

Cambiamento Climatico 2014: Impatti, Adattamento e Vulnerabilità**SOMMARIO PER I POLICYMAKER****Autori**

Christopher B. Field (USA), Vicente R. Barros (Argentina), Michael D. Mastrandrea (USA), Katharine J. Mach (USA), Mohamed A.-K. Abdrabo (Egypt), W. Neil Adger (UK), Yury A. Anokhin (Russian Federation), Oleg A. Anisimov (Russian Federation), Douglas J. Arent (USA), Jonathon Barnett (Australia), Virginia R. Burkett (USA), Rongshuo Cai (China), Monalisa Chatterjee (USA/India), Stewart J. Cohen (Canada), Wolfgang Cramer (Germany/France), Purnamita Dasgupta (India), Debra J. Davidson (Canada), Fatima Denton (Gambia), Petra Döll (Germany), Kirstin Dow (USA), Yasuaki Hijioka (Japan), Ove Hoegh-Guldberg (Australia), Richard G. Jones (UK), Roger N. Jones (Australia), Roger L. Kitching (Australia), R. Sari Kovats (UK), Patricia Romero Lankao (Mexico), Joan Nymand Larsen (Iceland), Erda Lin (China), David B. Lobell (USA), Iñigo J. Losada (Spain), Graciela O. Magrin (Argentina), José A. Marengo (Brazil), Anil Markandya (Spain), Bruce A. McCarl (USA), Roger F. McLean (Australia), Linda O. Mearns (USA), Guy F. Midgley (South Africa), Nobuo Mimura (Japan), John F. Morton (UK), Isabelle Niang (Senegal), Ian R. Noble (Australia), Leonard A. Nurse (Barbados), Karen L. O'Brien (Norway), Taikan Oki (Japan), Lennart Olsson (Sweden), Michael Oppenheimer (USA), Jonathan T. Overpeck (USA), Joy J. Pereira (Malaysia), Elvira S. Poloczanska (Australia), John R. Porter (Denmark), Hans-O. Pörtner (Germany), Michael J. Prather (USA), Roger S. Pulwarty (USA), Andy R. Reisinger (New Zealand), Aromar Revi (India), Oliver C. Ruppel (Namibia), David E. Satterthwaite (UK), Daniela N. Schmidt (UK), Josef Settele (Germany), Kirk R. Smith (USA), Dáithí A. Stone (Canada/South Africa/USA), Avelino G. Suarez (Cuba), Petra Tschakert (USA), Riccardo Valentini (Italy), Alicia Villamizar (Venezuela), Rachel Warren (UK), Thomas J. Wilbanks (USA), Poh Poh Wong (Singapore), Alistair Woodward (New Zealand), Gary W. Yohe (USA)

Traduzione di Toni Federico, Andrea Barbabella, Stefania Grillo e Flavia Li Chiavi (rev. 2 maggio 2014)

CONTENUTO DELLA SINTESI PER I POLICYMAKER

Valutazione e gestione dei rischi del cambiamento climatico

- Background Box SPM.1. Contesto per la valutazione
- Background Box SPM.2. Termini centrali per la comprensione della sintesi
- Background Box SPM.3. La comunicazione del grado di certezza nei risultati della valutazione

Sezione A: Impatti osservati, vulnerabilità e adattamento in un mondo complesso e mutevole

- A-1. Impatti osservati, la vulnerabilità e l'esposizione
- A-2. Esperienza di adattamento
- A-3. Il contesto decisionale

Sezione B: Rischi e opportunità future per l'adattamento

- B-1. I rischi principali in tutti i settori e le regioni
 - Assessment Box SPM.1. Interferenze umane con il sistema climatico
- B-2. I rischi settoriali e le potenzialità di adattamento
- B-3. I rischi regionali principali e le potenzialità di adattamento
 - Assessment Box SPM.2. Principali rischi regionali

Sezione C: Gestire i rischi futuri e costruire la resilienza

- C-1. Principi per un adattamento efficace
- C-2. Percorsi resilienti ai cambiamenti climatici e trasformazioni

