grado sub-comunale che definiscono quartieri, rioni, municipi o simili suddivisioni dell'area. Spesso a questo livello sono istituiti organismi e strumenti volontari di partecipazione popolare per favorire la partecipazione dei cittadini nella condivisione di problematiche di interesse pubblico locale, con funzioni consultive e di proposta verso Sindaco, Giunta e Consiglio Comunale. Sul piano urbanistico-territoriale queste ripartizioni sono spesso considerate aggregati affini per continuità spaziale e caratteristiche sociodemografiche, urbanistiche e di gravitazione viabilistica e di servizi e possono pertanto costituire centri di interesse per l'attivazione della partecipazione popolare.

In sede di definizione e attuazione delle azioni di adattamento, questi organi possono contribuire all'attuazione e al monitoraggio di alcune azioni del PAESC in considerazione della maggiore aderenza ai residenti rispetto agli organi di governo e gli organi tecnici di gestione di un Comune. Infatti, la pratica mostra come, ove siano sostenuti da adeguati regolamenti, tali organi, pur svolgendo una funzione principalmente consultiva e promozionale, possano segnalare problemi locali di carattere sociale, ambientale e igienico-sanitario ed esprimere proposte di soluzioni; proporre o segnalare necessità di interventi manutentivi locali di competenza comunale; proporre interventi e iniziative locali sui temi detti, collaborando con l'Assessorato competente; promuovere "centri di incontro" per la popolazione, ove mancanti; collaborare alla promozione delle attività sociali e culturali locali, coordinandosi con gli Assessorati competenti e con singoli, gruppi, associazioni ed istituzioni presenti nel quartiere; proporre interventi, dibattiti o segnalare problemi sui beni comuni urbani, funzionali al benessere della comunità e dei suoi membri, limitatamente a quelli di valenza di quartiere; sostenere iniziative aggregative (per es. assemblee di cittadini, camminate di quartiere e progetti di volontariato) in grado di orientare i cittadini verso un ampio impegno sociale. Pertanto, specialmente nel caso di Comuni di dimensioni maggiori, si raccomanda di considerare il potenziale anche di tali ripartizioni.

## 4.3. Quadro programmatico degli strumenti vigenti

La conoscenza del quadro degli strumenti di governo del territorio a diversi livelli è utile per comprendere e organizzare la *governance* dell'adattamento in termini operativi, con riferimento alla messa a punto di un sistema di politiche, misure, attori e conoscenze e reciproche interazioni adeguato al contesto territoriale di riferimento.

In particolare, l'analisi degli strumenti di contesto per il territorio investigato permette di approfondire in particolare tre degli elementi costitutivi della *governance* secondo una definizione ampiamente condivisa:

- **le politiche:** leggi, regolamenti, strategie, piani di azione, programmi pilota, programmi finanziari di natura settoriale o esplicitamente dedicate all'adattamento;

- **le misure:** azioni concrete che possano costituire applicazioni dell'adattamento (settoriali o trasversali, obbligatorie per legge o volontarie, "una tantum" o di routine, strutturali o *hard* e non strutturali o *soft*);
- **le conoscenze:** possono essere esplicite o implicite, cognitive, operative, sperimentali; possono originare da attività di ricerca di base o applicata, generata e/o fruita da attori coinvolti in un processo di adattamento (ad es. scenari climatici, analisi di impatto, analisi di rischio e vulnerabilità, sistemi e strumenti di supporto alle decisioni, database, centri informativi tematici o settoriali, ecc.).

Per fornire un quadro significativo, si suggerisce pertanto di concentrarsi sulle seguenti categorie di strumenti (che ricomprendono documenti riconducibili ai tre elementi citati sopra):

- **strumenti sovracomunali:** globali, europei, nazionali, regionali
- **strumenti locali** (comunali, di aggregazione di comuni, sub-locali/sub-comunali)

L'analisi di tali strumenti prevede una sintetica presentazione degli stessi e delle relative finalità e un approccio qualitativo di tipo analitico agli strumenti locali (presentato di seguito, nella sezione "Matrice di analisi delle politiche locali") che mira, in termini generali, a individuare le relazioni esistenti tra i diversi strumenti presentati, che si articolano essenzialmente nelle due possibili direzioni della *governance* verticale (tra differenti livelli amministrativi o decisionali) e orizzontale (al medesimo livello amministrativo o decisionale, e con riferimento alle relazioni informali con soggetti ed enti privati).

#### Matrice di analisi delle politiche locali

L'analisi degli strumenti si basa essenzialmente su cinque passi fondamentali individuati in coerenza con la linea logica e metodologica adottata nello studio dei documenti di adattamento nazionale (PNACC):

1. l'identificazione dei settori di cui lo strumento si occupa e la qualifica della natura dello strumento stesso (sovra-/inter-settoriale);
  2. l'individuazione e l'estrapolazione di riferimenti e/o analisi esplicite di impatti o effetti ambientali prese in considerazione dallo strumento;
  3. l'individuazione e l'estrapolazione di obiettivi riportati all'interno dello strumento evidenziando, se presente, la suddivisione in obiettivi generali e specifici utile per un'analisi approfondita degli scopi concreti del piano;
  4. l'individuazione e l'estrapolazione di azioni e/o misure descritte all'interno del piano e rivolte all'effettiva realizzazione degli obiettivi.
- Inoltre, per i passi 2, 3 e 4 è stata analizzata la presenza di riferimenti espliciti e diretti ai cambiamenti climatici e a possibili effetti di mitigazione e adattamento su di essi (a volte ritrovati all'interno del Rapporto ambientale prodotto dalla VAS allegato allo strumento di pianificazione considerato)
5. la presenza di un'eventuale analisi di coerenza interna (del contenuto e degli scopi dello strumento) ed esterna (rispetto ad altri strumenti nazionali, regionali/provinciali e locali) riportata in maniera esplicita e formalizzata (spesso ritrovate all'interno del Rapporto ambientale prodotto dalla VAS allegato allo strumento di pianificazione considerato). Inoltre, si segnala la presenza di riferimenti diretti alla strutturazione di una *governance* orizzontale volta ad attuare lo strumento. Infine, si indica l'ufficio competente per l'attuazione dello strumento e l'eventuale referente. Tale informazione è importante per selezionare gli uffici responsabili per diverse dimensioni dell'adattamento all'interno della struttura organizzativa della Regione.

Per ciascun passo, se necessario, sono state riportate alcune note aggiuntive per rendere l'interpretazione della matrice più semplice e accurata. L'obiettivo finale di questo processo analitico è di identificare e comprendere a fondo la capacità degli strumenti esaminati di rispondere, allo stato attuale o introducendo modifiche limitate, alle sfide di adattamento ai cambiamenti climatici poste al territorio in analisi. A tale scopo, ad ogni strumento di pianificazione analizzato attraverso la matrice sono stati assegnati uno o più profili di città (marina, fluviale, urbana, giardino, salubre) sulla base degli ambiti e dei settori gestiti e regolati dai documenti considerati. Tale assegnazione permetterebbe, in prima istanza, di comprendere come ogni strumento del territorio potrebbe interagire in maniera sinergica e di supporto con le misure-chiave di adattamento del presente PAESC.

#### Strumenti analizzati

Attraverso una ricognizione dei principali strumenti di *policy* in uso dalle Amministrazioni locali coinvolte all'interno del progetto Joint SECAP, si individuano documenti di pianificazione locale reputati come atti e dispositivi chiave per il governo dei settori considerati prioritari ai fini dell'adattamento al cambiamento climatico.

Si propone quindi un'analisi di tali strumenti considerati rilevanti e determinanti per un corretto processo di *governance* locale dell'adattamento ai cambiamenti climatici in funzione di un'attuazione sinergica ed efficace del PAESC. Lo scopo principale è lo svolgimento di un'analisi completa che consideri i settori, le politiche, gli strumenti settoriali e le relative responsabilità amministrative da considerare nel percorso di applicazione di un PAESC finalizzato a gestire i rischi climatici futuri, assegnare priorità a determinate azioni e coordinarne l'attuazione per aumentare la resilienza locale ai cambiamenti climatici e ridurre i costi economici, sociali e ambientali futuri.

#### Lo svolgimento dell'analisi degli strumenti

Tali strumenti possono essere analizzati per massime linee attraverso una *matrice di analisi*, allo scopo di:

- Comprendere se, e in che misura, tali strumenti prendano in considerazione il cambiamento climatico e si occupino già della risposta a tale cambiamento, nelle sue accezioni di mitigazione (riduzione delle emissioni di gas serra) e di adattamento (risposta agli impatti ed effetti riscontrati o previsti);
- Identificare gli elementi utili già presenti in tali strumenti per un confronto con obiettivi e misure proposti da documenti di riferimento per l'adattamento al cambiamento climatico come il Piano Nazionale di Adattamento ai cambiamenti climatici (PNACC) del Ministero dell'Ambiente e principalmente in linea con il presente PAESC.

A conclusione di tali indagini, si possono riportare sinteticamente i risultati della matrice di analisi utili ai fini della pianificazione di obiettivi e azioni di adattamento valide per i territori investigati.

### 4.4. L'analisi degli attori e portatori di interessi locali (*stakeholder*)

Gli "attori" costituiscono uno degli elementi costitutivi della definizione di *governance* utilizzata in questa sede. Essi comprendono, in linea generale, individui, gruppi, organizzazioni (ad es. agenzie, uffici, gruppi di lavoro, reti) afferenti alle pubbliche amministrazioni, alla ricerca scientifica, alla politica, all'imprenditoria e industria, e via discorrendo.

Il coinvolgimento di questi soggetti nel PAESC avviene per far emergere da tali soggetti esigenze, conoscenze e percezioni relativamente a elementi significativi per la messa a punto di un piano di azione di contrasto ai cambiamenti climatici e di individuazione e uso delle opportunità che possano derivarne. Tale processo abitualmente assume la forma di un percorso di partecipazione. In termini estremamente generali, gli *stakeholder* possono contribuire al miglioramento della qualità e della focalizzazione di un PAESC rispetto al contesto geografico e socioeconomico a cui esso si riferisca, ma anche all'assegnazione di priorità di intervento in sede di pianificazione e all'aumento dell'efficacia dell'intervento in sede di attuazione.

In linea con le teorie prevalenti relative all'analisi e alla strategia di azione rispetto ai portatori di interessi, è possibile individuare *stakeholder* primari e secondari, interni ed esterni rispetto all'ente promotore del PAESC.

Gli *stakeholder* primari sono in grado di influenzare direttamente la condotta dell'amministrazione responsabile del PAESC. Spesso si sovrappongono agli *stakeholder* interni, vista la natura diretta della loro relazione con l'Amministrazione. Ad esempio, dirigenti e funzionari delle amministrazioni comunali sono abitualmente compresi in questa categoria.

Gli *stakeholder* secondari sono in grado di influenzare solo indirettamente la condotta dell'amministrazione responsabile del PAESC: talora attraverso gli *stakeholder* primari, talora influenzando la relazione esistente tra gli *stakeholder* primari con l'amministrazione. Spesso coincidono almeno in parte con gli *stakeholder* esterni, in quanto non partecipano direttamente alle scelte decisionali dell'Amministrazione ma ne possono essere influenzati e talora sono in grado di influenzarne la condotta in termini generali. Ad esempio, gruppi di pressione, livelli di governo sovraordinati non direttamente collegati all'Amministrazione, associazioni, imprenditori e cittadini sono abitualmente compresi in questa categoria.

Le modalità di coinvolgimento delle categorie indicate possono essere molto diverse.

Gli *stakeholder* primari possono essere coinvolti direttamente nelle fasi di analisi territoriale (in quanto detentori di una quota rilevante di dati e informazioni utili per le fasi di inquadramento e valutazione del rischio), design e di declinazione strategica del Piano (in quanto conoscono nel dettaglio i processi amministrativi e decisionali interni all'ente responsabile).

Gli *stakeholder* secondari di norma non partecipano automaticamente alla redazione dei Piani. La loro partecipazione richiede un'azione di facilitazione e coinvolgimento e costituisce una scelta esplicita dell'ente responsabile per la pianificazione. Essi possono essere coinvolti in tutte le fasi del procedimento di pianificazione dell'adattamento, potendo contribuire a migliorare la qualità delle informazioni raccolte sin dalle prime fasi di analisi territoriale, tuttavia più classicamente intervengono in seguito alla messa a punto dell'analisi di rischio e vulnerabilità e svolgono un ruolo essenziale specialmente con riferimento all'analisi di rischio soggettivo territorializzato. Ad esempio, il coinvolgimento di *stakeholder* sia primari sia secondari può contribuire a esplorare questioni quali:

- Cosa si ritiene indispensabile considerare nel contesto emissivo e nell'analisi climatica dell'area (conoscenza)
- Quali azioni si vorrebbero inserire all'interno del PAESC o, più in generale, si vorrebbero attivare sul territorio (aspettativa)
- Come possono contribuire i singoli portatori di interesse alla politica di adattamento dell'area (impegno)

Le opinioni degli *stakeholder* possono essere analizzate al fine di migliorare la struttura e i contenuti del Piano. Ad esempio, possono essere allineate con la visione strategica complessiva ed eventualmente con i profili d'area elaborati.

L'ampia letteratura in tema di strategia di gestione dei portatori di interessi (*stakeholder management*) suggerisce inoltre numerose classificazioni di tali soggetti a cui fanno seguito altrettanto numerose possibilità di coinvolgimento e utilizzo strategico di questi ultimi.

Spesso attraverso il monitoraggio e il coinvolgimento di *stakeholder* è possibile migliorare la capacità di prevedere le tendenze che si verificheranno nell'ambiente esterno all'ente, migliorare la conoscenza e incrementare la capacità di assumere decisioni mediante l'assunzione di punti di vista esterni all'organizzazione verso l'interno e interni verso l'esterno dell'organizzazione stessa, infine permette di individuare le questioni di maggiore interesse per l'ente. La gestione degli *stakeholder*, basata su dimensioni quali potere, interesse, influenza, urgenza e legittimità, permette di costruire azioni in grado di aumentare il sostegno offerto da tali soggetti alle azioni di adattamento. Sempre più spesso la teoria e la pratica indicano come desiderabile l'avvio di relazioni cooperative anche con i portatori di interesse non collaborativi.

