

FRANCOANGELI/Urbanistica

Lucia Chieffallo, Annunziata Palermo

Per una pianificazione territoriale clima-adattiva

**Metodi di analisi
e strategie di intervento**



Pianificazione urbana e territoriale sostenibile

Serie diretta da Annunziata Palermo (Università della Calabria)
e Maria Francesca Viapiana (Università della Calabria)

Comitato scientifico:

Mete Başar Baypinar (Università di Istanbul), Ilaria Del Ponte (Università di Genova), Donato Di Ludovico (Università dell'Aquila), Daniele La Rosa (Università di Catania), Fulvia Pinto (Politecnico di Milano),
Marialuce Stanganelli (Università Federico II di Napoli).

La serie intende divulgare studi di ricerca inerenti alcune delle tematiche emergenti relative alla pianificazione urbana e territoriale, connesse ad aspetti generali quali la rigenerazione, la sostenibilità e la partecipazione.

Tali aspetti, nello specifico, si declinano mediante l'indagine di diverse questioni d'interesse. Una tra queste è l'identificazione di sistemi territoriali utili a connettere polarità minori anche a vocazione rurale, integrando tutti gli aspetti della sfera urbana, con particolare riguardo ai servizi.

L'attenzione è rivolta, altresì, alla definizione di modelli per la valutazione di aree dismesse o in disuso, al fine di trasformarle in distretti intelligenti plurifunzionali o monofunzionali, anche a uso temporaneo, ponendo particolare accento sulla riduzione del consumo energetico e sulla valorizzazione di "infrastrutture sociali".

Altro argomento di indagine è l'analisi della resilienza urbana e territoriale, con l'obiettivo di costruire adeguati *framework* di metodo utili per la gestione del rischio in relazione all'uso di alcuni elementi strategici.

La serie non trascurerà, inoltre, altri temi ritenuti rilevanti sia in termini di salvaguardia che di sviluppo fisico-funzionale di diversi ambiti d'azione, quali ad esempio la valorizzazione del patrimonio storico e culturale anche ai fini turistici, la programmazione e la valutazione di strategie di intervento che considerino l'ambiente come l'unione tra green economy, mobilità sostenibile, architettura e urbanistica e la delineazione di rinnovati processi di *governance* multilivello.

I testi da pubblicare sono sottoposti a un doppio referaggio, al fine di certificare la qualità del prodotto e la sua congruenza agli obiettivi della collana. Il referaggio è inteso come un momento di crescita e di ulteriore sviluppo del lavoro scientifico e non come una mera attività di valutazione.

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: www.francoangeli.it e iscriversi nella home page al servizio “Informatemi” per ricevere via e.mail le segnalazioni delle novità.

Lucia Chieffallo, Annunziata Palermo

Per una pianificazione territoriale clima-adattiva

**Metodi di analisi
e strategie di intervento**

FrancoAngeli

In copertina: Rappresentazione grafica della variabilità climatica in ambiente urbano.
Elaborazione a cura delle autrici.

Isbn e-book: 9788835191957

Copyright © 2026 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore.

Sono riservati i diritti per Text and Data Mining (TDM), AI training e tutte le tecnologie simili.
L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza
d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito www.francoangeli.it.

Gli eventuali link attivi e QR code inseriti nel volume sono forniti dall'autore. L'editore non si assume
alcuna responsabilità sui link attivi e QR code ivi contenuti che rimandano a siti non appartenenti a
FrancoAngeli.

Indice

Introduzione	pag.	9
L'analisi sistematica dei rischi-chiave indotti dalla variabilità climatica sul territorio	»	17
Premessa	»	17
1. Il processo di revisione sistematica della letteratura: assunti metodologici e tecniche statistiche per la rappresentazione e la sintesi dei risultati	»	19
1.1. La fase di preparazione	»	20
1.2. La fase di analisi	»	22
2. Dai principali risultati quantitativi all'analisi qualitativa	»	30
2.1. Rischi da ondate di calore	»	32
2.2. Rischi per la produzione agricola	»	36
2.3. Rischi di scarsità delle risorse idriche	»	38
2.4. Rischi prodotti dalle inondazioni	»	41
3. Strategie e interventi di mitigazione e adattamento	»	45
4. Riflessioni conclusive	»	49
Dalla dimensione globale della mitigazione alla necessità locale di adattamento: inquadramento normativo	»	53
Premessa	»	53
1. Il livello internazionale	»	54
1.1. Protocollo di Kyoto	»	56
1.2. Agenda 2030	»	58
1.3. Accordo di Parigi	»	61