VALUTARE E GESTIRE I RISCHI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO

L'interferenza umana con il sistema climatico si sta verificando¹ e il cambiamento climatico pone a rischio i sistemi umani e naturali (Figura SPM.1). La valutazione degli impatti, dell'adattamento e della vulnerabilità nel contributo del gruppo di lavoro II al Quinto Rapporto di Valutazione dell'IPCC (WGII AR5) considera come i profili dei rischi e dei benefici potenziali si stanno modificando a causa del cambiamento climatico. Si analizza come gli impatti e i rischi legati al cambiamento climatico possono essere ridotti e gestiti attraverso l'adattamento e la mitigazione. Il rapporto valuta le esigenze, le opzioni, le opportunità, i vincoli, la resilienza, i limiti e altri aspetti connessi con l'adattamento.

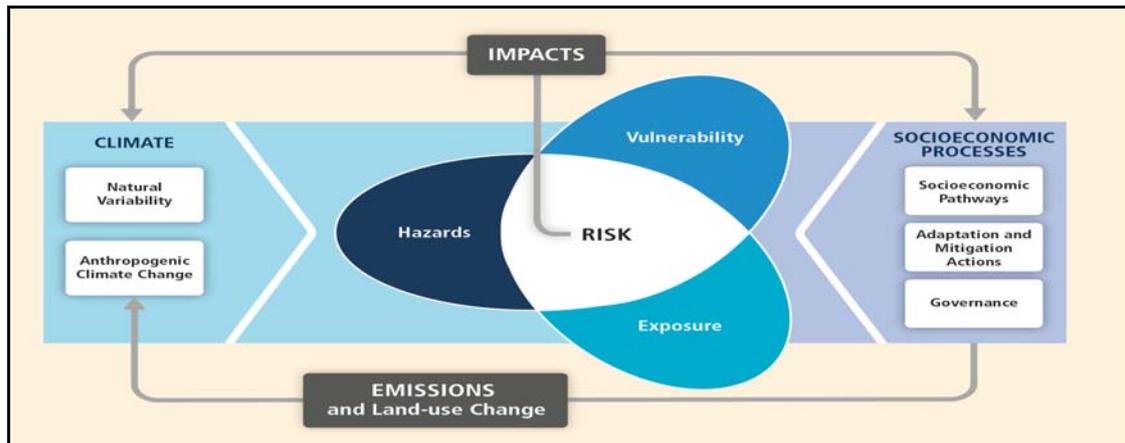


Figura SPM.1: Illustrazione dei concetti fondamentali del WGII AR5. Rischio di impatti legati al clima risultante dall'interazione dei rischi legati al clima (inclusi eventi e tendenze pericolose) con la vulnerabilità e l'esposizione dei sistemi umani e naturali. Cambiamenti sia sul sistema climatico (a sinistra) e dei processi socio-economici, tra cui l'adattamento e la mitigazione (a destra) sono i *driver* dei pericoli, dell'esposizione e della vulnerabilità [19.2, figura 19-1].

Il cambiamento climatico comporta interazioni complesse e mutate probabilità dei diversi impatti. Il *focus* sul rischio climatico, che è una novità di questo rapporto, supporta il processo decisionale nel contesto del cambiamento climatico ed integra gli altri elementi della relazione. Le persone e le comunità possono percepire o classificare i rischi e i benefici potenziali in modo diverso, a partire da valori e obiettivi diversi.

Rispetto ai rapporti WGII precedenti, il WGII AR5 esamina una raccolta di letteratura scientifica, tecnica e socio-economica rilevante, sostanzialmente maggiore. L'allargamento della base scientifica ha facilitato la valutazione globale fornendo un insieme più ampio di argomenti e settori, con una copertura estesa dei sistemi umani, dell'adattamento e dell'oceano. Vedere Background Box SPM.1.2².