Inoltre, come accennato, gli *stakeholder* possono contribuire significativamente alla messa a punto di una valutazione soggettiva dei rischi climatici relativi all'area di indagine del PAESC mediante la condivisione delle rispettive percezioni, nonché fornire indicazioni utili all'attuazione ad esempio attraverso l'esplicitazione della loro propensione ad assumere comportamenti pro-ambientali e pro-adattativi sul territorio (si consideri ad esempio il ruolo delle scuole per le attività di educazione ambientale e quello dei volontari per il monitoraggio sul territorio).

Ai fini dell'analisi di rischio climatico, è utile ricordare che il Patto dei Sindaci indica esplicitamente alcune categorie di gruppi vulnerabili che possono diventare beneficiari di azioni di adattamento. Essi costituiscono altrettanti attori nel senso chiarito dalla definizione di *governance*. Sarà quindi opportuno valutare gli effetti positivi e negativi di ogni azione proposta su tali gruppi: infatti è noto che anche la transizione verso *società resilienti* presenta costi economici e sociali che possono riguardare in modo più marcato determinati gruppi della popolazione. Considerare la distribuzione di tali costi costituisce una pratica desiderabile in un processo avanzato e responsabile di pianificazione dell'adattamento.

In particolare, le Linee Guida del Patto dei Sindaci richiamano le seguenti categorie di gruppi vulnerabili della popolazione, da richiamare come interessate dagli effetti delle azioni-chiave di adattamento previste dal PAESC:

- *Women and girls*
- *Children*
- *Youth*
- *Elderly*
- *Marginalized groups*
- *Persons with disabilities*
- *Persons with chronic diseases*
- *Low-income households*
- *Unemployed persons*
- *Persons living in sub-standard housing*
- *Migrants & displaced people*

#### 4.5. Gli indicatori di sviluppo economico, umano e sociale compatibili con il clima

Le azioni di adattamento si qualificano come politiche lato sensu e hanno portata più ampia della sola mitigazione del rischio. La gestione del rischio richiede scelte dei decisori pubblici e privati

in merito alla predisposizione e attuazione di azioni, politiche, investimenti, modifiche gestionali che possono presentare effetti sulle prospettive di sviluppo sostenibile del territorio e sull'efficienza ed efficacia della decisione rispetto a variabili di governance (processi, altre politiche, gruppi di interesse, ecc.). Sia le dinamiche di sviluppo economico sostenibile, sia il sistema di governance di un territorio possono essere rappresentati da gruppi di indicatori territoriali, come quelli sviluppati con riferimento agli SDG nell'ambito dell'attuazione regionale, locale o urbana della Strategia Nazionale di Sviluppo Sostenibile e quelli di governance proposti dal PNACC.

Pertanto, attraverso la considerazione contestuale delle dimensioni di rischio climatico, sviluppo sostenibile e governance, le azioni di adattamento possono essere valutate attraverso indicatori territoriali di tipo economico e sociale, classificati e raggruppati in base a quattro categorie standard di fattori: umano, economico, infrastrutturale e naturale. L'analisi dei valori assunti dagli indicatori permette la stima delle tre dimensioni considerate.

Uno sviluppo compatibile con il clima, in linea generale, dovrebbe minimizzare i danni causati dagli impatti climatici al tempo stesso massimizzando le opportunità di sviluppo economico, sociale e umano generate da uno scenario futuro caratterizzato da bassi livelli di emissioni di CO2 e da un maggior livello di resilienza. In particolare, questo modello di sviluppo ricercerebbe quelle opportunità qualificabili come co-beneficiali in quanto in grado di generare al contempo risultati desiderabili per un set di obiettivi apparentemente distinti, e in particolare: la mitigazione, l'adattamento e lo sviluppo economico e umano di un territorio (Figura 2).

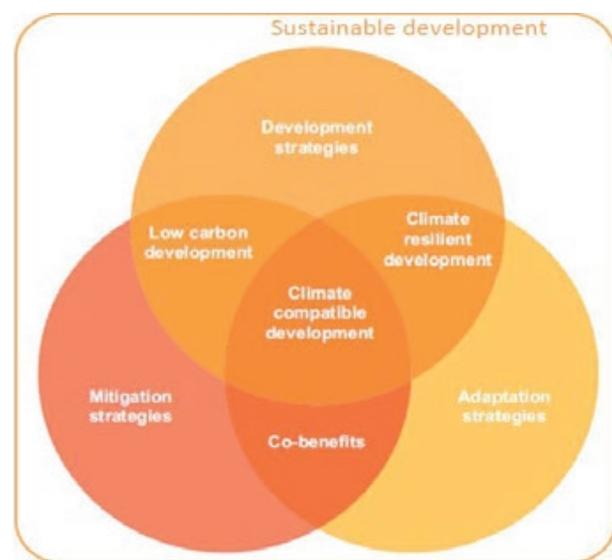


Figura 2. Modello di sviluppo compatibile con il clima.

Gli indicatori di sviluppo sostenibile permettono di valutare l'andamento di variabili sociali ed economiche in linea con un obiettivo complessivo di sostenibilità e indicherebbero un sentiero di sviluppo climaticamente compatibile, in base a cui è possibile monitorare e qualificare il progresso nell'attuazione di misure di adattamento ai cambiamenti climatici su territori specifici non necessariamente coincidenti con le ripartizioni amministrative prevalenti, quindi anche a livello sub-comunale o, di converso, di aggregazione tra comuni.

A questo proposito, si presentano di seguito due diversi sistemi di indicatori sviluppati di recente che permettono di ancorare le scelte di adattamento locale ai cambiamenti climatici con le Strategie nazionale e regionali di Sviluppo Sostenibile (attraverso il legame con gli SDG), con riferimento a contesti urbani e misti.

La *Urban Climate Action Impacts Framework* (UCAIF), ovvero Schema Quadro degli Effetti delle Azioni per il Clima, presentata in questo report è un primo tentativo di fornire una struttura per la raccolta di prove sugli effetti in senso lato delle politiche climatiche e di fare luce sul processo attraverso cui quegli effetti si originano (Tabella 19). Lo Schema Quadro si compone di una Tassonomia degli Impatti delle Azioni per il Clima e un set di logiche di intervento che mappano le Catene di Effetti delle Azioni per il Clima (Catene), che descrivono i rapporti causali tra le azioni e i loro possibili effetti, sia positivi, sia negativi. Scopo dello Schema Quadro è quindi quello di esplorare e tenere traccia degli effetti, ovvero di come le azioni per il clima si traducono in conseguenze di ampio spettro per la società, la salute, l'economia e l'ambiente. Lo Schema Quadro può essere utilizzato in due direzioni: o per anticipare quale possa essere l'effetto di una data azione, o al contrario per capire quale azione possa produrre un determinato risultato, dato l'effetto che si vuole raggiungere.

TEMA	CATEGORIA di IMPATTO	IMPATTO	SDG#	Gruppo Specifico	Descrizione
IMPATTI SOCIALI	Salute	Salute fisica	2, 3	Pericoli per la salute e di morte	Measures of the incidence of hazards to health (such as injury, traffic accidents and diseases) and of improvements to the ability to live long and healthy lives such as healthcare, healthy food and vaccination in relation to issues such as premature mortality, cardiovascular and respiratory health, child health.
				Disabilità	Prevalence of disability in the population and impacts on life quality.
		Salute mentale	3	Attività fisica	Prevalence of physical activity in the population and impacts of physical activity.
	Qualità della vita e vivibilità	Housing	7, 11	Accessibilità del mercato immobiliare	Cost of housing to urban populations relative to total income or spending.
		Equilibrio vita-lavoro	1, 5, 8, 11	Disponibilità di abitazioni	Availability of decent and affordable housing to urban populations.
		Pace e sicurezza (security)	5, 10, 11, 16	Qualità delle abitazioni	Size of the living area and access to infrastructure, services and basic amenities.

IMPATTI SOCIALI	Qualità della vita e vivibilità	Attrattività	11	Attrattività delle città	Aspects of the city contributing to its attractiveness, such as access to infrastructure and services, public space, aesthetics, cultural heritage, economic opportunities, and others. Can be evidenced by changes in a city's population and tourism or visits.
	Cultura	Ricchezza culturale e patrimonio	4, 11	Diversità culturale	Diversity of cultural activities to engage in for citizens.
				Protezione del patrimonio culturale	Measures for and extent of cultural heritage protection. Can be evidenced by the public budget for cultural heritage.
		Educazione	4, 8, 12	Accessibilità dell'educazione	Cost of education provision (for public or private sector) and of access to education (for households, relative to total income or spending).
				Disponibilità dell'educazione	Proximity to affordable educational institutions, facilities and resources (including schools, universities, libraries).
				Qualità dell'educazione	Provision of education and of attention by trained staff.
		Consapevolezza sull'ambiente e la salute e comportamento	5	Educazione al ciclo dei rifiuti	Citizens' awareness and behaviour with regard to waste, including littering, recycling habits, home composting, and others.
				Educazione agli usi energetici	Citizens' awareness and behaviour with regard to energy use, including habits for energy efficiency and knowledge of efficient and clean household energy solutions.
				Educazione agli usi dell'acqua	Citizens' awareness and use of water, including habits for efficient water use and knowledge of efficient household water solutions.

IMPATTI SOCIALI	Cultura	Consapevolezza sull'ambiente e la salute e comportamento	5	Educazione all'igiene e alla sanità	Citizen's awareness and habits with regards to hygiene and sanitation, including basic sanitation methods such as hand-washing and toilet usage.
				Comportamenti nel viaggiare e nella mobilità	Citizens' awareness and habits with regard to travel and commuting, including use of active transport modes, public transport, personal vehicles, car sharing, and other relevant modes or services.
				Sex education	Citizens' awareness and habits with regard to sex and family planning, with impacts on a city's population.
				Consumi di cibo e educazione alle diete	Citizens' awareness and habits with regard to food consumption and diets, including healthy eating, food environmental impacts, and other relevant aspects.
		Partecipazione sociale	11	Partecipazione sociale	Citizens' participation in civic associations related to all areas and to climate action.
				Coesione nelle comunità	Sense of community among citizens with impacts related to safety, solidarity, success of community-scale projects, and others.
		Buona governance	11, 12, 14, 16, 17	Inclusività	Inclusion of key stakeholders in the policymaking process
				Giustizia	Fairness, impartiality and independence of justice and law enforcement
				Democrazia locale	Adherence to principles of democracy and citizen participation in cities
				Policy-making basato su evidenze	Adherence to principles of and use of tools for evidence-based policy
		Policy-making basato su evidenze	Adherence to principles of and use of tools for evidence-based policy		

Tabella 19. La Urban Climate Action Impacts Framework (UCAIF).

Per identificare un quadro di informazione statistico condiviso quale strumento di monitoraggio e valutazione dei progressi dei Paesi di tutto il mondo verso gli obiettivi dell'Agenda UN 2030, la Commissione Statistica delle Nazioni Unite ha definito un insieme di oltre 200 indicatori. Per l'Italia, l'Istat, insieme al Sistan, è impegnato nella produzione di misure statistiche per il monitoraggio dei progressi verso i Sustainable Development Goals (SDG) che considerano sia gli indicatori della Commissione delle Nazioni Unite sia dati specifici di contesto nazionale, anche derivanti dal *framework* del Benessere Equo e Sostenibile (Bes). Istat fornisce pertanto una raccolta di misure statistiche per il monitoraggio dei SDG relative alle Regioni e alle Province autonome con riferimento all'ultimo anno disponibile (Tabella 20).

Fonte	Indicatore	1. Acqua	2. Agri	3. Foreste	4. Bio	5. Tur	6. Rischi	7. Ener	8. Calore
SDG.1.4.1	Famiglie molto o abbastanza soddisfatte per la continuità del servizio elettrico (Istat, 2019, %)							X	*
SDG.1.4.1	Famiglie che lamentano irregolarità nell'erogazione di acqua (Istat, 2019, %)	X							
SDG.6.1.1	Acqua erogata pro capite (Istat, 2015, litri/abitante/giorno)	X				X			
SDG.6.1.1	Famiglie che lamentano irregolarità nell'erogazione di acqua (Istat, 2019, %)	X				X			
SDG.6.3.2	Percentuale di corpi idrici che hanno raggiunto l'obiettivo di qualità ecologica sul totale dei corpi idrici delle acque superficiali (fiumi e laghi) (Ispra, Qualità elevata e buona, %)	X							
SDG.6.4.2	Prelievi di acqua per uso potabile (Istat, 2018, Milioni di m <sup>3</sup> )	X				X			
SDG.7.1.1	Famiglie molto o abbastanza soddisfatte per la continuità del servizio elettrico (Istat, 2019, %)							X	
SDG.7.2.1	Quota di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia (GSE- Gestore dei Servizi Energetici, 2017, %)							X	
SDG.7.2.1	Consumi di energia da fonti rinnovabili escluso settore trasporti (in percentuale del consumo finale lordo di energia) (GSE- Gestore dei Servizi Energetici, 2017, %)							X	