2. Il livello europeo	pag.	63
2.1. Programma europeo per il cambiamento climatico	»	66
2.2. Dal Libro verde al Libro bianco sull'adattamento ai cambiamenti climatici	»	68
2.3. Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici	»	73
2.4. <i>Green Deal</i>	»	77
2.5. <i>Next Generation EU</i>	»	80
2.6. Nuova Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici	»	83
3. Il livello nazionale italiano	»	87
3.1. Strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici	»	89
3.2. Decreto clima	»	92
3.3. Piano nazionale integrato per l'energia e per il clima	»	93
3.4. Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza	»	97
3.5. Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici	»	99
4. Riflessioni conclusive	»	105
Una metodologia di ricerca a supporto di strategie di pianificazione clima-adattiva	»	109
Premessa	»	109
1. La definizione di rischio climatico	»	114
2. Tra resilienza e vulnerabilità: parametri di riferimento per l'azione pianificatoria	»	117
2.1. La sensibilità climatica	»	118
2.2. La capacità di adattamento	»	123
3. I risultati della sperimentazione a livello regionale	»	128
4. I risultati della sperimentazione a livello locale	»	133
5. Verso la definizione di linee strategiche e misure di adattamento	»	138
5.1. Aree urbane: <i>focus</i> sugli ambiti a valenza storica	»	141
5.2. Aree rurali: <i>focus</i> sulle aree produttive agricole	»	144
5.3. Aree costiere: <i>focus</i> sulla fruibilità delle spiagge	»	145
6. Riflessioni conclusive	»	147
Conclusioni	»	151

Riferimenti bibliografici	pag.	157
Allegato 1. Sintesi dei risultati del processo di <i>Systematic Literature Review</i>	»	193
Allegato 2. Risultati sperimentali ottenuti nel contesto territoriale. Il caso della Regione Calabria	»	199
Allegato 3. Risultati sperimentali ottenuti nel contesto locale. Il caso del Comune di Lamezia Terme	»	203

Introduzione

Il presente lavoro di ricerca affronta la questione del cambiamento climatico dalla prospettiva della pianificazione urbana e territoriale, con l'obiettivo generale di supportare l'identificazione di soluzioni alle sfide ambientali, attuali e future, e accrescere la resilienza climatica delle infrastrutture e delle comunità che insistono nelle aree urbane, rurali e costiere.

L'espressione "cambiamento climatico" indica le variazioni locali di parametri ambientali, tra i quali temperature e precipitazioni: un fenomeno complesso, che va al di là del riscaldamento globale e indica il mutamento del clima terrestre in corso, caratterizzato dall'aumento della temperatura media a scala locale. Le conseguenze del cambiamento climatico sui contesti urbani e territoriali sono molteplici e interrelate, in quanto l'aumento delle temperature e l'atipica distribuzione delle precipitazioni nel corso dell'anno alimentano, tra gli altri, il degrado dei servizi ecosistemici, le diversificate problematiche connesse alla gestione del territorio, l'insicurezza alimentare e idrica. Il cambiamento climatico è una delle minacce più gravi per la società moderna; tuttavia, nonostante la portata globale del cambiamento climatico, gli impatti sono più fortemente avvertiti a livello locale (Al-Humaiqani e Al-Ghamdi, 2022). Pertanto, i pianificatori urbani e territoriali sono chiamati ad analizzare le conseguenze, dirette e indirette, dei cambiamenti climatici su città e territori per perseguire strategie e azioni integrate di mitigazione e adattamento: le prime tese a eliminare le cause del cambiamento climatico alla scala globale; le seconde ad annullarne o, comunque, a limitarne gli effetti alla scala locale.

Come affermato da Musco e Fregolent (2014), la comunità scientifica internazionale ha messo più volte in evidenza la costante progressione dei cambiamenti climatici e i relativi impatti soprattutto nelle aree urbane, sottolineando l'insufficienza delle sole politiche di mitigazione, se non associate a opportune azioni di adattamento dei sistemi urbani e territoriali al nuovo

scenario climatico, sempre più caratterizzato da fenomeni meteorologici estremi e variabili. I pianificatori devono, pertanto, occuparsi di definire le strategie da mettere in campo nell'ambito degli strumenti di pianificazione e di gestione delle città e del territorio, suggerendo una nuova cultura del progetto urbanistico (Musco e Zanchini di Castiglionchio, 2014).