La sezione A di questa sintesi caratterizza gli impatti osservati, la vulnerabilità, l'esposizione e le risposte adattative di oggi. La sezione B esamina i rischi e i potenziali benefici futuri. La sezione C considera le basi per un efficace adattamento e più estesamente le interazioni tra adattamento, mitigazione e lo sviluppo sostenibile. Il Bkg Box SPM.2 definisce i concetti principali e il Bkg Box SPM.3 introduce termini utilizzati per trasmettere il grado di certezza nei risultati principali. I riferimenti tra parentesi e nelle note indicano il supporto per i risultati, le figure e le tabelle.

Background Box SPM.2 . Il contesto per la valutazione

¹ Uno dei risultati chiave del WGI AR5 è: "È estremamente probabile che l'influenza umana sia stata la causa dominante del riscaldamento osservato a partire dalla metà del 20° secolo" [WGI AR5 SPM Section D.3, 2.2, 6.3, 10.3-6, 10.9]

² 1.1, Figure 1-1

Negli ultimi due decenni il Working Group II dell'IPCC ha sviluppato le valutazioni degli impatti del cambiamento climatico, dell'adattamento e della vulnerabilità. Il WGII AR5 parte dal contributo WGII alla quarta relazione di valutazione dell'IPCC (AR4 WGII), pubblicato nel 2007, e dal Rapporto speciale sulla gestione dei rischi degli eventi estremi e dei disastri per sviluppare l'adattamento ai cambiamenti climatici (SREX), pubblicato nel 2012. Fa anche seguito al contributo del gruppo di lavoro I dell'AR5 (WGI AR5)³.

Il numero di pubblicazioni scientifiche disponibili per valutare gli impatti del cambiamento climatico, dell'adattamento e della vulnerabilità è più che raddoppiato tra il 2005 e il 2010, con un aumento particolarmente rapido delle pubblicazioni relative all'adattamento. Gli autori di pubblicazioni sui cambiamenti climatici provenienti dai paesi in via di sviluppo sono aumentati, anche se rappresentano ancora una piccola frazione del totale⁴.

Il WGII AR5 è presentato in due parti (Parte A: aspetti globali e settoriali e parte B: aspetti regionali), riflettendo la base ampliata degli studi e un approccio multidisciplinare, maggiore attenzione agli impatti e alle risposte sociali e una copertura regionale completa ed estesa.

Background Box SPM.2. Terminologie essenziali per capire il Sommario⁵

Cambiamento climatico: si riferisce ad una modifica nello stato del clima che può essere identificata (ad esempio utilizzando test statistici) da variazioni della media e/o dalla variabilità delle sue proprietà e che persiste per un periodo prolungato, tipicamente decenni o più. Il cambiamento climatico può essere dovuto a processi naturali interni o a forzanti esterne quali le modulazioni dei cicli solari, le eruzioni vulcaniche e i cambiamenti antropogenici persistenti nella composizione dell'atmosfera o di uso del suolo. Si noti che la Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC), all'articolo 1, definisce il cambiamento climatico come “un cambiamento di clima attribuito direttamente o indirettamente all'attività umana che altera la composizione dell'atmosfera globale in aggiunta alla variabilità naturale del clima osservata in periodi di tempo comparabili”. La UNFCCC opera una distinzione tra cambiamento climatico imputabile alle attività umane che alterano la composizione dell'atmosfera e la variabilità del clima attribuibile a cause naturali.

Pericolo (hazard): è il potenziale verificarsi di un evento fisico naturale o antropico o di una tendenza o di un impatto fisico che possono causare perdita della vita, lesioni o altri effetti sulla salute, come pure danni e perdita di proprietà, infrastrutture, mezzi di sussistenza, fornitura di servizi, ecosistemi e risorse ambientali. In questa relazione il termine *pericolo* di solito si riferisce a eventi fisici legati al clima o alle dinamiche o ai loro impatti fisici.

Esposizione: è la presenza di persone, mezzi di sostentamento, specie o ecosistemi, funzioni ambientali, servizi e risorse, infrastrutture o risorse economiche, sociali o culturali in luoghi e condizioni che potrebbero essere soggetti ad impatti avversi.

Vulnerabilità: è la propensione o predisposizione a subire impatti avversi. La vulnerabilità comprende una varietà di concetti ed elementi, tra cui la sensibilità o suscettibilità alle minacce e la mancanza di capacità di farvi fronte e di adattarsi.