SDG.7.2.1	Consumi di energia da fonti rinnovabili nel settore termico (in percentuale del consumo finale lordo di energia) (GSE- Gestore dei Servizi Energetici, 2017, %)									X
SDG.7.2.1	Energia da fonti rinnovabili - Quota di energia elettrica da fonti rinnovabili sul consumo interno lordo di energia elettrica (Terna Spa, 2018, %)									X
SDG.7.2.1	Consumi di energia da fonti rinnovabili nel settore trasporti (in percentuale del consumo finale lordo di energia) (GSE- Gestore dei Servizi Energetici, 2017, %)									X
SDG.8.5.2	Tasso di disoccupazione (Istat, 2019, %)		*					X		
SDG.8.5.2	Tasso di mancata partecipazione al lavoro (Istat, 2019, %)		*					X		
SDG.8.5.2	Tasso di occupazione (15-64 anni) (Istat, 2019, %)		*					X		
SDG.8.5.2	Tasso di occupazione (20-64 anni) (Istat, 2019, %)		*					X		
SDG.8.5.2	Percentuale occupati sul totale popolazione (Istat, 2019, %)		*					X		
SDG.11.5.1	Popolazione esposta al rischio di frane (Ispra, 2017, %)									X
SDG.11.5.1	Popolazione esposta al rischio di alluvioni (Ispra, 2017, %)									X
SDG.11.7.1	Incidenza delle aree di verde urbano sulla superficie urbanizzata delle città (Istat, 2018, m2 per 100 m2 di superficie urbanizzata)									
SDG.12.b.1	Incidenza del turismo sui rifiuti (Ispra, 2017, kg / abitante equivalente)							*		

SDG.12.b.1	Indice di intensità turistica (Istat, 2018, per 1.000 abitanti)					X			
SDG.12.b.1	Presenze in esercizi ricettivi open air, agriturismi e rifugi montani sul totale delle presenze in esercizi ricettivi (%) (Istat, 2018, %)					X			
SDG.13.1.1	Popolazione esposta al rischio di alluvioni (Ispra, 2017, %)						X		
SDG.13.1.1	Popolazione esposta al rischio di frane (Ispra, 2017, %)						X		
SDG.13.1.1	Impatto degli incendi boschivi: Superficie percorsa dal fuoco (Istat, Elaborazione su dati Corpo forestale dello Stato e Protezione Civile (2005-2015) e Comando Carabinieri Tutela forestale, Nucleo Informativo Antincendio Boschivo (2016-2017), 2018, per 1.000 kmq)			*					
SDG.15.1.1	Aree forestali in rapporto alla superficie terrestre (FAO e INFC, 2015, %)			X					
SDG.15.1.1	Coefficiente di boscosità (Elaborazioni ISPRA su dati FAO e Istat su dati INFC, 2015, %)			X					
SDG.15.1.2	Aree protette (Istat, Elaborazione su dati Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare, 2017, %)					X			
SDG.15.3.1	Frammentazione del territorio naturale e agricolo (Ispra, 2018, %)		X						

Tabella 20. Tavola riepilogativa degli indicatori correlati agli obiettivi di Sviluppo sostenibile (fonte ISTAT) riferiti ad alcune categorie di impatto climatico.

Gli indicatori di sviluppo sostenibile possono essere integrati nelle schede relative alle azioni chiave per l'adattamento.

#### 4.6. Gli indicatori di governance delle misure di adattamento

Gli indicatori di governance permettono di valutare l'efficienza e l'efficacia del processo di governance di ogni azione, inteso come equilibrio dinamico tra politiche, misure, attori, conoscenze e reciproche interazioni (Tabella 21). I decisori possono esprimere discrezionalmente la loro preferenza complessiva rispetto alle tre dimensioni di rischio, sviluppo sostenibile e governance, che può essere applicata a ogni azione proposta. Questo meccanismo permette di considerare sia l'efficacia dell'azione sia la preferenza del decisore nella scelta e quindi di fornire un'informazione completa e consapevole sia del valore dell'azione in sé, sia della coerenza della stessa rispetto alle priorità definite dal decisore.

Gli indicatori di governance possono essere integrati nelle schede relative alle azioni chiave per l'adattamento.

Categoria	Strumento di riferimento	Indicatore
Piani e strategie	Piani e strategie	Mantenimento / aumento della produttività delle attività economiche
		Diminuzione della perdita di habitat a causa di cambiamenti climatici (ha e tipi di habitat)
		Aumento dell'estensione (ha) delle aree protette
		Riduzione dei danni (economici e ambientali) legati a eventi siccitosi
		Diminuzione dei ritardi di trasporto (frequenza, tempi) dovuti a condizioni meteorologiche estreme
		Riduzione degli incidenti indotti da condizioni meteorologiche estreme
		Numero di persone coinvolte nelle campagne di preparazione alle emergenze e di evacuazione
		Aumento del numero di edifici protetti dalle inondazioni fluviali e marine
		Riduzione del numero di decessi legati a estremi di temperatura e eventi meteo estremi
		Riduzione del numero di ricoveri ospedalieri legati a estremi di temperatura e eventi meteo estremi
		Aumento del numero di specie forestali adattate alle mutevoli condizioni climatiche o di specie forestali resilienti
		Miglioramento dello status ecologico delle acque
		Riduzione della frequenza dei fenomeni di dissesto idrogeologico
Riduzione del numero di nuove strutture costruite in zone vulnerabili		

		Riduzione del numero di persone che vivono in zone ad alto rischio
		Miglioramento dell'indice di funzionalità fluviale
		Km lineari di costa ad elevato valore naturalistico
		Aumento dei regolamenti edilizi (o formule alternative) che incorporano indicatori di efficienza climatica
		Diminuzione del rapporto eventi ex ante e post-intervento a parità di condizioni al contorno
		Riduzione dei danni (economici o ambientali) e intensità degli incendi boschivi
		Riduzione delle aree forestali o ricoperte di vegetazione soggette a rischio di incendio
		Numero di piani regionali e locali che prendono in considerazione l'adattamento
		Aumento della produzione di energia da fonti rinnovabili
Indirizzo	Buone pratiche	Aumento della qualità delle risorse naturali
	Linee guida	Numero di regioni che aggiornano le rispettive norme di riferimento
	Sperimentazione e progetti pilota	Aumento del numero di specie
Adegua- menti leg- islazione e regolativi	Adegua- menti leg- islativi e regolativi	Aggiornamento delle procedure di VAS/ VIA
		Aumento del numero di città con protocolli attivi (ad es. il controllo sostenibile dei vettori di malattie)
Strumenti economici e finanziari	Compensazioni / Incentivi economici e finanziari / Assicurazioni e altri strumenti del trasferimento di rischio	Protezione finanziaria dagli impatti economici derivanti da eventi meteorologici estremi
	Certificazioni ambientali	Aumento assoluto (euro) e relativo (%) della redditività economica delle singole attività produttive
	Assicurazioni e altri strumenti del trasferimento di rischio	Valutazione economica dei danni non coperti da strumenti assicurativi
		Riduzione degli impatti derivanti da eventi climatici dannosi
Incentivi economici e finanziari	Area sottratta all'abbandono	
	Aumento della biodiversità	

		Risparmio della risorsa idrica
		Diminuzione dei consumi dell'impresa a parità di redditività di produzione
		Sopravvivenza dell'impresa a 5 anni dall' implementazione
		Aumento dell'efficienza energetica
		Riduzione della domanda
		Finanziamento sostenibile delle infrastrutture
		Riduzione delle aree abitate nella zona costiera prive di misure di difesa
	Piano di investimenti	Riduzione delle aree soggette a dissesto idrogeologico
		Incremento delle aree ripristinate in seguito a calamità naturali o eventi catastrofici (ha)
		Riduzione dei danni (euro) alle infrastrutture grazie alle opere di prevenzione realizzate
Organiz- zazione e gestione	Diversificazione delle strategie aziendali	Mantenimento della produttività culturale
	Organizzazione della protezione civile a livello locale	Aumento del numero di attori / organizzazioni coinvolte nelle reti internazionali di supporto rilevanti per l'adattamento
		Aumento della copertura regionale e nazionale dei controlli effettuati
Partenariato e parteci- pazione	Coordinamento intersettoriale, tavoli, comitati e reti	Numero di attori coinvolti, settori coperti e aree territoriali rappresentate

Tabella 21. Indicatori di governance (PNACC).

## 5. QUARTA FASE GENERALE: LA VISION, GLI OBIETTIVI E LE AZIONI

### 5.1. Il concetto di “profilo d’area” come chiave di lettura del Piano di adattamento

Sulla base dell’analisi territoriale svolta con riferimento all’area oggetto di indagine ai fini della redazione del PAESC, secondo la metodologia descritta nei paragrafi precedenti, in cui sono stati affrontati gli aspetti distintivi dell’area con riferimento agli ambiti territoriali nella sezione di inquadramento, e dell’analisi di pericolo climatico, rischio e vulnerabilità, è possibile individuare un numero limitato di dimensioni-chiave per la Città o l’area analizzata (a seconda delle competenze amministrative competenti per l’attuazione del PAESC o dei PAESC realizzati).

Per ciascuna di tali dimensioni è possibile elaborare un profilo caratterizzante della città o dei centri interessati dalle analisi svolte nell’ambito del PAESC. I profili offrono un’interpretazione specifica dell’area in analisi, a partire dalla combinazione di elementi caratteristici di tipo fisico-geografico, storico-culturale, sociale, demografico ed economico. Benché possano esservi alcune aree del territorio comunale più rappresentative delle dimensioni dei profili, esse non si riferiscono mai a specifiche zone della città o dell’area, ma a *caratteristiche* considerate ricorrenti entro i confini definiti per l’area di indagine.

I profili risultanti intendono, nel complesso, fornire una lettura multidimensionale e dinamica della complessità del tessuto urbano, infrastrutturale ed ecologico dell’area considerata, concentrandosi su aspetti centrali per il futuro di tale territorio, ampiamente riconosciuti e percepibili direttamente dai cittadini, dalle imprese e dalle Amministrazioni comunali.

In sede di analisi di rischio e vulnerabilità possono emergere informazioni essenziali per una compilazione soddisfacente dei profili. Infatti, sia in sede di definizione dell’inquadramento territoriale, sia durante gli incontri con esperti e portatori di interessi locali è possibile raccogliere informazioni di base che possono essere usate per individuare un insieme ristretto di ambiti intesi inizialmente quali ipotesi di indagine per le successive valutazioni di vulnerabilità e rischio. Essi suggeriscono di porre particolare cura nell’analisi di alcuni aspetti salienti dal punto di vista naturale, urbanistico e socioeconomico dell’area di indagine. Tali ambiti possono essere vagliati nel corso dell’analisi di rischio rispetto alle variabili di pericolo (H), elementi esposti (E), fattori di vulnerabilità (V) e – infine – di rischio climatico (R), attraverso l’attribuzione di indicatori selezionati (analisi oggettiva) e l’elicitazione delle percezioni di cittadini ed esperti (analisi soggettiva). A ciascuno dei profili così individuati, in una fase successiva, si suggerisce di associare un obiettivo generale di adattamento, considerato primario per tale profilo (obiettivo-chiave).

I profili possono anche essere interpretati come possibili direzioni di sviluppo sostenibile per le città interessate, a cui fare riferimento sia per la definizione di scelte politico-amministrative, sia per investimenti e decisioni private.

In sostanza, la descrizione di ciascun profilo dovrebbe fornire:

1. un titolo sintetico che rappresenti efficacemente i contenuti salienti della caratteristica cittadina prevalente nel profilo in questione;
2. una breve descrizione della motivazione dell’assegnazione della caratteristica prevalente al profilo elaborata sulla base dell’inquadramento territoriale;
3. una breve descrizione della motivazione dell’assegnazione della caratteristica prevalente al profilo elaborata sulla base dell’analisi di rischio territoriale;

4. l’enunciazione sintetica dell’obiettivo-chiave di adattamento associato al profilo;
5. una lista dei settori standard di adattamento associati al profilo (tra quelli usati lungo tutto il PAESC, che potrebbero ragionevolmente essere quelli indicati dal Patto dei Sindaci o quelli inclusi nel PNACC).

### 5.2. L’obiettivo di un Piano di Adattamento: territori più resilienti agli effetti negativi del cambiamento climatico

Il macro-obiettivo a cui un PAESC dovrebbe tendere, secondo le Linee Guida per la compilazione del Piano stesso consisterebbe nel conseguimento di “*territori più resilienti agli effetti negativi del cambiamento climatico*”. A esso si affiancano tipicamente obiettivi relativi agli aspetti di mitigazione delle emissioni, che spesso includono anche considerazioni sulla mobilità.

Nel caso dell’adattamento, si tratta di un obiettivo valido ma riduttivo che sembra trascurare le opportunità che i cambiamenti climatici possono generare a vantaggio dei territori e di un ventaglio di *stakeholder*, che possono essere oggetto di decisioni strategiche.

Infatti, vi sono almeno tre *driver* significativi per l’azione di adattamento in un territorio:

1. la mitigazione o minimizzazione del rischio o del danno;
2. la massimizzazione delle opportunità di sviluppo territoriale o miglioramento della qualità della vita connesse ai cambiamenti climatici e all’adozione di specifiche azioni di adattamento;
3. la considerazione della dimensione sociale e distributiva della transizione verso società resilienti<sup>5</sup>.

Una volta individuato un macro-obiettivo coerente con questi *driver*, esso dovrebbe essere declinato con riferimento al territorio che costituisce l’oggetto specifico del PAESC. Gli aspetti salienti dei profili d’area e dei rischi prevalenti in ciascuno possono essere riassunti nella breve descrizione che se ne offre. In particolare, come si vedrà, per ciascun profilo d’area è raccomandabile declinare un obiettivo specifico allineato con il macro-obiettivo di adattamento scelto per l’area – e quindi per il PAESC – nel suo complesso. In sede di pianificazione dell’adattamento sarà possibile declinare nel dettaglio il macro-obiettivo scelto e soprattutto gli obiettivi associati ai profili d’area attraverso le singole azioni di adattamento di cui meglio si dirà nella sezione dedicata.

Come accennato, è raccomandabile ampliare la portata del macro-obiettivo e soprattutto dei contenuti delle azioni di adattamento proposte in modo da includervi l’identificazione e lo sfruttamento delle opportunità che si possano manifestare in conseguenza degli effetti fisici, economici, sociali e politici dei cambiamenti climatici. Tali opportunità sono spesso in grado di attivare iniziative private che contribuiscono allo sviluppo economico sostenibile dell’area oggetto di pianificazione.