Ponendo, quindi, le politiche di contrasto al cambiamento climatico al centro delle politiche urbane (Musco e Magni, 2014), i pianificatori devono interrogarsi, alla scala urbana e territoriale, circa l'individuazione delle più opportune modalità di pianificazione, progettazione e gestione di fronte al mutevole scenario climatico. Come affermato da Cuevas-Wizner *et al.* (2024), la pianificazione svolge un ruolo cruciale nel promuovere l'adattamento ai cambiamenti climatici e nel migliorare la resilienza (Busayo *et al.*, 2019). Tuttavia, nella letteratura si è registrata una notevole mancanza di attenzione all'adattamento ai cambiamenti climatici nel contesto della pianificazione territoriale (Biesbroek *et al.*, 2009). Tuttavia, affrontare le problematiche legate al cambiamento climatico richiede risposte diverse su diverse scale spaziali. Pertanto, è essenziale adottare interventi di pianificazione a tutti i livelli, per ridurre la vulnerabilità aumentando la capacità di adattamento.

Al fine di orientare nella direzione dell'adattamento i processi di pianificazione, le attività condotte, altresì riconducibili al progetto di ricerca dal titolo "*Planning for Climate-Resilient Infrastructures and Communities. Applications to urban, rural and coastal areas*" (D.R. n.1101/2022 del 29.07.2022; MUR - DM 737 del 25/07/2021), hanno inizialmente riguardato l'analisi sistematica dei rischi-chiave indotti dalla variabilità climatica sul territorio, i cui risultati sono contenuti nel *Capitolo Primo*.

A tal fine, si è tenuto conto delle categorie di rischio-chiave identificate per l'Europa dall'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC): i rischi da ondate di calore, i rischi per la produzione agricola, i rischi di scarsità di risorse idriche e i rischi prodotti da maggiore frequenza e intensità di inondazioni (Pörtner *et al.*, 2023). L'analisi si è avvalsa di un processo di revisione sistematica della letteratura, ovvero di specifici assunti metodologici e tecniche statistiche per la rappresentazione e la sintesi dei risultati, sia in termini quantitativi che qualitativi.

Da un punto di vista generale, lo studio ha confermato la rilevanza e la diffusione delle quattro categorie di rischio anche nel contesto italiano, confermando l'esistenza di complesse interconnessioni tra le categorie di rischio e la presenza di correlazioni più o meno forti con le caratteristiche ambientali, sociali ed economiche associate alle aree urbane, rurali e costiere. In particolare, emerge come i rischi da ondate di calore siano un aspetto prioritario da considerare nelle aree urbane, i rischi per la produzione agricola e la scarsità delle

risorse idriche nelle aree rurali e i rischi prodotti dalle inondazioni per le aree costiere. I risultati, che hanno favorito, inoltre, l'approfondimento sulle specifiche strategie e sugli interventi di mitigazione e adattamento rispetto ai suddetti rischi-chiave, costituiscono un solido elemento di conoscenza teorica, nonché il punto di partenza per le attività di ricerca condotte dalle autrici sul parametro della vulnerabilità climatica.

Successivamente, nel *Capitolo Secondo*, la riflessione si è spostata dalla dimensione globale della mitigazione alla necessità locale di adattamento, supportata dalla ricognizione degli strumenti normativi di riferimento a livello internazionale, europeo e italiano.

Con riferimento al primo livello di analisi, già nel 1992, in occasione della Conferenza di Rio su Ambiente e Sviluppo, è stata adottata la Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici che segna l'inizio del percorso di implementazione delle politiche di mitigazione e vede le sue tappe più importanti nel Protocollo di Kyoto e nell'Accordo di Parigi. Lo sviluppo delle politiche di adattamento avviene successivamente e con maggiore lentezza, in accordo con quanto sottolineato dalla Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici nel 1994 e dal Secondo Rapporto dell'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) nel 1995.