Impatti: effetti sui sistemi naturali e umani. In questo Rapporto, il termine è usato principalmente per fare riferimento agli effetti sui sistemi naturali e umani degli eventi estremi del clima e dei suoi cambiamenti. Gli impatti generalmente si riferiscono agli effetti sulla vita, sui mezzi di sussistenza, sulla salute, sugli ecosistemi, sulle economie, le società, le culture, i servizi e le infrastrutture a

³ 1.2-3

⁴ 1.1, Figura 1-1

⁵ Il glossario WGII AR5 definisce molti dei termini usati nel Rapporto. Coerentemente ai recenti progressi della scienza, alcune definizioni differiscono in estensione e significato dalle definizioni usate nel precedente *Assessment Report AR4* e in altre pubblicazioni della IPCC

causa dell'interazione dei cambiamenti climatici o degli eventi climatici pericolosi che si verificano entro un periodo di tempo specifico e nel quadro della vulnerabilità di una società o di un sistema esposto. Gli impatti sono anche denominati conseguenze o risultati. Gli impatti dei cambiamenti climatici sui sistemi geofisici, tra cui inondazioni, siccità e innalzamento del livello del mare, sono un sottoinsieme degli impatti chiamati impatti fisici.

Rischio: è la conseguenza potenziale in situazioni in cui è in gioco qualcosa di valore e dove gli effetti sono incerti, tenendo conto della diversità dei valori. Il rischio è spesso rappresentato come probabilità di verificarsi di eventi o tendenze pericolose moltiplicata per le conseguenze che si riscontrano se si verificano questi eventi o tendenze. I rischi risultano dall'interazione di vulnerabilità, esposizione e pericolo (vedi Figura SPM.1). In questo Rapporto, il termine rischio è usato principalmente per indicare i rischi degli impatti del cambiamento climatico.

Adattamento: è il processo di adeguamento al clima in atto o prevedibile ed ai suoi effetti. Nei sistemi umani, l'adattamento cerca di moderare o evitare danni o di sfruttare opportunità favorevoli. In alcuni sistemi naturali, l'intervento umano può facilitare l'adeguamento ai cambiamenti climatici attesi ai loro effetti.

Trasformazione: è un cambiamento nei parametri fondamentali dei sistemi naturali e umani. All'interno di questo Sommario, il termine trasformazione potrebbe riflettere parametri, obiettivi o valori rafforzati, alterati o allineati, orientati a promuovere l'adattamento per lo sviluppo sostenibile, compresa la riduzione della povertà.

Resilienza: è la capacità dei sistemi sociali, economici e ambientali, di far fronte ad un evento pericoloso o una tendenza o una perturbazione, rispondendo o riorganizzandosi senza perdere la loro funzione essenziale, l'identità e la struttura, mantenendo inoltre la capacità di adattamento, apprendimento e trasformazione.

Background Box SPM.3. La comunicazione del grado di certezza nei risultati della valutazione⁶

Il grado di certezza in ogni risultato rilevante della valutazione è basato sul tipo, la quantità, la qualità e la consistenza delle prove (ad esempio i dati, la comprensione delle fenomenologie, la teoria, i modelli, il giudizio esperto) e il grado di accordo. I termini del Sommario per classificare una prova o evidenza sono: limitata, media o forte; e per il grado di consenso: basso, medio o alto.

Il grado di confidenza nella validità di un risultato sintetizza la valutazione delle prove e del consenso. I livelli di confidenza si rappresentano con cinque qualificatori: molto basso, basso, medio, alto e molto alto.

La verosimiglianza è qui intesa come probabilità di un evento ben definito, avvenuto o che potrebbe avvenire in futuro, e può essere descritte quantitativamente attraverso i seguenti termini: praticamente certo, 99-100%; estremamente probabile, 95-100%; molto probabile, 90-100%; probabile, 66-100%; più probabile che no, > 50%, tanto probabile che no, 33-66%; improbabile, 0-33%; molto improbabile, 0-10%; estremamente improbabile, 0-5 % e straordinariamente improbabile, 0-1%. Salvo diversa indicazione, i risultati con un termine assegnato di probabilità sono associati ad un elevato o molto elevato grado di confidenza. Se del caso, i risultati sono formulati come affermazioni di fatto senza usare qualificatori dell'incertezza.