### 5.2. Selezione delle azioni di adattamento

Le azioni dovranno essere elaborate sulla base dell’analisi degli obiettivi di adattamento individuati per ciascuno dei profili di città definiti a partire dalle caratteristiche fisiche, geografiche, economiche e sociali del territorio comunale.

Ogni azione dovrà rispondere all’obiettivo di adattamento assegnato ad ogni profilo di città e dovrà considerarsi un’azione-chiave. È possibile inserire anche azioni-chiave aggiuntive, di

5. Un’ulteriore condizione meritevole di essere tenuta in conto è quella dell’efficacia ed efficienza delle scelte di *governance* attuate per realizzare gli obiettivi del PAESC, che possono essere valutate con diversi criteri, come si accenna nella sezione dedicata alla *governance* di queste Linee Guida.

natura trasversale rispetto ai profili. Inoltre, è possibile considerare una forma di adattamento anche le azioni ad hoc di sensibilizzazione, formazione e comunicazione circa il PAESC presso gruppi di attori interessati.

La selezione delle azioni può essere basata su un processo analitico di tipo qualitativo, che tenga conto dei profili di città individuati per il territorio considerato, delle categorie di intervento a essi associati e di quelli prioritari per ciascuno di essi (opzioni) derivanti dai risultati della Valutazione di rischio e vulnerabilità (VRV), dalle interviste e i questionari con esperti e cittadini e dal relativo processo di definizione degli obiettivi di adattamento per ogni partizione di città. Al fine di conformarsi a un set di azioni scientificamente validate e inserite in piani e strumenti finalizzati all'adattamento ai cambiamenti climatici, la selezione può essere basata su una ricerca di letteratura e di politiche climatiche che tenga conto di una pluralità di fonti e porti a selezionare un gruppo iniziale di azioni potenziali, tutte applicate o inserite in strumenti di pianificazione o programmazione di livello locale e sub-regionale principalmente in località italiane (ma anche internazionali). A ognuna di tali azioni è possibile poi assegnare prioritariamente i profili di città più pertinenti e i relativi obiettivi di adattamento, i settori coinvolti e un'opzione tra quelle individuate in sede di VRV. Successivamente, attraverso una valutazione qualitativa possono essere individuate le azioni prioritarie per selezioni successive che permettono di identificare almeno un'azione-chiave per ogni profilo di città emerso.

Per ogni azione-chiave (incluse le eventuali trasversali) si dovranno fornire le seguenti informazioni, come indicato nella figura esemplificativa seguente (Figura 3): una breve descrizione, l'obiettivo specifico, i settori interessati, il profilo di città interessato, lo stato di avanzamento, l'eventuale relazione con azioni di mitigazione (co-benefici), i tempi di attuazione, l'indicatore da utilizzare per valutarne l'efficacia e altri indicatori passibili di variazioni in ragione dell'attuazione dell'azione (intesi a valutare gli effetti dell'attuazione dell'azione sulle macro-dimensioni della politica di adattamento cittadina: rischio, sviluppo sostenibile e *governance*), gli Uffici comunali competenti e il personale di riferimento, i piani e i programmi locali in sinergia, i portatori di interessi (*stakeholder*) e i gruppi coinvolti nell'attuazione, i benefici attesi, i costi stimati e alcune indicazioni sulla sostenibilità finanziaria dell'azione.

TITOLO						
Priorità	Rischi climatici	Macro-obiettivo	Profilo	Settore (I)	Settore (II)	Governance
<b>Stato di implementazione</b>		<b>Descrizione</b>				
(categorie: completata, in corso, posticipata/annullata, non avviata)						
<b>Indicatori di risultato e di monitoraggio</b>		Risultati/Obiettivo				
•						

<b>Indicatori relativi a target SDG</b>		Parti interessate
•		
<b>Indicatori di governance</b>		Gruppi vulnerabili
•		
<b>Caratterizzazione temporale</b>		
2022-2026	Attuazione: N anni	
<b>Aspetti economico-finanziari</b>		
Costo totale pianificato stimato		
Fonte di finanziamento		
Danni evitati Benefici attesi		
Aspettativa di vita azione / benefici attesi		
ROI		
<b>Aspetti di governance</b>		
Ufficio Com. Resp.		•
Piani e programmi		•

Figura 10. Schema scheda azione-chiave adattamento.

## 6. QUINTA FASE GENERALE: SISTEMA DI MONITORAGGIO

### 6.1. Reporting

Una sottomissione formale del PAESC comporta, a cura dei firmatari, il reporting periodico dei progressi relativi alle azioni individuate nel Piano stesso. Il comune firmatario comunica al Patto dei Sindaci (PdS) l'avanzamento nell'attuazione di tali azioni e alcuni dettagli specifici. Questo richiede che gli Uffici comunali competenti siano in grado di fornire non solo informazioni sulle azioni come descritte nelle schede, ma anche informazioni che si rendono disponibili solo in fase di effettiva attuazione delle stesse, in quanto relative all'andamento degli indicatori di monitoraggio, alle spese sostenute, ai benefici individuati e ad altri aspetti finanziari circa la copertura delle spese di attuazione del PAESC.

In particolare, le schede relative alle azioni di adattamento propongono una selezione di indicatori da usare in sede di *reporting*. Una variazione (generalmente positiva) del valore di tali indicatori nel periodo di riferimento indica un avanzamento nell'attuazione delle azioni. Alcuni degli indicatori proposti hanno natura qualitativa, riferendosi a stime qualitative che in alcuni casi sono traducibili in termini quantitativi (ad es. i benefici diretti e indiretti di un'azione nell'ambito di un'analisi costi-benefici). Ciò, tuttavia, non è richiesto obbligatoriamente, né esiste una metodologia standardizzata di calcolo, per cui assumendo che ogni comune adotti la propria sarà possibile istruire solo confronti di performance relativi a ciascun comune e mai di tipo intercomunale e tra territori diversi.

All'Amministrazione si richiede di riportare dei valori (anche stimati) relativamente a una serie di indicatori scelti in sede di pianificazione dall'Amministrazione stessa, inclusi nel *template* sviluppato dal PdS (Tabella 22 e Tabella 23).

ID#	Sector	Indicator	Measurement unit	Numerical value
1.1	Agriculture & Forestry	% of agriculture losses from extreme weather conditions/events (e.g. drought/ water scarcity, soil erosion)	%	
1.8	Buildings	Number or % of (public/residential/tertiary) buildings damaged by extreme weather conditions/events	(per year / over a certain period)	
1.9	Civil Protection & Emergency	Average response time (in min.) for police/ fire-fighters/emergency services in case of extreme weather events	min.	
1.10	Environment & Biodiversity	% of areas affected by soil erosion / soil quality degradation	%	
1.14	Health	Number of people injured/evacuated/ relocated due to extreme weather event(s) (e.g. heat or cold waves)	(per year / over a certain period)	

Tabella 22. Indicatori di reporting su base settoriale (Patto dei Sindaci).

ID#	Adaptive capacity factor	Indicator	Measurement unit	Numerical value
2.1	Socio-economic	% of public funds available to address a climate hazard and its impacts (e.g. fire, flood, heatwave, etc)	%	
2.6	Governmental & institutional	% change in green & blue infrastructure/ areas (e.g. through new urban planning regulation/policy)	%	
2.7	Physical & environmental	Length of transport network (e.g. road/rail) located in areas at risk (e.g. flood/drought/ heat wave/ forest or land fire)	Km	
2.11	Knowledge & technology	Hours needed to inform population of a risk via an early warning system	hours	

Tabella 23. Indicatori di capacità adattativa (Patto dei Sindaci).

### Reporting finanziario

Il reporting finanziario costituisce un aspetto importante ma spesso di complessa determinazione per gli enti promotori di un PAESC. È infatti particolarmente impegnativo per i comuni individuare risorse finanziarie ad hoc per l'attuazione delle azioni in sede di pianificazione economico-finanziaria.

L'analisi finanziaria delle azioni di adattamento presenta un significativo grado di discrezionalità, prestandosi all'uso di valori stimati, spesso di complessa e incerta determinazione (v. indicatori 6, 7, 8 in Tabella 24 che richiedono valutazioni e stime di ordine necessariamente discrezionale, specialmente qualora si considerino benefici e danni evitati). Particolare rilievo assumono le informazioni di natura finanziaria relative alle spese associate alla messa in opera delle azioni di adattamento, che dipendono da una valutazione interna all'ente chiamato al reporting sia con riferimento agli importi effettivi o stimati (v. indicatori 2, 4, 5, 8) sia alle coperture finanziarie delle spese (v. indicatore 3).

Di seguito si riportano i principali indicatori oggetto del reporting periodico al Patto dei Sindaci, con un breve commento.

N.	Indicatore PAESC	Descrizione operativa
1	Indicatori di monitoraggio	Tutti quelli individuati in sede di definizione delle azioni di adattamento, da riportare con riferimento agli anni di riferimento in modo da mostrarne l'evoluzione
2	Costo totale pianificato	Riportare il costo totale stimato per l'attuazione dell'azione di adattamento

3	Fonte di finanziamento	Indicare se si tratta e in quale misura di: risorse proprie dell'ente locale; fondi e programmi regionali; fondi e programmi nazionali; fondi e programmi dell'UE; partenariati pubblico-privati; partenariati privati (ad es. una combinazione di investimenti privati); altro. Idealmente è possibile specificare la composizione dell'investimento e delle quote dello stesso finanziate da diverse fonti.
4	Costo investimento	Indicare la stima del costo dell'investimento aggiuntivo collegato a riduzione di vulnerabilità / mitigazione rischio / etc. Trattandosi di una stima, ciò comporterà un grado di arbitrarietà nell'assegnazione di un valore.
5	Costi non correlati all'investimento	Indicare l'importo non correlato al finanziamento della misura, ma relativo ai costi sostenuti per mantenere un elemento in buone condizioni e/o in buono stato di funzionamento
6	Danni evitati / benefici	Indicare la stima dei costi approssimativi (previsti) per i danni evitati o i benefici ottenuti a seguito dell'implementazione dell'azione di adattamento, in Euro. Qualora si consideri il valore stimato dei benefici o dei minori costi correlati all'azione, ciò comporterà comunque un grado di arbitrarietà circa il valore assegnato.
7	Aspettativa di vita dell'azione rispetto alla durata dei danni evitati/benefici	Indicare il numero di anni durante i quali l'azione abbia contribuito ad evitare i costi o ad accrescere i benefici, nell'ambito dell'orizzonte temporale considerato dal PAESC.
8	ROI	Indicare il rapporto tra il denaro guadagnato o perso sull'investimento rispetto all'importo investito, in percentuale (Risparmio finanziario attualizzato atteso meno l'investimento attualizzato/diviso per investimento attualizzato * 100). Non è specificato se il ROI possa considerare il valore stimato dei benefici o dei minori costi correlati all'azione, ciò comporterebbe comunque un grado di arbitrarietà circa il valore assegnato all'indice.
9	Posti di lavoro generati (full-time)	Indicare nuovi posti di lavoro creati, in termini di posti di lavoro a tempo pieno

Tabella 24. Principali indicatori oggetto del reporting periodico al Patto dei Sindaci.

## 6.2. Il finanziamento delle azioni di adattamento locale

La letteratura sulla finanza per l'adattamento ai cambiamenti climatici è principalmente orientata a individuare metriche per stimare il contributo di flussi finanziari al conseguimento di obiettivi e azioni di adattamento.

Lo svolgimento di tale valutazione ex ante (cioè in fase di definizione di un progetto) permetterebbe di selezionare le soluzioni più convincenti, tuttavia la stima degli effetti di un singolo progetto di adattamento presenta un elevato grado di incertezza.

Per questi motivi, le valutazioni finanziarie di un progetto o azione di adattamento si pongono in genere due obiettivi: il primo è una valutazione di qualità progettuale riferita agli input necessari per la realizzazione del progetto/azione, il secondo è una valutazione dei risultati del progetto/azione (che possono distinguersi in output e outcomes, come si vedrà meglio di seguito).

È emerso un certo accordo tra gli analisti circa il fatto che le valutazioni per ciascuno di tali aspetti andrebbero svolte rispetto a quattro principi-chiave e su almeno tre scale spaziali, riportate e definite nelle due tabelle che seguono (Tabella 25 e Tabella 26). A riguardo giova ricordare che per scala si intende la portata delle azioni di adattamento a diversi livelli: da quello dell'effetto di una singola azione su un particolare bene, agli effetti su un sistema socioeconomico complesso, fino agli effetti dell'intero piano di adattamento valutati relativamente a un bene particolare o all'intero sistema.

Principio	Descrizione
<i>Specificità di contesto</i>	L'azione/progetto presenta caratteristiche riconducibili direttamente agli obiettivi di adattamento individuati, al territorio e agli stakeholder interessati
<i>Compatibilità con l'orizzonte temporale degli scenari climatici considerati</i>	L'azione/progetto presenta capacità di generare benefici per un periodo compatibile con l'orizzonte temporale dei cambiamenti climatici indicati dagli scenari considerati
<i>Considerazione dell'incertezza del clima futuro</i>	L'azione/progetto prevede soluzioni in grado di permettere una sua gestione flessibile in considerazione dell'incertezza associata all'evoluzione climatica futura
<i>Generazione di benefici aggiuntivi</i>	L'azione/progetto è in grado di generare benefici in ambiti tematici diversi da quello strettamente climatico

Tabella 25. Principi-chiave per valutazione finanziaria di azioni / progetti di adattamento.

Scala	Descrizione
Individuale (Asset, progetto, attività)	L'azione/progetto tutela/beneficia un singolo asset, progetto, attività (bene) o gruppo di stakeholder e genera una resilienza qualificabile come "bene privato"
Sistemico	L'azione/progetto è in grado di generare tutela/benefici per una pluralità di beni o gruppi di stakeholder e genera una resilienza qualificabile come "bene pubblico"
Portafoglio	L'analisi si riferisce agli effetti individuali o sistemici di un aggregato di asset/progetti/ attività (portafoglio) considerati insieme

Tabella 26. Scale di riferimento nella valutazione finanziaria di azioni / progetti di adattamento.