L'Unione Europea (UE) ha riconosciuto, da tempo, la necessità di definire strategie e misure non solo per mitigare, ma anche per adattarsi agli effetti dei cambiamenti climatici agendo per ridurre la vulnerabilità e incrementare la resilienza. Seguendo le indicazioni dell'IPCC, dell'Agenzia Europea per l'Ambiente e del Libro Bianco sull'adattamento ai cambiamenti climatici, l'UE ha approvato, nel 2013, la Strategia Europea di adattamento ai cambiamenti climatici. Da un punto di vista applicativo, l'UE fornisce supporto di vario tipo agli Stati membri: linee guida, programmi di finanziamento, condivisione di informazioni e dati, anche attraverso la piattaforma Climate-ADAPT. Nel 2021, l'UE ha pubblicato una nuova Strategia di adattamento che, attraverso una visione di lungo periodo al 2050, rende complementari l'obiettivo di neutralità climatica previsto per la mitigazione con il rafforzamento della resilienza e della capacità di adattarsi, come indicato dall'Accordo di Parigi.

Partendo dalle indicazioni fornite dall'UE, l'Italia ha elaborato, nel 2014, la propria Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNACC). Per dare attuazione alla Strategia, è stato predisposto il Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC), recentemente approvato dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica con decreto n. 434 del 21 dicembre 2023. Il Piano rappresenta il principale indirizzo per la pianificazione di "strumenti" e "atti" orientati all'adattamento, sia alla scala regionale sia a quella locale.

Al livello regionale il Piano individua diverse tipologie di atti che possono favorire il contrasto al cambiamento climatico: tra cui atti specificatamente dedicati ai temi climatici e documenti di pianificazione territoriale o di settore, ma prevede anche l'integrazione dell'adattamento nelle strategie regionali di sviluppo sostenibile, la definizione di atti di programmazione economico-finanziaria e di norme di indirizzo o altre iniziative tese a integrare i criteri di adattamento nelle valutazioni di coerenza climatica di piani e progetti, ad esempio nell'ambito dei processi di VIA e di VAS.

A livello locale, invece, le tipologie di atti sono riconducibili a strumenti di carattere volontario, tra cui, appunto, i Piani di Adattamento, nonché strumenti declinabili in chiave adattiva e derivanti da specifiche competenze di governo del territorio e pianificazione di attività locali, cui si aggiungono iniziative assunte nell'ambito delle reti di città e Comuni, soprattutto nel caso di contesti minori che contando su minori risorse possono definire un approccio sinergico per affrontare problemi comuni, e ancora esperienze di programmazione negoziata e pianificazione di servizi in ambiti complessi e interconnessi, quali ad esempio i piani della portualità e di sviluppo aeroportuale e i piani di distretto socio-sanitario.

Con riferimento ad entrambi i livelli, il Piano fornisce specifiche indicazioni di metodo al fine di orientare il processo di adattamento, suggerendo un'articolazione in tre fasi: una prima fase conoscitiva, in cui vengono raccolte, interpretate e diffuse le informazioni climatiche a supporto dei decisori della Pubblica Amministrazione; una seconda fase, di definizione dello scenario in cui vengono identificati gli effetti attuali e futuri del cambiamento climatico; infine una terza fase in cui a partire dagli obiettivi vengono definite le azioni del piano da realizzare concretamente in funzione degli obiettivi generali e specifici della strategia.

Un ulteriore riferimento normativo nazionale rilevante è rappresentato dal Piano Nazionale Integrato Energia e Clima. Approvato dal governo nel 2019, il Piano imposta una prospettiva di riduzione delle emissioni al 2030, sebbene non risulti formulato un programma temporizzato per finanziarlo e realizzarlo. Recentemente, il Governo ha inoltre istituito il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, testimoniando l'accresciuta percezione della centralità della questione climatica-ambientale.

L'insieme dei documenti citati costituisce, pertanto, il nucleo scientifico di partenza per le attività di ricerca tese a definire uno strumento operativo innovativo che faciliti la realizzazione dei condivisi obiettivi climatici, orientando, a partire dalla fase conoscitiva, i processi di pianificazione nella direzione della sostenibilità ambientale.

Infatti, riconoscendo come i pianificatori siano chiamati a trovare soluzioni agli impatti incerti, improvvisi e geograficamente differenziati prodotti

dall'interazione tra il territorio e le esternalità climatiche anomale, al fine di orientare le trasformazioni e incrementare la resilienza urbana al clima, nell'ambito del governo del territorio è necessario strutturare sistemi di gestione delle informazioni capaci di coordinare il complesso insieme di dati utili a costruire quadri conoscitivi digitalizzati, integrati e condivisi.