Nei paragrafi di questo Sommario la confidenza, le evidenze e il consenso proposti per un risultato chiave, in grassetto, si applicano alle successive affermazioni contenute nel paragrafo, a meno che non siano date ulteriori quantificazioni.

A) IMPATTI OSSERVATI, VULNERABILITÀ E ADATTAMENTO IN UN MONDO

⁶ 1.1, Box 1-1

COMPLESSO E MUTEVOLE

A-1. Impatti osservati, vulnerabilità ed esposizione

Negli ultimi decenni, i cambiamenti climatici hanno causato impatti sui sistemi naturali e umani in tutti i continenti e gli oceani. La evidenza degli impatti del cambiamento climatico sui sistemi naturali è più forte e più completa. Anche alcuni impatti sui sistemi umani sono stati attribuiti⁷ al cambiamento climatico, con un contributo maggiore o minore del cambiamento climatico distinguibile da altre influenze. Vedi la Figura SPM.2. L'attribuzione degli impatti osservati nel WGII AR5 collega generalmente le risposte dei sistemi naturali e umani ai cambiamenti climatici osservati, indipendentemente dalle loro cause⁸.

In molte regioni, i cambiamenti delle precipitazioni o la fusione di neve e ghiaccio stanno alterando i sistemi idrologici, impattando le risorse idriche in termini di quantità e qualità (*grado medio di confidenza*). I ghiacciai continuano a ridursi in quasi tutto il mondo a causa dei cambiamenti climatici (*alto grado di confidenza*), impattando le risorse idriche e i deflussi a valle (*grado di confidenza medio*). Il cambiamento climatico sta causando il riscaldamento e lo scongelamento del permafrost nelle regioni ad alta latitudine e nelle regioni di alta quota (*alto grado di confidenza*)⁹.

In risposta ai cambiamenti climatici in atto, molte specie terrestri, di acqua dolce e marine hanno spostato i loro limiti geografici, le loro attività stagionali, i modelli di migrazione, la loro numerosità e le interazioni tra le specie (*alto grado di confidenza*). Vedi la Figura SPM.2B. Mentre solo poche delle recenti estinzioni di specie sono state attribuite finora al cambiamento climatico (*alto grado di confidenza*), il cambiamento climatico naturale globale nel corso degli ultimi milioni di anni, intercorso a ritmi più lenti rispetto agli attuali cambiamenti climatici di origine antropica, ha causato cambiamenti degli ecosistemi ed estinzioni di specie significativi (*alto grado di confidenza*)¹⁰.

Sulla base di molti studi che coprono una vasta gamma di regioni e colture, gli impatti negativi dei cambiamenti climatici sulle rese dei raccolti sono stati più comuni degli impatti positivi (*alto grado di confidenza*). Il minor numero di studi che mostrano effetti positivi si riferisce principalmente alle regioni di alta latitudine, anche se non è ancora chiaro se in queste regioni il saldo degli impatti sia stato negativo o positivo (*alto grado di confidenza*). Il cambiamento climatico ha influenzato negativamente le rese del frumento e del mais per molte regioni e nell'importo globale aggregato (*medio grado di confidenza*). Gli effetti sui rendimenti del riso e della soia sono più piccoli nelle principali regioni di produzione e nel mondo, con una variazione media pari a zero su tutti i dati disponibili, che sono di meno per la soia rispetto alle altre colture. Gli impatti osservati riguardano principalmente gli aspetti della sicurezza della produzione alimentare, piuttosto che l'accesso o altre componenti della sicurezza alimentare. Vedi la Figura SPM.2C. Dopo l'AR4, i rapidi aumenti dei prezzi di diversi prodotti alimentari e dei cereali in

⁷ Il termine *attribuzione* è usato in maniera differente in WGI and WGII. In WGII considera le relazioni tra impatti sui sistemi naturali ed umani e i cambiamenti climatici osservati, indipendentemente dalle cause dei cambiamenti. In WGI quantifica le relazioni tra i cambiamenti climatici osservati e l'attività umana, così come altri driver climatici.