Una valutazione di rilievo finanziario in linea con obiettivi, principi e scale illustrate sopra, può svolgersi in momenti distinti della vita di un'azione di adattamento o progetto (prima dell'attuazione, durante l'attuazione, indifferentemente in ogni stadio di avanzamento dell'azione o dopo l'attuazione).

Ai fini del *reporting* al Patto dei Sindaci sull'avanzamento delle azioni incluse nel PAESC, all'Amministrazione comunale sono richieste alcune informazioni di carattere finanziario che sono oggetto di decisioni politiche o amministrative e possono dipendere dalla disponibilità di una copertura interna o esterna dei costi associati alla messa in opera delle azioni stesse. Considerazioni di questo genere dipendono dal contesto amministrativo, dalla situazione e dalle scelte finanziarie dell'ente, dalle disponibilità di finanziamenti sovralocali (regionali, nazionali, europei): pertanto valori effettivi o stimati possono essere riportati dagli uffici competenti dopo un'adeguata valutazione interna.

Attraverso l'uso delle categorie discusse, si riporta di seguito un procedimento semplificato per una valutazione di un'azione di adattamento con riferimento alla qualità e ai risultati della stessa. Nella descrizione si individuano fasi relative a ciascuna delle dimensioni di valutazione; si indica in quale fase della vita dell'azione/progetto preferibilmente svolgere la valutazione; si richiamano gli elementi da considerare per la valutazione; si riportano le basi informative e alcune risorse utili per il suo svolgimento e, ove possibile, alcuni esempi concreti di indicatori riferiti alla più coerente scala di analisi.

### Come valutare la qualità di un'azione/progetto di adattamento?

Per valutare la qualità complessiva dello sforzo adattativo previsto nel piano, occorre considerare la struttura complessiva dell'azione o delle azioni previste, gli input previsti per la loro efficace attuazione e la descrizione dettagliata dei contenuti caratteristici dell'azione/progetto. Si propone pertanto di considerare questa fase articolata in tre macro-fasi, descritte sinteticamente di seguito: *diagnosi, input, attività*.

#### Diagnosi

Questa fase dovrebbe essere svolta preferibilmente prima o durante l'attuazione dell'azione/progetto di adattamento.

Per offrire una valutazione diagnostica di un'azione/progetto di adattamento occorre cercare di elaborare una valutazione strutturale dell'azione relativamente alla sua rilevanza assoluta e nel contesto geografico e socioeconomico considerato.

A questo fine, è raccomandabile valutare gli elementi seguenti:

1. Esposizione a rischi climatici (variabile fisica)
2. Portata e gravità dei rischi climatici
3. Materialità del rischio rispetto al contesto considerato
4. Analisi dei gap di integrazione dei rischi climatici in piani / programmi / politiche

Alcune risorse utili allo svolgimento della valutazione degli elementi richiamati sopra possono essere le seguenti:

5. Misure dei rischi climatici fisici
6. Scale temporali, proiezioni o scenari relativi ai rischi climatici fisici
7. Valutazioni territoriali di vulnerabilità e rischio (VRV)
8. Obiettivi di adattamento territoriali
9. Strategia e/o Piano di adattamento territoriale ai cambiamenti climatici
10. Strategie, piani, programmi, atti amministrativi e decisionali

#### Input

Questa fase di analisi dovrebbe essere svolta indifferentemente a ogni stadio di attuazione dell'azione/progetto di adattamento e si riferisce alle risorse di diverso genere (materiali, umane, finanziarie) impiegate ai fini dell'attuazione dell'azione/progetto di adattamento.

Per descrivere gli input utilizzati per attuare l'azione/progetto di adattamento è raccomandabile valutare almeno gli elementi seguenti in funzione dell'obiettivo di adattamento perseguito:

1. Risorse umane impiegate specificamente per l'aumento della resilienza ai cambiamenti climatici
2. Risorse finanziarie impiegate specificamente per l'aumento della resilienza ai cambiamenti climatici
3. Risorse materiali impiegate specificamente per l'aumento della resilienza ai cambiamenti climatici

Per lo svolgimento di questo tipo di analisi possono risultare molto utili i risultati delle valutazioni territoriali di vulnerabilità e rischio svolte (VRV) svolte nelle fasi preliminari della pianificazione. Alcuni possibili indicatori o informazioni utili alla valutazione della congruità degli input utilizzati per l'attuazione di un'azione/progetto di adattamento sono richiamati in Tabella 27.

Indicatore o informazione	Unità di misura	Scala
Allineamento qualitativo a obiettivi preordinati di adattamento ai cambiamenti climatici	Rating	Asset / Portfolio
Valutazione di esperti	Rating	Asset / Portfolio
Qualità del <i>design</i> dell'azione/progetto	Rating	Asset / Portfolio
Spesa o investimento totale per azione/progetto (€)	Euro	Asset / Portfolio
Distribuzione della spesa o investimento per attività di azione/progetto (€)		Asset
Spesa per aumento di resilienza (€)	Euro	Asset / Portfolio

Tabella 27. Dati, unità di misura e scale di riferimento utili (esempi) per la valutazione finanziaria di azioni / progetti di adattamento nell'analisi degli input.

#### Attività

Questa fase di analisi dovrebbe essere svolta durante e dopo l'attuazione dell'azione/progetto di adattamento (senza escludere le prime fasi preparatorie e di *design*), in quanto mira a individuare e analizzare i risultati concretamente ottenuti attraverso l'azione/progetto di adattamento. La descrizione e valutazione delle azioni si basa sulla messa a punto di un elenco delle specifiche attività realizzate e delle risorse mobilitate per l'elaborazione, preparazione e infine attuazione dell'azione progetto di adattamento. Pertanto, è desiderabile giungere a un livello di dettaglio piuttosto raffinato nella descrizione. Di seguito si riportano alcuni elementi utili alla valutazione dell'efficacia ed efficienza dell'azione/progetto di adattamento:

2. Azioni svolte (es. design, preparazione, acquisti, dialogo con decisori politici e sulle politiche climatiche)
3. Lavori realizzati (es. costruzione, consegne, manutenzione, risposte)
4. Input mobilitati (es. conoscenze trasferite, risorse finanziarie, prestiti, fondi comunitari)

L'analisi dell'efficacia delle azioni/progetti di adattamento può prendere spunto dalle informazioni disponibili circa l'azione/progetto prima della sua messa a punto e applicazione (ex ante), come ad esempio una lista delle attività previste dall'azione/progetto

## Come valutare i risultati di un'azione/progetto di adattamento?

Per valutare la qualità complessiva dei risultati dello sforzo adattativo previsto nel piano, a livello di singole azioni/progetti di adattamento, occorre considerare i soli risultati delle azioni/progetti articolati tuttavia su tre livelli. Il primo si riferisce ai prodotti specifici di un'azione/progetto di adattamento che generino un aumento di resilienza misurabile (output); il secondo si riferisce agli effetti di breve e medio periodo di un'azione/progetto che generino aumenti di resilienza, benefici o variazioni nelle analisi di rischio (*outcome*); il terzo si riferisce agli effetti di sistema delle azioni/progetti di adattamento stimati nel lungo periodo (impatti).

### Output

Questa fase di analisi si riferisce ai prodotti diretti dell'azione/progetto di adattamento che portino a un aumento della resilienza (o ad altra misura analoga) nel territorio analizzato o su cui era previsto di incidere mediante l'attuazione.

Dovrebbe essere svolta prima dell'attuazione per stimare l'efficacia e selezionare azioni/progetti di adattamento soddisfacenti, o al termine dell'attuazione per verificare l'efficacia di azioni/progetti di adattamento e avviare meccanismi di *feedback* e miglioramento della pianificazione. La valutazione degli output si basa sulla messa a punto di una lista di indicatori preferibilmente quantitativi che possano aiutare nella stima o nella verifica degli aumenti di resilienza generati dall'azione/progetto di adattamento studiato. È opportuno definire chiaramente sia l'unità di misura (dalle più semplici, di tipo binario, alle misurazioni richieste da metriche più complesse) sia la scala a cui misurare e valutare gli output (dal singolo obiettivo all'intero portafoglio di adattamento riferito all'area di applicazione del PAESC o all'area in cui gli effetti della pianificazione possono manifestarsi). Alcuni possibili indicatori o informazioni utili per lo studio degli output, le relative unità di misura e la scala di riferimento sono riportati in Tabella 28.

Indicatore o informazione	Unità di misura	Scala
Sistema di early warning operativo	SI / NO (rating)	Asset
Infrastruttura costruita o gestita	Metrica per la misurazione dell'efficacia (es. numero / km / altra unità di misura pertinente)	Asset / Portfolio
Altri asset fisici strumentali all'aumento della resilienza (o altra misura analoga)	Metrica per la misurazione dell'efficacia (es. numero / km / altra unità di misura pertinente)	Asset / Portfolio
Valutazione del rischio climatico residuo in seguito alla realizzazione dell'azione/progetto	Metrica di misurazione del rischio climatico residuo o rating	Asset / Portfolio (valori medi)

Tabella 28. Dati, unità di misura e scale di riferimento utili (esempi) per la valutazione finanziaria di azioni / progetti di adattamento nell'analisi degli output.

Alcune risorse utili allo svolgimento della valutazione degli output possono essere le seguenti:

- Lista di possibili output attesi nel periodo di attuazione dell'azione/progetto e oltre
- Valutazioni territoriali di vulnerabilità e rischio (VRV) sia locali sia di scala più ampia
- Ciclo di vita e durata dell'investimento

- Analisi di sensibilità per il settore e per l'area geografica dell'azione/progetto oggetto di investimento
- Lista di opportunità di adattamento ai cambiamenti climatici connesse all'azione/progetto oggetto di investimento

### Outcomes

Questa fase di analisi si riferisce agli effetti dell'azione/progetto di adattamento nel breve-periodo (1-2 anni) o nel medio-periodo (fino a 5 anni) valutati come aumento di resilienza, benefici, variazione di indici di vulnerabilità (o attraverso altre metriche analoghe). A seconda della disponibilità di dati, informazioni e metodologie di analisi, tali effetti possono essere stimati o verificati. La scelta della stima può essere dettata anche dalla volontà di anticipare i possibili effetti a vantaggio di decisori o dei possibili beneficiari degli stessi.

Dovrebbe essere svolta prima dell'attuazione o durante l'attuazione (indicativamente da 1 a 5 anni dall'avvio della stessa).

Come per gli output, anche la valutazione degli outcomes si basa sulla messa a punto di una lista di indicatori preferibilmente quantitativi che possano aiutare nella stima o nella verifica degli aumenti di resilienza generati dall'azione/progetto di adattamento studiato. In questo caso, tuttavia, si tende ad analizzare l'utilizzo o il successo dell'azione/progetto di adattamento anche mediante la raccolta di informazioni circa l'effettivo utilizzo o gradimento dello stesso da parte di decisori, beneficiari o utenti. Alcuni possibili indicatori o informazioni utili per lo studio degli outcomes, le relative unità di misura e la scala di riferimento sono riportati in Tabella 29.

Indicatore o informazione	Unità di misura	Scala
Utilizzo di sistema di early warning	Metrica per la misurazione dell'efficacia (es. numero di avvisi per tipologia/anno)	Asset / Sistema
Utilizzo dell'infrastruttura	Metrica per la misurazione dell'efficacia (es. numero / km percorsi/anno; utenti/anno; altra unità di misura pertinente)	Asset / Sistema
Utilizzo di altri asset fisici strumentali all'aumento della resilienza (o altra misura analoga)	Metrica per la misurazione dell'efficacia (es. numero / km percorsi/anno; utenti/anno; altra unità di misura pertinente)	Asset / Sistema
Utilizzo del servizio	Metrica per la misurazione dell'efficacia (es. numero / km percorsi/anno; utenti/anno; altra unità di misura pertinente)	Asset / Sistema

Tabella 29. Dati, unità di misura e scale di riferimento utili (esempi) per la valutazione finanziaria di azioni / progetti di adattamento nell'analisi delle outcomes.

Alcune risorse utili allo svolgimento della valutazione degli outcomes possono essere le seguenti:

1. Lista di possibili outcome attesi nel periodo di attuazione dell'azione/progetto e oltre
2. Valutazioni territoriali di vulnerabilità e rischio (VRV) sia locali sia di scala più ampia
3. Ciclo di vita e durata dell'investimento

4. Analisi di sensibilità per il settore e per l'area geografica dell'azione/progetto oggetto di investimento

5. Lista di opportunità di adattamento ai cambiamenti climatici connesse all'azione/progetto oggetto di investimento

## Impatti

Questa fase di analisi rappresenta probabilmente la più ambiziosa tra quelle presentate, ma anche quella maggiormente soggetta a incertezza. Essa intende infatti valutare gli effetti dell'azione/progetto di adattamento (stimati o verificati) riferiti al lungo periodo (oltre 10 anni). Si tratta di effetti sistemici, che possono risultare complessi da individuare e prevedere. Tuttavia, la valutazione degli impatti riveste un ruolo strategico e politico importante in quanto può giustificare immobilizzazioni di risorse economiche su investimenti protratti per decine di anni (si pensi alla costruzione di infrastrutture di protezione dalle alluvioni o dighe).

Visto l'orizzonte temporale di riferimento e lo scopo pratico dell'analisi di impatto (fornire un'informazione credibile agli investitori), è ammissibile una stima di tipo *qualitativo*, anche se potrebbe essere utile anche una verifica basata su indicatori oggettivi *ex post*.

Gli impatti sono differenziabili ulteriormente nelle categorie di primari e secondari. Maggiori difficoltà riguardano le stime sugli impatti secondari, che si riferiscono ai co-benefici di natura non strettamente adattativa o climatica.

**Impatti primari:** effetti dell'azione/progetto (stimati o verificati) nel lungo periodo (oltre 10 anni) valutati come aumento di resilienza, di capacità adattiva, variazione di indici di vulnerabilità (o attraverso altre metriche analoghe).