Queste riflessioni hanno guidato la definizione di una metodologia di ricerca a supporto di strategie di pianificazione clima-adattiva, descritta nel *Capitolo Terzo*, con l'obiettivo generale di favorire una nuova lettura delle più attuali dinamiche urbane e territoriali, suggerendo, a tal proposito, possibili elementi di innovazione con riferimento sia alla capacità di misurare il livello di sensibilità climatica di singole porzioni territoriali, che di favorire i processi decisionali nella scelta delle misure, o meglio del sistema integrato di misure, più efficaci in merito alle specificità dei luoghi in termini di adattabilità.

L'adattamento, principale *focus* della ricerca, sottende il confronto con un futuro non sempre prevedibile, che mette sotto accusa il tradizionale bagaglio di analisi e di strumenti urbanistici e progettuali: ciò deve tradursi in un nuovo approccio alla disciplina, nella ricerca di nuove modalità d'impostazione del piano e del progetto (Manigrasso, 2013). A tal riguardo, la differenziazione proposta tra aree urbane, rurali e costiere appare necessaria alla luce dei peculiari caratteri morfologici, insediativi e produttivi che le contraddistinguono e a cui imputare la creazione di particolari microclimi, ovvero specifici fenomeni fisici, chimici e biologici, determinati dall'interazione tra ambiente costruito, fattori produttivi ed elementi climatico-ambientali.

A tal proposito è stato definito un *framework* metodologico volto alla mappatura della vulnerabilità climatica realizzata combinando parametri rappresentativi delle due suddette componenti: la sensibilità, che rappresenta il sistema "clima", e la capacità di adattamento, che rappresenta il sistema "città".

Come emergerà più chiaramente in seguito, al fine di fornire parametri utili di riferimento per quantificare la sensibilità, il *framework* favorisce la costruzione di un "quadro climatico" basato sull'elaborazione delle osservazioni meteo-climatiche disponibili, misurate direttamente *in situ* da stazioni termo-pluviometriche riconosciute. Le serie storiche registrate, relative alle precipitazioni, alle temperature massime e alle temperature minime giornaliere, consentono di derivare specifici indici degli estremi dello stato climatico. Questi ultimi sono stati scelti al fine di essere coerenti con il regime climatico locale, affidabili e popolabili nel tempo sulla base dei dati acquisiti localmente. Per garantire tali requisiti sono considerati 18 indici di sintesi raccomandati dal CCI/CLIVAR/JCOMM *Expert Team (ET) on Climate*

Change Detection and Indices (ETCCDI) e individuati tra i più rappresentativi del clima italiano anche dall'Istituto Nazionale per la Protezione e la Ricerca Ambientale. Al fine di riportare le osservazioni puntuali su una griglia regolare e continua che interessi l'intero contesto di sperimentazione, il *framework* considera specifici processi di interpolazione degli indici, preventivamente associati alle relative stazioni termo-pluviometriche, implementati in ambiente GIS. I risultati, facilmente interpretabili, hanno il pregio di non rivolgersi esclusivamente a specialisti del settore, ma di essere fruibili anche dai tecnici della Pubblica Amministrazione e dai decisori politici. Pertanto, possono essere utilizzati nella definizione della fase conoscitiva del processo pianificatorio di adattamento, facilitando l'individuazione degli effetti dei cambiamenti climatici in atto sull'ecosistema locale e sui sistemi socio-economici e dei relativi potenziali impatti futuri.

Per quanto riguarda, invece, la capacità di adattamento, questa componente rappresenta la capacità di adeguarsi ai potenziali danni, di sfruttare le opportunità e di rispondere alle conseguenze indotte dalla variabilità climatica. Nonostante venga riconosciuta la centralità del concetto per la valutazione del rischio climatico, la letteratura evidenzia l'assenza di un approccio condiviso alla relativa valutazione (Engle, 2011, Andrijevic *et al.*, 2023), imputabile alla complessità e alla contestualità dell'adattamento a molteplici scale spaziali, nonché alle diverse condizioni al contorno.

Al fine di superare tale criticità, il *framework* propone di stimare la capacità di adattamento in modo indiretto, attraverso fattori individuati sulla base dello studio della letteratura di settore, che l'influenzano in modo negativo, rappresentando fattori amplificatori della vulnerabilità climatica, ovvero le caratteristiche fisico-insediative e la composizione demografica.