⁸ 18.1, 18.3-6

⁹ 3.2, 4.3, 18.3, 18.5, 24.4, 26.2, 28.2, Tables 3-1 and 25-1, Figures 18-2 and 26-1

¹⁰ 4.2-4, 5.3-4, 6.1, 6.3-4, 18.3, 18.5, 22.3, 24.4, 25.6, 28.2, 30.4-5, Box 4-2, 4-3, 25-3, CC-CR, e CC-MB

periodi successivi agli eventi climatici estremi nelle regioni produttrici principali, indicano una sensibilità dei mercati attuali ad eventi climatici estremi, tra gli altri fattori (*medio livello di confidenza*)¹¹.

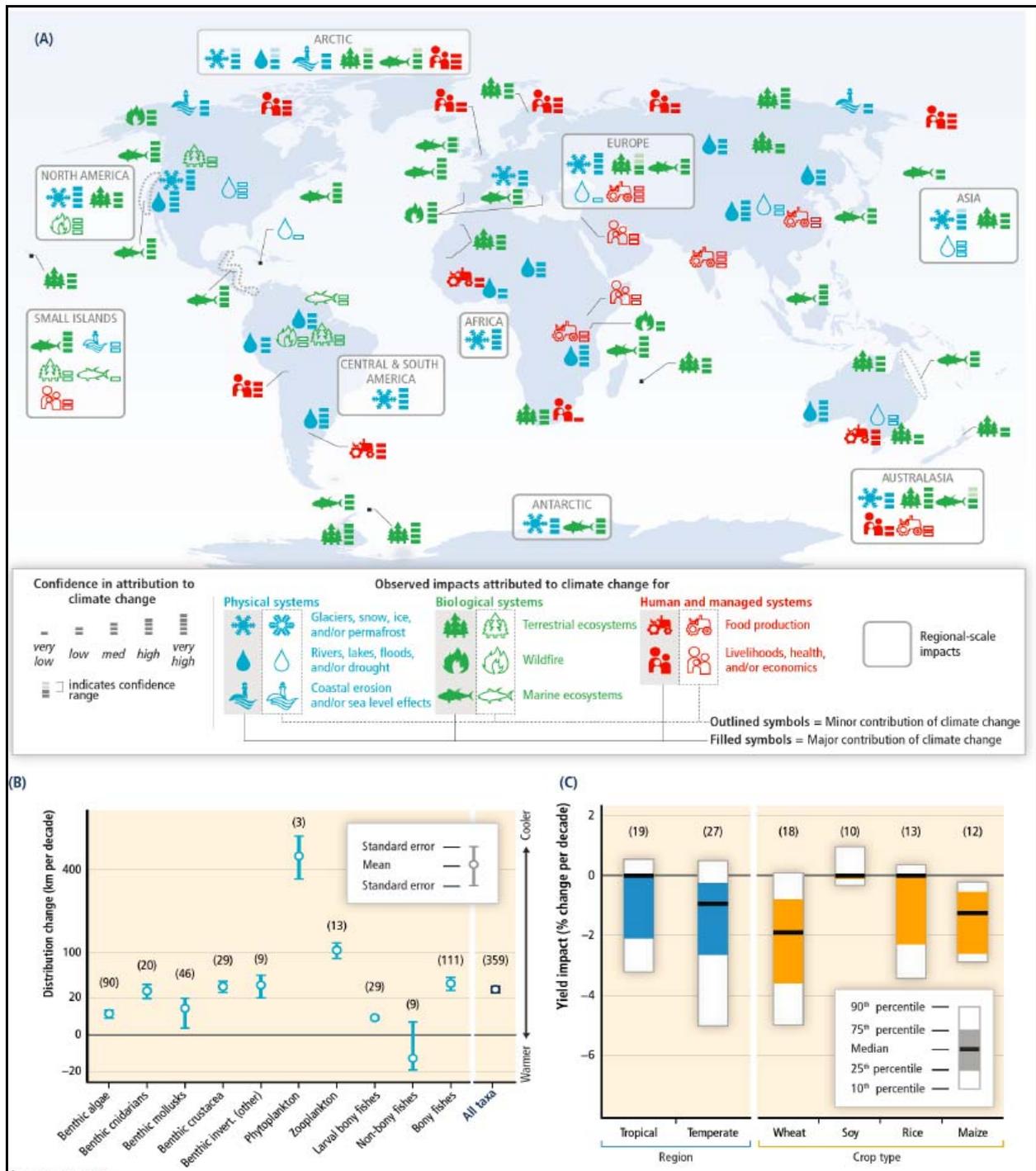


Figura SPM.2: impatti diffusi in un mondo che cambia. (A) Profili globali degli impatti dei recenti decenni attribuiti al cambiamento climatico, sulla base degli studi dopo l'AR4. Gli impatti sono descritti alle scale geografiche. I simboli indicano le categorie degli impatti attribuiti, il contributo relativo del cambiamento climatico (maggiore o minore) per l'impatto osservato, e il grado di confidenza nell'attribuzione. Vedere la tabella integrativa SPM.A1 per la descrizione degli impatti. (B) Tassi medi dei cambiamenti nella distribuzione (km per decade) per i gruppi tassonomici marini basati su dati 1900-2010. I cambiamenti positivi delle

¹¹ 7.2, 18.4, 22.3, 26.5, Figure 7-2, 7-3, e 7-7

distribuzioni sono congruenti con il riscaldamento (le specie si spostano in acque già fredde, generalmente verso i poli). Il numero di risposte analizzate è messo in parentesi per ogni categoria. (C) Sintesi degli impatti stimati dei cambiamenti climatici osservati sui raccolti tra 1960 e 2013 per quattro principali colture nelle regioni temperate e tropicali, con il numero di dati puntuali analizzati tra parentesi per ogni categoria. [Figura 7-2, 18-3 e MB- 2]

Allo stato attuale il peso mondiale dei cambiamenti climatici sulla salute umana è relativamente piccolo rispetto ad effetti di altri fattori di stress e non è ben quantificato. Tuttavia, vi è stato un aumento della mortalità legato al caldo e una diminuzione della mortalità legata al freddo in alcune regioni a causa del riscaldamento (*grado medio di confidenza*). Le variazioni locali di temperatura e piovosità hanno modificato la distribuzione di alcune malattie portate dall'acqua e i vettori delle malattie (*grado medio di confidenza*)¹².