**Impatti secondari:** effetti dell'azione/progetto (stimati o verificati) nel lungo periodo (oltre 10 anni) che generino benefici aggiuntivi (*non-climatici*).

## 7. SESTA FASE GENERALE: VERSO UN SISTEMA DI INDICATORI

### 7.1. Metodologia sull'utilizzo di indicatori

Ai fini di una valutazione complessiva del territorio oggetto di analisi, la selezione di indicatori finalizzati alla misurazione del rischio dipendente da variabili di diversa natura (ambientale e socioeconomica) è un processo fondamentale. È noto che le analisi di rischio e vulnerabilità sviluppate in linea con la pratica e la comunità scientifica nel campo della *Disaster Risk Reduction* (DRR) tendano a trascurare alcuni impatti sulla società e sull'economia. Ciò avverrebbe in quanto essi sono spesso di complessa valutazione e soggetti a livelli elevati di incertezza, o secondari rispetto ai bersagli diretti di eventi catastrofici o dannosi. Inoltre, alcuni di tali impatti potrebbero risentire di un fattore percettivo importante, essendo la loro rilevanza funzione delle percezioni che intorno a essi sviluppano le comunità interessate.

Tuttavia, è possibile ricondurre le dimensioni sociali ed economiche a una funzione di rischio conformata in linea con il modello prevalente nella recente letteratura di DRR anche applicata ai rischi connessi ai cambiamenti climatici.

La funzione risultante costituirebbe una componente parziale di un approccio più articolato alla valutazione del rischio, ma permetterebbe di studiare le componenti riferite alle dimensioni che si intende approfondire all'interno del presente capitolo (sociali ed economiche). In estrema sintesi, tale funzione di rischio *socioeconomico* (se) potrebbe esprimersi in linea generale come:

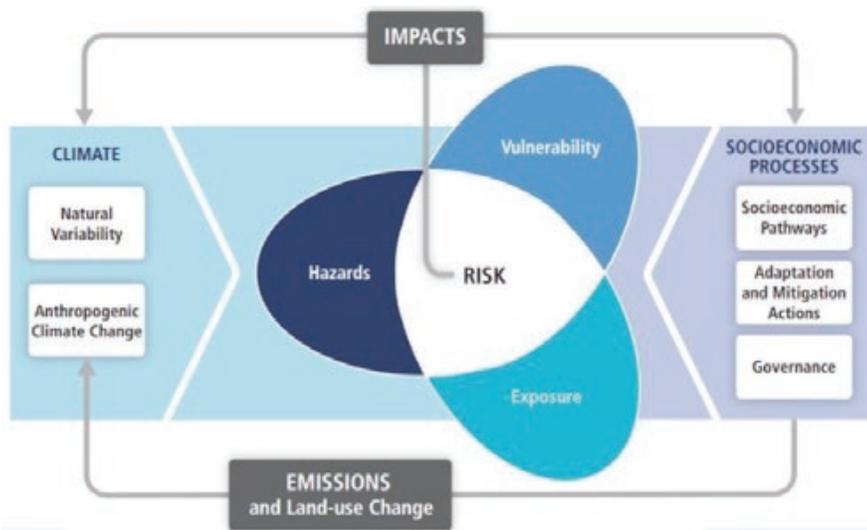
$$R_{se} = H \times E_{se} \times V_{se}$$

Di seguito, si richiamano raccolte di indicatori che investono dimensioni economiche e sociali dei territori su cui possono manifestarsi impatti climatici. Tali indicatori sono spesso di tipo qualitativo o semi-quantitativo e costituiscono metriche per la misurazione di rischi/vulnerabilità, impatti o progressi nell'attuazione di misure di risposta (ad esempio nel caso dell'adattamento ai cambiamenti climatici). Come si vedrà meglio più avanti, si suggerisce che le misure che partecipino alla definizione delle componenti base della funzione di rischio socioeconomico possano essere classificate in base ad alcune categorie standard e precisamente: fattore naturale (FN), fattore umano (FU), fattore economico (FE), fattore infrastrutturale (FI). L'analisi dei valori assunti dagli indicatori appartenenti a una o più di tali categorie standard, permette di stimare la componente socioeconomica (se) della funzione di rischio complessiva per un territorio (Figura 11), che abbiamo identificato come *funzione di rischio socioeconomico*.

Pertanto, in linea con la definizione di valutazione del rischio come composizione di pericolo (H), vulnerabilità (V) ed esposizione (E) secondo l'approccio prevalente in ambito di studi sui disastri naturali (IPCC WGII AR5, 2014), qui in particolare, si segnalano indicatori utili a qualificare i processi socioeconomici che possono determinare o interagire direttamente con tali elementi costitutivi e quindi con il rischio che ne derivi.

Per ogni indicatore si propone una corrispondenza relativamente a:

- Categorie standard di impatto socioeconomico e ambientale (FU, FE, FI, FN);
- Componente della funzione di rischio (V, E e ove opportuno H, ma ci si riserva la possibilità di associare gli indicatori di vulnerabilità anche alle dimensioni di sensibilità (s) e capacità adattativa (ca))



Alcune raccolte di indicatori nate in un contesto di adattamento ai cambiamenti climatici, complessivamente o in parte, considerano dimensioni sociali ed economiche dello sviluppo territoriale in relazione a rischi o possibili impatti esterni. Anche la letteratura nazionale e gli sviluppi in questa direzione da parte della rete delle agenzie ambientali e dall'ISPRA sono stati significativi negli ultimi anni, come dimostrano i lavori svolti da ISPRA e da molte agenzie regionali per l'ambiente (Giordano et al., 2018), oltre al Piano Nazionale di Adattamento (PNACC, 2017). Infine, progetti di ricerca e cooperazione a scala regionale e sub-regionale hanno elaborato metodologie corredate da liste di indicatori riferiti a diverse dimensioni teoriche, incluse quelle sociali ed economiche (MasterAdapt, 2020). Si è ritenuto utile includerli tra le fonti utilizzate in questa sede e armonizzare le categorie usate nelle quattro suddette (FN, FU, FE, FI).

Alcuni indicatori sono stati selezionati esplicitamente per essere utilizzati nella valutazione delle Strategie di Sviluppo Sostenibile per il raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite (SDG) su scala locale/urbana (C40 & Ramboll, 2020) e regionale in relazione all'attuazione di misure di adattamento sub-regionale ai cambiamenti climatici (AdaptMontBlanc, 2020). La lettura di questi indicatori permette di valutare l'andamento di variabili sociali ed economiche in linea con un obiettivo complessivo di sviluppo sostenibile.

Con riferimento agli scopi di questa metodologia, la selezione di indicatori proposta permette inoltre di investigare le sinergie bidirezionali che si verificano tra gli ambiti dell'adattamento al cambiamento climatico e dello sviluppo sostenibile.

Gli indicatori di sviluppo sostenibile sono in larga misura di natura sociale ed economica, in linea con gli obiettivi e i target che intendono monitorare. Elaborati nell'ambito del processo di monitoraggio nell'attuazione degli obiettivi ONU di sviluppo sostenibile (SDG) a partire dal 2015, possono contribuire a valutare il progresso nell'attuazione di misure di adattamento ai cambiamenti climatici su territori specifici (AdaptMontBlanc, 2020; Cetara et al., 2020) ed essere applicati utilmente alla dimensione fisica di bacino idrografico oggetto di questo studio.

Qui non saranno considerati gli indicatori relativi alla dimensione della governance delle misure di adattamento, pur di grande rilievo con riferimento alle misure di gestione degli impatti sociali ed economici (vedi Capitolo 4, paragrafo 4.6).

## 7.2. Classificazione di indicatori

Gli indicatori citati all'interno delle presenti Linee Guida, coprono tematiche definite diversamente in fonti differenti. È possibile, infatti, individuare diverse categorie di raggruppamento degli indicatori in ragione della funzione che assolvono. La non univocità di tale funzione rende alcuni indicatori assegnabili a più categorie, pertanto diversi set di indicatori possono presentare occorrenze comuni pur assolvendo funzioni differenti. Da notare che sono possibili raggruppamenti di indicatori variabili, ad esempio:

- i. su base funzionale
- ii. su base settoriale
- iii. in base alla categoria di impatto in analisi
- iv. in base alle competenze amministrative coinvolte in sede di monitoraggio o di intervento (*governance*).

Come già indicato in precedenza, un'articolazione di base di tali indicatori può tuttavia basarsi su alcune macro-categorie omogenee individuate in:

1. Fattore naturale (FN)
2. Fattore umano (FU)
3. Fattore economico (FE)
4. Fattore infrastrutturale (FI)

Di seguito si propone una selezione di indicatori estratti dalle fonti richiamate e riorganizzati secondo le classificazioni qui brevemente discusse: *fattore naturale (FN)*, *fattore umano (FU)*, *fattore economico (FE)* e *fattore infrastrutturale (FI)*. Per ciascun indicatore si richiama la fonte e la dimensione di riferimento dello stesso in una funzione di rischio in linea con l'approccio fatto proprio dall'IPCC WGII AR5, tra pericolo, esposizione e vulnerabilità e, quando possibile, quest'ultima è scomposta in sensibilità (s) e capacità adattativa (ca).

Tutte le tipologie di indicatori presentati di seguito sono utili allo sviluppo e al monitoraggio di misure e azioni appropriate e strategiche per il territorio considerato. La classificazione proposta permette di individuare gli indicatori tematici di maggiore interesse per questo tipo di valutazioni, che sono abitualmente distribuiti in differenti fasi di un esercizio di valutazione più complesso come quello di rischio.

### 7.2.1. Fattore Naturale

Indicatore	Fonte	Rischio	Fattore
Media annuale della temperatura media giornaliera (°C)	PNACC	Pericolo	FN
Media annua del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 20 mm (giorni/anno)	PNACC	Pericolo	FN
Media annuale del numero di giorni con temperatura minima al di sotto dei 0°C (giorni/anno)	PNACC	Pericolo	FN

Media annua del numero di giorni con temperatura massima maggiore di 29.2 °C (valore medio del 95° percentile della distribuzione delle temperature massime osservate tramite E-OBS) (giorni/anno)	PNACC	Pericolo	FN
Cumulata delle precipitazioni nei mesi invernali (Dicembre, Gennaio, Febbraio) (mm)	PNACC	Pericolo	FN
Cumulata delle precipitazioni nei mesi estivi (Giugno, Luglio, Agosto) (mm)	PNACC	Pericolo	FN
Media annua del numero di giorni per cui l'ammontare di neve superficiale è maggiore di un 1 cm (giorni/anno)	PNACC	Pericolo	FN
Evaporazione cumulata annuale (mm/anno)	PNACC	Pericolo	FN
Media annua del massimo numero di giorni consecutivi con pioggia inferiore a 1 mm/giorno (giorni/anno)	PNACC	Pericolo	FN
95° percentile della precipitazione (mm)	PNACC	Pericolo	FN
Media annuale del minimo della temperatura minima giornaliera (°C)	ISTAT	Pericolo	FN
Media annuale del massimo della temperatura minima giornaliera (°C)	ISTAT	Pericolo	FN
Media annuale del minimo della temperatura massima giornaliera (°C)	ISTAT	Pericolo	FN
Media annuale del massimo della temperatura massima giornaliera (°C)	ISTAT	Pericolo	FN
Media annuale del numero di giorni con temperatura minima maggiore di 20 °C (giorni/anno)	ISTAT	Pericolo	FN
Media annua del numero di giorni senza pioggia (giorni/anno)	ISTAT	Pericolo	FN
Media annua del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore a 1 mm (giorni/anno)	ISTAT	Pericolo	FN
Media annua del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 10 mm (giorni/anno)	ISTAT	Pericolo	FN
Media annua del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 50 mm (giorni/anno)	ISTAT	Pericolo	FN

Media annua del massimo numero di giorni consecutivi con pioggia superiore a 1 mm/giorno (giorni/anno)	ISTAT	Pericolo	FN
Intensità di pioggia giornaliera (mm)	ISTAT	Pericolo	FN
Temperatura dell'acqua del mare alla superficie (°C)	PNACC	Pericolo	FN
Altezza della superficie marina (m)	PNACC	Pericolo	FN
Acidità della superficie marina (pH, scala totale)	PNACC	Pericolo	FN
Rimescolamento della colonna d'acqua sui primi 100 metri (mixing)	PNACC	Pericolo	FN
Superficie di territori boscati e ambienti semi-naturali	MasterAdapt	Esposizione	FN
Corpi idrici (presenza)	MasterAdapt	Esposizione	FN
Superficie di aree protette	MasterAdapt	Esposizione	FN
Superficie di aree natura 2000	MasterAdapt	Esposizione	FN
Superficie Agricola Utilizzata (SAU)	MasterAdapt	Esposizione	FN
Superficie Agricola Totale (SAT)	MasterAdapt	Esposizione	FN
Runoff	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FN
Sup. per tempo tolleranza all'allagamento	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FN
Aree verdi (%)	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FN
Acqua necessaria per culture (%)	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FN
Aree non irrigue	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FN
Aree irrigue	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FN
Aree vegetate, miste e scarsamente boscate	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FN
Aree irrigue (%)	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FN