Le caratteristiche fisico-insediative sono riconducibili all'insieme di elementi antropici, quali strutture abitative, infrastrutturali e produttive, che alterano gli elementi naturali per soddisfare specifiche esigenze socio-economiche. Tra gli indici che qualificano tali caratteristiche, un ruolo importante è rivestito dal consumo di suolo, inteso come variazione di stato da copertura non artificiale a copertura artificiale, che incide sulla tenuta geomorfologica del suolo, sulle altimetrie e sui deflussi idrici, contribuendo alla perdita dei servizi ecosistemici. La composizione demografica spaziale si riferisce, invece, alla densità abitativa e alla presenza di soggetti fragili e vulnerabili, quali bambini e anziani.

Per ognuno di questi fattori, si propongono specifici indici, derivabili alla scala locale, utili a individuare gli ambiti che, dimostrando una minore capacità adattiva, risultano maggiormente vulnerabili e, quindi, si configurano come prioritari di intervento.

Al fine di supportare tale trattazione, si propongono i risultati ottenuti

dalla sperimentazione del *framework* nei contesti regionali e locali, rappresentati dalla Regione Calabria e dal Comune di Lamezia Terme.

I risultati della ricerca rappresentano un utile dispositivo di lettura delle dinamiche climatiche locali, indispensabile per i pianificatori nella successiva definizione di “strumenti” rinnovati e resilienti, suggerendo, in tal senso, diverse, ma non alternative, possibilità di azione, sia alla scala regionale che alla locale. La scelta di considerare tali ambiti territoriali di valutazione, connessi a differenti livelli amministrativi titolari dell’iniziativa di pianificazione, ovvero quello regionale e comunale, sottende la volontà di dimostrare l’utilità di supportare diversi “strumenti e atti” che possono dare un apporto al percorso di adattamento.

L'analisi sistematica dei rischi-chiave indotti dalla variabilità climatica sul territorio

Premessa

Il cambiamento climatico è un fenomeno sistemico di scala globale che ha costituito la questione ambientale più importante e centrale dalla fine del XX secolo. Negli ultimi due decenni, economisti, ma anche geografi, esperti di politica economica, sociologi e urbanisti hanno dimostrato un crescente interesse per la ricerca sugli impatti del cambiamento climatico, sulla vulnerabilità sociale e sull'elaborazione delle più opportune strategie e politiche di contenimento (Vlassopoulos, 2012).

Tuttavia, sebbene il tema del cambiamento climatico sia entrato nelle agende politiche internazionali¹ e locali che hanno riconosciuto l'urgenza di specifici interventi per il contenimento delle vulnerabilità climatiche, le difficoltà applicative connesse alla sperimentazione di adeguate misure di mitigazione e adattamento appaiono molteplici, risultando prevalentemente connesse, dal punto di vista urbanistico, alla strutturazione dei quadri conoscitivi ordinari a disposizione delle pubbliche amministrazioni. Questi, infatti, alle diverse scale della pianificazione, non riescono a supportare adeguatamente l'analisi e la classificazione del territorio sul proprio livello di vulnerabilità e, conseguentemente, di rischio nei confronti degli eventi climatici estremi:

¹ Come emergerà più chiaramente in seguito, il fenomeno del cambiamento climatico è affrontato in numerosi "strumenti", tra i quali anche l'Agenda 2030 in relazione all'obiettivo denominato *Sustainable Development Goal* (SDG) 13 che cita "*take urgent actions to combat climate change and its impacts. In order to reach a sustainable society, it is necessary to integrate climate change measures into national policies, strategies, and planning. It is vital to improve education, awareness-raising, and human and institutional capacity on climate change mitigation but also to strengthen global resilience and adaptive capacities to the effects of global warming*".

elementi che, di certo, contribuirebbero a innovare le pratiche urbanistiche e a migliorare la vivibilità e la resilienza urbana e territoriale.

Con la volontà di rispondere operativamente a tali criticità, nell'ambito della presente ricerca è stato avviato uno studio di tipo teorico-conoscitivo che ha riguardato l'individuazione e l'analisi quantitativa e qualitativa delle condizioni di rischio locali ai cambiamenti climatici.

A tal fine si è tenuto conto delle categorie di rischio-chiave identificate per l'Europa dall'istituzione scientifica denominata *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), che fornisce un supporto ai negoziati internazionali condotti dai governi nell'ambito della *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) (Nalau *et al.*, 2024). Nello specifico, le quattro categorie di rischio-chiave considerate sono: i rischi da ondate di calore, i rischi per la produzione agricola, i rischi di scarsità di risorse idriche e i rischi prodotti da maggiore frequenza e intensità di inondazioni (Pörtner *et al.*, 2023).