Le differenze in termini di vulnerabilità e di esposizione derivano da fattori non climatici e da disuguaglianze multifattoriali, spesso causate da processi di sviluppo irregolari (*grado molto alto di confidenza*). Queste disparità danno luogo a rischi differenziati da cambiamento climatico. Vedi la Figura SPM.1. Le persone che sono socialmente, economicamente, culturalmente, politicamente, istituzionalmente o altrimenti emarginate sono particolarmente vulnerabili ai cambiamenti climatici e anche ad alcune delle misure di adattamento e di mitigazione (*media evidenza, alta condivisione*). Raramente questa vulnerabilità è accresciuta per effetto di una sola causa. Piuttosto è il prodotto della interazione di processi sociali che provocano disuguaglianze di status socio-economico e di reddito, nonché di esposizione. Tali processi sociali includono, per esempio, la discriminazione sulla base del sesso, classe, etnia, età, e (dis)abilità¹³.

Gli impatti dei recenti eventi estremi legati al clima, come ondate di calore, siccità, inondazioni, cicloni e incendi, rivelano la significativa vulnerabilità e l'esposizione di alcuni ecosistemi e di molti sistemi umani alla variabilità del clima in atto (*grado molto alto di confidenza*). Gli impatti di tali eventi estremi legati al clima comprendono l'alterazione degli ecosistemi, la interruzione della produzione di cibo e acqua, danni alle infrastrutture e agli insediamenti, morbilità, mortalità e conseguenze per la salute mentale e il benessere umano. Per i paesi a tutti i livelli di sviluppo, questi impatti sono coerenti con una notevole mancanza di preparazione in alcuni settori per la variabilità del clima in atto¹⁴.