Macchia mediterranea (%)	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FN
Aree di foresta (%)	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FN
Acqua erogata pro capite (litri/abitante/giorno)	SDG_6_1_1	Esposizione	FN
Percentuale di corpi idrici che hanno raggiunto l'obiettivo di qualità ecologica sul totale dei corpi idrici delle acque superficiali (fiumi e laghi)	SDG_6_3_2	Esposizione	FN
Prelievi di acqua per uso potabile (Milioni di m <sup>3</sup> )	SDG_6_4_2	Vulnerabilità	FN
Quota di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia (%)	SDG_7_2_1	Vulnerabilità	FN
Consumi di energia da fonti rinnovabili escluso settore trasporti (% del consumo finale lordo di energia)	SDG_7_2_1	Esposizione	FN
Consumi di energia da fonti rinnovabili nel settore termico (% del consumo finale lordo di energia)	SDG_7_2_1	Vulnerabilità (ca)	FN
Energia da fonti rinnovabili - Quota di energia elettrica da fonti rinnovabili sul consumo interno lordo di energia elettrica (%)	SDG_7_2_1	Esposizione	FN
Consumi di energia da fonti rinnovabili nel settore trasporti (% del consumo finale lordo di energia)	SDG_7_2_1	Esposizione	FN
Incidenza delle aree di verde urbano sulla superficie urbanizzata delle città (m2 per 100 m2 di superficie urbanizzata)	SDG_11_7_1	Vulnerabilità (ca)	FN
Incidenza del turismo sui rifiuti (kg / abitante equivalente)	SDG_12_b_1	Vulnerabilità	FN
Impatto degli incendi boschivi: Superficie percorsa dal fuoco (per 1.000 kmq)	SDG_13_1_1	Vulnerabilità	FN
Aree forestali in rapporto alla superficie terrestre (%)	SDG_15_1_1	Vulnerabilità (ca)	FN
Coefficiente di boscosità (%)	SDG_15_1_1	Vulnerabilità (ca)	FN
Aree protette (%)	SDG_15_1_2	Vulnerabilità (ca)	FN
Frammentazione del territorio naturale e agricolo (%)	SDG_15_3_1	Vulnerabilità	FN

Tutela della biodiversità	C40	Vulnerabilità (ca)	FN
Servizi ecosistemici	C40	Vulnerabilità (ca)	FN
Diversità biologica	C40	Vulnerabilità (ca)	FN
Popolazione di specie	C40	Vulnerabilità	FN
Emissioni di gas serra	C40	Vulnerabilità	FN
Degrado dei suoli	C40	Vulnerabilità	FN
Struttura del suolo	C40	Esposizione	FN
Temperatura dell'aria (interni)	C40	Pericolo	FN

### 7.2.2. Fattore Umano

Indicatore	Fonte	Rischio	Fattore
Popolazione residente (2018)	ISTAT	Esposizione	FU
Densità abitativa (ab/km2)	ISTAT	Esposizione	FU
Variazione % della popolazione (2011 - 2018)	ISTAT	Vulnerabilità (ca)	FU
Indice di vecchiaia (Rapporto della popolazione di 65 anni e più su quella di 0-14 anni.)	ISTAT	Vulnerabilità	FU
Dipendenza strutturale (Percentuale popolazione in età non attiva (0-14 e oltre 65) sulla popolazione in età attiva (15-64))	ISTAT	Vulnerabilità	FU
Popolazione residente in aree a pericolosità idraulica elevata (P3)	ISTAT	Esposizione	FU
Percentuale popolazione residente in aree a pericolosità idrogeologica (Frane e dissesti) elevata o molto elevata (P3, P4)	ISTAT	Esposizione	FU
Indice di vulnerabilità sociale e materiale (*)	ISTAT	Vulnerabilità (s)	FU
popolazione giovane, %	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FU

popolazione anziana, %	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FU
% anziani soli	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FU
- Stranieri	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FU
- Poveri	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FU
- Pop. per fasce di età	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FU
- Superfici drenanti	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FU
- % analfabeti	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FU
- % edifici in cattivo stato	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FU
% famiglie disagiate	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FU
Popolazione con titolo di studio	MasterAdapt	Vulnerabilità (ca)	FU
Diploma di scuola secondaria superiore e laurea e relativaincidenza	MasterAdapt	Vulnerabilità (ca)	FU
Centri sociosanitari pubblici (appartenenti all'unità localesociosanitaria)	MasterAdapt	Vulnerabilità (ca)	FU
Posti letto nella / nelle struttura/e ospedaliera/e	MasterAdapt	Vulnerabilità (ca)	FU
Dichiarazioni di stato di allarme climatico	MasterAdapt	Vulnerabilità (ca)	FU
Numero di codici rossi annui	MasterAdapt	Vulnerabilità (ca)	FU
Numero di codici arancioni annui	MasterAdapt	Vulnerabilità (ca)	FU
Famiglie molto o abbastanza soddisfatte per la continuità delservizio elettrico (Istat, 2019, %)	SDG_1_4_1	Vulnerabilità (ca)	FU
Famiglie che lamentano irregolarità nell'erogazione di acqua (Istat,2019, %)	SDG_1_4_1	Vulnerabilità	FU

Famiglie che lamentano irregolarità nell'erogazione di acqua (Istat,2019, %)	SDG_6_1_1	Vulnerabilità	FU
Famiglie molto o abbastanza soddisfatte per la continuità delservizio elettrico (Istat, 2019, %)	SDG_7_1_1	Vulnerabilità (ca)	FU
Tasso di disoccupazione (Istat, 2019, %)	SDG_8_5_2	Vulnerabilità	FU
Tasso di mancata partecipazione al lavoro (Istat, 2019, %)	SDG_8_5_2	Vulnerabilità	FU
Tasso di occupazione (15-64 anni) (Istat, 2019, %)	SDG_8_5_2	Esposizione	FU
Tasso di occupazione (20-64 anni) (Istat, 2019, %)	SDG_8_5_2	Esposizione	FU
Percentuale occupati sul totale popolazione (Istat, 2019, %)	SDG_8_5_2	Esposizione	FU
Popolazione esposta al rischio di frane (Ispra, 2017, %)	SDG_11_5_1	Vulnerabilità	FU
Popolazione esposta al rischio di alluvioni (Ispra, 2017, %)	SDG_11_5_1	Vulnerabilità	FU
Popolazione esposta al rischio di alluvioni (Ispra, 2017, %)	SDG_13_1_1	Esposizione	FU
Popolazione esposta al rischio di frane (Ispra, 2017, %)	SDG_13_1_1	Esposizione	FU
Pericoli per la salute e di morte	C40_IS_Salute	Vulnerabilità	FU
Attività fisica	C40_IS_Salute	Vulnerabilità (ca)	FU
Attrattività delle città	C40_IS_Qualità_Vita	Vulnerabilità (ca)	FU
Educazione agli usi energetici	C40_IS_Cultura	Vulnerabilità (ca)	FU
Educazione agli usi dell'acqua	C40_IS_Cultura	Vulnerabilità (ca)	FU
Educazione all'igiene e alla sanità	C40_IS_Cultura	Vulnerabilità (ca)	FU
Consumi di cibo e educazione alle diete	C40_IS_Cultura	Vulnerabilità (ca)	FU

### 7.2.3. Fattore Economico

Indicatore	Fonte	Rischio	Fattore
Valore aggiunto lordo in agricoltura	MasterAdapt	Esposizione	FE
Valore aggiunto lordo nell'industria	MasterAdapt	Esposizione	FE
Budget comunali per la gestione ambientale	MasterAdapt	Vulnerabilità (ca)	FE
Indice di intensità turistica (Istat, 2018, per 1.000abitanti)	SDG_12_b_1	Esposizione	FE
Presenze in esercizi ricettivi open air, agriturismi e rifugi montani sul totale delle presenze in esercizi ricettivi (%) (Istat, 2018, %)	SDG_12_b_1	Vulnerabilità (ca)	FE
Produzione economica	C40_IE_Economia	Esposizione	FE
Produttività del lavoro	C40_IE_Economia	Vulnerabilità (ca)	FE
Qualità dell'ambiente di lavoro	C40_IE_Economia	Vulnerabilità (ca)	FE
Sviluppo locale di nuovi settori e industrie	C40_IE_Economia	Vulnerabilità (ca)	FE
Valore delle proprietà	C40_IE_Economia	Esposizione	FE
Sfruttamento di risorse locali	C40_IE_Economia	Vulnerabilità (ca)	FE
Numero di lavoratori per settore economico	OMB_Economia Generale	Esposizione	FE
Tasso di disoccupazione	OMB_Economia Generale	Vulnerabilità	FE
Posti letto in strutture ricettive	OMB_Economia Generale	Esposizione	FE
Pernottamenti in strutture ricettive	OMB_Economia Generale	Esposizione	FE
Frequenzazione dei siti turistici	OMB_Economia Generale	Esposizione	FE
Numero di giornate sciatore per stagione	OMB_Economia Generale	Esposizione	FE

### 7.2.4. Fattore Infrastrutturale

Indicatore	Fonte	Rischio	Fattore
Sup. per tempo tolleranza all'allagamento	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FI
Beni storici	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FI
Superficie destinata a settore industriale	MasterAdapt	Esposizione	FI
Superficie destinata al settore commerciale	MasterAdapt	Esposizione	FI
Superficie destinata a servizi pubblici e privati	MasterAdapt	Esposizione	FI
Indice di runoff	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FI
Sottopassi	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FI
% Strade	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FI
% Superficie drenante	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FI
% Edifici pessimo stato	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FI
N. sottopassi	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FI
Strade	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FI
% Aree allagate (storico)	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FI
Densità di costruito	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FI
Permeabilità dei suoli	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FI
% Impermeabilizzato	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FI
Aree verdi pro capite	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FI
Suolo impermeabile	MasterAdapt	Vulnerabilità (s)	FI

## Box 2. Tipologie di indicatori: finalità e funzioni

Le finalità degli indicatori relativi allo status quo di un territorio e alle dinamiche che lo caratterizzano, come si è visto, sono plurime. In questa e altre sedi si sono individuate alcune funzioni ricorrenti degli indicatori nell'ambito di indagini territoriali e di policy, brevemente illustrate nelle categorie richiamate di seguito:

- *Contesto*
- *Rischio e vulnerabilità*
- *Avanzamento di politiche territoriali*
- *Impatto potenziale/efficacia delle azioni/monitoraggio*
- *Sviluppo sostenibile (SDG)*

*Gli indicatori di contesto sono misure in grado di descrivere in termini semi-quantitativi il contesto per il quale si vogliono esaminare gli impatti e sviluppare azioni o strategie di adattamento. Possono fornire informazioni di carattere generale sulla popolazione, le caratteristiche del territorio e del suo sistema sociale ed economico. In alcuni casi possono essere utilizzati per valutare l'esposizione o la vulnerabilità del sistema agli impatti climatici: pertanto benché li precedano nella messa a punto di uno strumento analitico territoriale, possono essere considerati in discreta misura un sottoinsieme degli indicatori di esposizione e vulnerabilità (MasterAdapt, 2020; AdaptMontBlanc, 2020).*

*Gli indicatori di rischio e vulnerabilità permettono di valutare la vulnerabilità e/o il rischio e possono appartenere alle categorie di pericolo, esposizione e vulnerabilità (che a sua volta comprende le categorie di sensibilità e capacità adattativa). È possibile ricondurre questi indicatori a specifici settori rispetto ai quali si manifesti il rischio o si riconosca la vulnerabilità.*

*Gli indicatori di avanzamento di politiche territoriali misurano lo stato di attuazione o completezza di politiche e azioni di adattamento nell'area interessata. Possono contribuire ad accrescere la capacità adattativa del territorio o delle istituzioni responsabili e più in generale ridurre il rischio per l'area interessata. Molti di tali indicatori possono essere associati a specifici settori o adattati a tali settori, laddove i dati che li alimentano siano disponibili.*

*Gli indicatori di impatto potenziale (o di efficacia delle azioni, o di monitoraggio) possono quantificare i possibili effetti e l'intensità degli impatti individuati su alcuni settori economici. In considerazione del fatto che la minimizzazione degli impatti avversi e la massimizzazione degli impatti benefici sono obiettivi primari di adattamento (o di mitigazione del rischio), tali indicatori possono essere utilizzati per valutare l'efficacia delle azioni adottate nel ridurre l'impatto correlato (o nello sfruttare le opportunità occorse) durante il periodo di loro adozione o in seguito (ex post).*

*Gli indicatori di sviluppo sostenibile (SDG) si riferiscono a obiettivi di politiche di sviluppo sostenibile settoriali o complessive ed esistono indipendentemente dallo svolgimento di una valutazione degli effetti di un fenomeno su un territorio. Tuttavia, gli ambiti e gli obiettivi di influenza di tali indicatori possono contribuire al conseguimento di obiettivi di adattamento, e viceversa. Assumono particolare rilievo in ragione delle Strategie Regionali di Sviluppo Sostenibile, in fase di stesura. Nell'ambito di tali strategie regionali in attuazione della UN Agenda 2030 in Italia, ne sono stati individuati 43. A questa categoria si fanno afferire nel caso di questo studio anche gli obiettivi individuati in C40 UCAIF. Anche tali indicatori possono essere associati a specifici settori o a essi adattati.*

## Ringraziamenti

La metodologia presentata deve considerarsi in debito con l'importante lavoro in fase di svolgimento a cura della Fondazione Lombardia per l'Ambiente – FLA in merito allo sviluppo di metodologie innovative per l'adattamento ai cambiamenti climatici principalmente nell'ambito della redazione del PAESC per la Città di Pescara (in corso nel 2021), del Progetto di applicazione in Italia della Carta di Budoia per l'adattamento locale ai cambiamenti climatici nelle Alpi su incarico del Segretariato permanente della Convenzione delle Alpi (2018-2020) e ancor prima nell'ambito del Progetto Europeo Alpine Space GoApply! (2016-2018). Inoltre, questo contributo ha beneficiato dei risultati dello Studio propedeutico alla definizione della Strategia regionale di adattamento ai cambiamenti climatici della Valle d'Aosta sviluppato nell'ambito del progetto europeo ALCOTRA Adapt Mont-Blanc (2020) svolto da Eurac research e dallo Studio per la valutazione delle analisi socio-economiche per la valutazione degli impatti dei cambiamenti climatici sulla gestione delle risorse idriche sviluppato nell'ambito del Progetto europeo ALCOTRA Concert-Eaux su incarico dell'Istituto Superiore di Studi Liguri (2021). Un riconoscimento particolare va alle attività di ricerca svolte in questi ambiti che hanno permesso di elaborare e affinare il contributo metodologico per il progetto Joint SECAP con riferimento all'area di studio qui investigata.