Con riferimento a tali categorie, i contenuti di seguito riportati sintetizzano gli elementi metodologici utili alla costruzione del *Climate change risks framework* sulla base degli studi di letteratura più recenti pubblicati sul tema, di cui vengono presentati i principali risultati per ognuna delle suddette categorie (Palermo e Chieffallo, 2024): un elemento di conoscenza teorico che rappresenta il punto di partenza per le attività di ricerca condotte dalle autrici. In particolare, per la rappresentazione grafica dei principali risultati si rimanda ai contenuti dell'*Allegato 1*.

Come emergerà più chiaramente in seguito, al fine di condurre tale studio, tra le diverse tipologie di analisi della letteratura esistenti, è stata scelta la metodologia di *Systematic Literature Review* (SLR), nata negli anni Novanta e utilizzata per trovare e aggregare gli studi correlati a una specifica domanda di ricerca o argomento di interesse (Hamad e Salim, 2014). Operativamente, l'adozione di processi di SLR mira a identificare e valutare la letteratura scientifica rilevante su uno specifico tema di ricerca, al fine di trarre conclusioni fondate sulla questione in esame.

Le revisioni sistematiche sono praticate soprattutto nell'ambito delle scienze mediche, mentre sono meno diffusi gli esempi di revisioni della letteratura che utilizzano questi metodi nel campo della pianificazione urbana e delle scienze sociali in generale, sebbene recentemente stiano trovando crescente diffusione. Simili studi risultano particolarmente interessanti in quanto, a differenza della revisione della letteratura a scopo narrativo o descrittivo, prevedono di documentare tutte le procedure intraprese (Ginieis *et al.*, 2012), dovendo rispettare requisiti specifici in termini di validità, affidabilità, trasparenza e replicabilità. Per queste caratteristiche le revisioni sistematiche sono state riconosciute dal *Research Assessment*, nel 1995, come vera e propria ricerca scientifica.

Nell'ambito di questo studio, l'adozione del processo di SLR ha consentito di individuare gli studi esistenti, selezionare e valutare i contributi maggiormente interessante, analizzare e sintetizzare i dati e riportare i risultati di sintesi per consentire di trarre risultati chiari.

Inoltre, tale attività è stata propedeutica all'approfondimento sul significato concettuale e pratico delle misure di mitigazione e adattamento, due approcci complementari per affrontare le categorie di rischio-chiave oggetto della presente trattazione, nonché per trarre alcune riflessioni conclusive utili per le fasi successive della ricerca.

1. Il processo di revisione sistematica della letteratura: assunti metodologici e tecniche statistiche per la rappresentazione e la sintesi dei risultati

Le revisioni della letteratura scientifica vengono condotte per diversi scopi, tra cui fornire un *background* teorico per ricerche successive, apprendere l'ampiezza dello stato dell'arte su un argomento di interesse, rispondere a specifiche domande di ricerca. Secondo Okoli e Schabram (2015), le revisioni della letteratura costituiscono un lavoro di ricerca originale e prezioso, creando un solido punto di partenza per tutti i membri della comunità accademica interessati a un particolare argomento. In accordo a Xiao e Watson (2019), la revisione della letteratura è una caratteristica essenziale della ricerca accademica in quanto l'avanzamento della conoscenza non può che essere costruito sulla base dei lavori esistenti. Esaminare la letteratura consente di comprendere in profondità i temi di interesse, individuare eventuali lacune da colmare, nonché testare un'ipotesi specifica di ricerca e sviluppare eventuali nuove teorie.

Nell'ambito del presente studio, i risultati ottenuti dall'applicazione del processo di SLR sono stati utili a sistematizzare quantitativamente le conoscenze descritte nella letteratura sul tema dei cambiamenti climatici, secondo le categorie di rischio-chiave individuate dall'IPCC per l'Europa. A tal fine sono stati definiti gli obiettivi di ricerca, le fasi che compongono il processo e le relative procedure, includendo i criteri di inclusione ed esclusione dei contributi dalla ricerca che è stata eseguita in *database* di letteratura elettronica. La sintesi degli elementi caratterizzanti l'intero processo di SLR è sintetizzata in *Tab. 1.1*. Nello specifico, nei sottoparagrafi seguenti, le due fasi di preparazione e analisi vengono caratterizzate con riferimento alle quattro categorie di rischio-chiave introdotte in premessa.