## Bibliografia

Questa bibliografia include una lista non esaustiva di articoli scientifici, relazioni tecniche, siti web e altre fonti utili allo sviluppo della metodologia proposta e di un piano di adattamento ai cambiamenti climatici a livello locale o subregionale.

- A.T.I. Heurein, TiForma, Utilitatis, Farnetani (2012). PROVINCIA DI IMPERIA. Ambito Territoriale Ottimale. Aggiornamento del Piano di Ambito dell'ATO idrico di Imperia Relazione [http://www.rivieracqua.it/documents/19935/94805/Relazione\\_Parte\\_2\\_post\\_Commissione\\_02.pdf/85a2ed5bff14-40f0-84b9-1a40cd30ba-a2?sessionId=F99719A40C7BC425C023F0E6C86F41BE?version=1.0](http://www.rivieracqua.it/documents/19935/94805/Relazione_Parte_2_post_Commissione_02.pdf/85a2ed5bff14-40f0-84b9-1a40cd30ba-a2?sessionId=F99719A40C7BC425C023F0E6C86F41BE?version=1.0)
- Ballarin-Denti, A., Cetara, L., Idone, M. T., Bianchini, A., Bisello, A., Petitta, M., ... & Zebisch, M. (2014).
- Guidelines for climate change adaption at the local level in the Alps. Italian presidency of the Alpine Convention.
- Barbieri, L., Giordano, F., & Lucia, V. (2019). Guidelines for climate analysis and vulnerability assessment at local level The Master Adapt perspective and the focus on North Salento.
- Baruzzuoli P., Capaci F., Migliorini J., Rigati R, (2012). Studi di approfondimento delle conoscenze tecnico-scientifiche relative alla vulnerabilità delle risorse idriche in relazione ai diversi rischi naturali del Bacino del Fiume Roia. Programma Italia - Francia Alcotrà Risknat 2007-2013 [http://media.risknet-alcotra.org/atlante-risknat/RiskNat/Relazioni/Relazione\\_UniSi.pdf](http://media.risknet-alcotra.org/atlante-risknat/RiskNat/Relazioni/Relazione_UniSi.pdf)
- Bucak T et al. (2017) Future water availability in the largest freshwater Mediterranean lake is at great risk as evidenced from simulations with the SWAT model. Science of the Total Environment, 581-582, 413-425

- Burak, S., & Margat, J. (2016). Water management in the Mediterranean region: concepts and policies. *Water Resources Management*, 30(15), 5779-5797.
- C40, Ramboll. (2018). Urban Climate Action Impacts Framework. A Framework for Describing and Measuring the Wider Impacts of Urban Climate Action.
- C40, Ramboll. (2019). Measuring progress on urban climate change adaptation. Monitoring – evaluation – reporting framework.
- C40 & Ramboll (2020). The Urban Climate Action Impacts Framework. <https://city2city.network/urban-climate-action-impacts-framework-framework-describing-and-measuring-wider-impacts-urban>.
- Carvalho L, Kirika A (2003) Changes in shallow lake functioning: response to climate change and nutrient reduction. *Hydrobiologia* 506:789–796. doi: 10.1023/b:hydr.0000008600.84544.0a
- Cetara L., La Malva P., Pregolato M., Ballarin Denti A. (2020). Local climate change adaptation in the mountain region: an indicator-based decision support system methodology. 8th SISC Annual Conference. *ClimRisk 2020: Time for Action*. Online conference 21-23 October 2020.
- Cetara L., Pregolato M., La Malva P. (2020). Studio propedeutico alla definizione della Strategia regionale di adattamento ai cambiamenti climatici della Valle d'Aosta. Progetto INTERREG ALCOTRA Adapt Mont-Blanc. In press
- Cetara L., Pregolato M., La Malva P. (2021). Governing and planning local climate change adaptation in the Alps. In: Bisello A., Vettorato D., (eds.), 2021. *Smart and Sustainable Planning for Cities and Regions SSPCR*. Springer, Utrecht.
- Cisneros JBE et al. (2014) Freshwater resources. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field CB et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 229-269
- Custudio E et al. (2016) Groundwater intensive use and mining in south-eastern peninsular Spain: Hydrogeological, economic and social aspects. *Science of the Total Environment*, 559, 302-316
- Doorenbos J., Pruitt W. O., Aboukhaled A., Damagnez J., Dastane N.G., Van Der Berg C., Rijtema P.E., Ashfoard O.M., Frère M. (1977) FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Guidelines for predicting crop water requirements. Irrigation drainage paper n. 24" Roma, <http://www.fao.org/3/f2430e/f2430e.pdf>
- EC (2011a) A resource-efficient Europe – Flagship initiative under the Europe 2020 Strategy - COM(2011) 21. EC (2011b) Roadmap to a resource efficient Europe - COM(2011) 571 final.
- Fader M, Shi S, Von Bloh W, Bondeau A, Cramer W (2016) Mediterranean irrigation under climate change: more efficient irrigation needed to compensate increases in irrigation water requirements. *Hydrology and Earth System Sciences*, 20, 953-973
- Forzieri G et al. (2014) Ensemble projections of future streamflow droughts in Europe. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18, 85-108
- Giordano F., Sebbio C., Antolini G. et al. (2018). Criteri per la definizione di indicatori prioritari di impatto dei cambiamenti climatici: verso un set a livello nazionale. *Ingegneria dell'ambiente* 3-2018.
- Giovannini E., Hall J., Morrone A., Ranuzzi G. (2011). A Framework to measure the progress of societies. *OECD Statistics Working Papers*, No. 2010/05, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5km4k7mnrkzw-en>
- Greig HS, Kratina P, Thompson PL, et al (2011) Warming, eutrophication, and predator loss amplify subsidies between aquatic and terrestrial ecosystems. *Glob Chang Biol* 18:504–514. doi: 10.1111/j.1365-2486.2011.02540.x
- Gudmundsson L, Seneviratne SI (2016) Anthropogenic climate change affects meteorological drought risk in Europe. *Environmental Research Letters*, 11(4), 044005
- Gudmundsson L, Seneviratne SI, Zhang X (2017) Anthropogenic climate change detected in European renewable freshwater resources. *Nature Climate Change*, 7(11), 813-816
- Haylock MR, Hofstra N, Tank AMGK, et al (2008) A European daily high-resolution gridded data set of surface temperature and precipitation for 1950-2006. *J Geophys Res*. doi: 10.1029/2008jd010201
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011) *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*. London, UK: Earthscan.
- Interreg ALCOTRA (2019). *AdaPT Mont-Blanc, Cahier impacts et actions*.
- Interreg ALCOTRA (2019). *AdaPT Mont-Blanc, Rapport Climat: Changements climatiques dans le massif du Mont-Blanc et impacts sur les activités humaines*.
- IPCC (2007) *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.
- IPCC (2013a) *Summary for Policymakers*. In: Stocker TF, D. Qin, G.-K. Plattner, et al. (eds) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge (United Kingdom) and New York (NY, USA), pp1–30
- IPCC (2014) *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- ISTAT (2020). *Rapporto SDGs 2020 – Informazioni statistiche per l'Agenda 2030 in Italia*. <https://www.istat.it/it/archivio/242819>
- Kernan M (2015) Climate change and the impact of invasive species on aquatic ecosystems. *Aquat Ecosyst Heal & Manag* 4988:321–333. doi: 10.1080/14634988.2015.1027636
- Kovats RS et al. (2014) Europe. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros VR et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1267-1326

- Lockwood, M. (2010). Good governance for terrestrial protected areas: A framework, principles and performance outcomes. *Journal of environmental management*, 91(3), 754-766.
- Lovato T, Vichi M, Oddo P (2013) High-Resolution Simulations of Mediterranean Sea Physical Oceanography Under Current and Scenario Climate Conditions: Model Description, Assessment and Scenario Analysis.
- Ludwig W, Bouwman AF, Dumont F, Lespinas F (2010) Water and nutrient fluxes from major Mediterranean and Black Sea rivers: Past and future trends and their implications for the basin- scale budgets. *Global Biogeochemical Cycles*, 24(4), GB0A13
- Marchane A, Tramblay Y, Hanich L, Ruelland D, Jarlan L (2017) Climate change impacts on surface water resources in the Rheraya catchment (High-Atlas, Morocco). *Hydrological Sciences Journal*, 62(6), 979-995
- MasterAdapt (2020). Linee guida, principi e procedure standardizzate per l'analisi climatica e la valutazione della vulnerabilità a livello regionale e locale. <https://masteradapt.eu/strumenti/?lang=en>
- MATTM - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (a cura di), (2017). "Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici PNACC". First draft for public consultation, Roma
- MATTM - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (a cura di) (2017). "Piano MedECC (2020) Climate and Environmental Change in the Mediterranean Basin – Current Situation and Risks for the Future. First Mediterranean Assessment Report [Cramer, W., Guiot, J., Marini, K. (eds.)] Union for the Mediterranean, Plan Bleu, UNEP/ MAP, Marseille, France, 600pp, in press
- Michelozzi P, de'Donato F (2014) Climate changes, floods, and health consequences. *Recenti Progressi in Medicina*, 105(2), 48-50
- Moustdraf J, Razack M, Sinan M (2008) Evaluation of the impacts of climate changes on the coastal Chaouia aquifer, Morocco, using numerical modeling. *Hydrogeology Journal*, 16(7), 1411-1426
- Onorato L., Iengo A., Durante F., Rusca L., Monteverde C. (2020). Changes in rainfall distribution patterns over Liguria Region. Poster presented in 8th Annual Conference of Italian Society for Climate Sciences (SISC). Online Conference 21-23 October 2020
- Onorato, L., Rusca, L., & Agrillo, G. (2014). ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA ESTIVA SUL PERIODO 1963-2014 PER LA STAZIONE DI GENOVA SESTRI. *QUALITÀ DELL'AMBIENTE URBANO*, 117.
- Pavan, V., Antolini, G., Barbiero, R., Berni, N., Brunier, F., Cacciamani, C., ... & Di Carlo, E. (2019). High resolution climate precipitation analysis for north-central Italy, 1961–2015. *Climate Dynamics*, 52(5-6), 3435-3453.
- Portale web-gis, realizzato da UNIGE nel quadro del progetto Interreg Alcotra "Concert-Eaux", <https://www.concerteaux-iisl.eu/geografia/>
- Probst, T., Hohmann, R., Pütz, M., Braunschweiger, D., & Belaid, R. K. (2019). Climate Adaptation Governance in the Alpine Space. *Transnational Synthesis Report. Deliverable of the Interreg Alpine*
- Space project GoApply: Multidimensional Governance of Climate Change Adaptation in Policy Making and Practice.
- PROVINCIA DI IMPERIA., (a cura di) Piano di Bacino Stralcio sul Bilancio Idrico del Fiume Roia <http://pianidibacino.provincia.imperia.it/site/11031/default.aspx>
- Regione Liguria, Piano di Tutela delle Acque, Stima del fabbisogno idrico, Allegato VI (2015), (a cura di), [http://www.ambienteinliguria.it/eco3/DTS\\_GENERALE/20110117/06\\_ALLEGATO\\_VI\\_stima\\_fabbisogno\\_idrico.pdf](http://www.ambienteinliguria.it/eco3/DTS_GENERALE/20110117/06_ALLEGATO_VI_stima_fabbisogno_idrico.pdf)
- Regione Liguria, web-gis carta delle rilevazioni
- idriche [https://servizi.regione.liguria.it/page/welcome/DERIVAZIONI\\_IDRICHE](https://servizi.regione.liguria.it/page/welcome/DERIVAZIONI_IDRICHE)
- REGIONE LIGURIA, Osservatorio Turistico Regionale, Analisi del movimento Turistico <https://www.regione.liguria.it/homepage/turismo/osservatorio-turistico-regionale/analisi-del-movimento-turistico/report-2019/documents.html?showSubCatsBreadcrumb=0&showSubCatsBreadcrumbStatus=1&view=documents&catid=101179&showSubCats=1&showNameCat=0&showDescrCat=1&showNameCat=0&docCatOrderField=2&docCatOrderDir=0&docOrderField=2&docOrderDir=1&docShowCategories=1>
- Regione Liguria, Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale (a cura di), (2019). PIANO DI BACINO STRALCIO PER LA TUTELA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO-FIUME ROIA E TORRENTI LATTE E S. LUIGI - Ambito di Bacino n° 1 –Roia [http://www.pianidibacino.ambienteinliguria.it/IM/roia/documenti/IM\\_Roia\\_PianoInterventi\\_rev01.pdf](http://www.pianidibacino.ambienteinliguria.it/IM/roia/documenti/IM_Roia_PianoInterventi_rev01.pdf)
- Regione Lombardia (2014). "Strategia Regionale per l'Adattamento ai Cambiamenti Climatici" (SRACC).
- Regione Lombardia (2016). "Documento di Azione Regionale per l'Adattamento ai Cambiamenti Climatici" (DdARACC).
- Sgroi, S., ENEA, (2002). analisi di specifiche situazioni di degrado della qualità delle acque in Campania, in riferimento ai casi chemaggiormente incidono negativamente sulle aree-costiere", ACCORDO DI PROGRAMMA ENEA- MINISTERO DELL'AMBIENTE- Progetto Regi Lagni <http://eboals.bologna.enea.it/ambtd/regi-lagni/volume-1/02-1- vol1-cus.html#09-fabb-ic>
- Tsanis IK, Koutroulis AG, Daliakopoulos IN, Jacob D (2011) Severe climate-induced watershortage and extremes in Crete. *Climatic Change*, 106(4), 667-677
- UNEP/MAP (2013) State of the Mediterranean Marine and Coastal Environment, UNEP/ MAP - Barcelona Convention, Athens.
- UNEP/MAP, Plan Bleu (2009) State of the environment and development in the Mediterranean. Technical report, Athens, 200 p.
- Zebisch, M., Schneiderbauer, S., Fritzsche, K., Bubeck, P., Kienberger, S., Kahlenborn, W., ... & Below, T. (2021). The vulnerability sourcebook and climate impact chains—a standardised framework for a climate vulnerability and risk assessment. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*.