I pericoli determinati dal clima aggravano altri fattori di stress, spesso con esiti negativi per i mezzi di sussistenza, soprattutto per le persone che vivono in povertà (*alto grado di confidenza*). I pericoli legati al clima influenzano la vita delle persone povere, direttamente attraverso gli impatti sulle loro condizioni di vita, la riduzione dei raccolti o la distruzione delle case e, indirettamente, attraverso, per esempio, l'aumento dei prezzi alimentari e l'insicurezza alimentare. Gli effetti positivi osservati per i poveri e gli emarginati sono limitati e spesso indiretti; ne sono esempi la diversificazione delle reti sociali e delle pratiche agricole¹⁵.

I conflitti violenti aumentano la vulnerabilità al cambiamento climatico (*media evidenza, alto consenso*). I conflitti violenti su larga scala danneggiano le attività che possono aiutare

¹² 11.4-6, 18.4, 25.8

¹³ 8.1-2, 9.3-4, 10.9, 11.1, 11.3-5, 12.2-5, 13.1-3, 14.1-3, 18.4, 19.6, 23.5, 25.8, 26.6, 26.8, 28.4, Box CC-GC

¹⁴ 14 3.2, 4.2-3, 8.1, 9.3, 10.7, 11.3, 11.7, 13.2, 14.1, 18.6, 22.3, 25.6-8, 26.6-7, 30.5, Tabelle 18-3 e 23-1, Figura 26-2, Box 4-3, 4-4, 25-5, 25-6, 25-8, e CC-CR

¹⁵ 15 8.2-3, 9.3, 11.3, 13.1-3, 22.3, 24.4, 26.8

l'adattamento, comprese le infrastrutture, le istituzioni, le risorse naturali, il capitale sociale e i mezzi di sussistenza¹⁶.

A-2. L'esperienze dell'adattamento

Nel corso della storia, le persone e le società si sono attrezzate per affrontare il clima, la variabilità del clima, e gli eventi estremi, con vari gradi di successo. Questa sezione si concentra sulle risposte umane di adattamento agli impatti dei cambiamenti climatici osservati e previsti, che possono anche comprendere obiettivi più ampi di riduzione del rischio e di sviluppo.

L'adattamento viene progressivamente inserito nei processi di pianificazione, però la verifica dei risultati è più modesta (*alto grado di confidenza*). Le risposte adattative comunemente implementate ricorrono a soluzioni ingegnerizzate e tecnologiche, spesso integrate all'interno di programmi esistenti, come la gestione del rischio delle catastrofi o la gestione delle risorse idriche. Vi è un crescente riconoscimento del valore delle misure sociali, istituzionali e di quelle basate su soluzioni naturali e cresce la consapevolezza della portata dei limiti dell'adattamento. Le opzioni di adattamento adottate fino ad oggi continuano a sottolineare le regolazioni di tipo incrementale e i benefici collegati (*co-benefits*) e stanno iniziando a valorizzare la flessibilità e l'apprendimento (*media evidenza, media condivisione*). La maggior parte delle valutazioni di adattamento sono state limitate agli impatti, alla vulnerabilità e alla pianificazione dell'adattamento, mentre sono pochissime le valutazioni di efficacia dei processi di attuazione o degli effetti delle azioni di adattamento (*media evidenza, alta condivisione*)¹⁷.

L'esperienza sull'adattamento si sta sviluppando in tutti i paesi nel settore pubblico e privato e all'interno delle comunità (*alto grado di confidenza*). I governi ai vari livelli stanno iniziando a sviluppare piani e politiche di adattamento e ad integrare le considerazioni del cambiamento climatico nei piani più ampi dello sviluppo. Esempi di adattamento attraverso le regioni sono i seguenti.

- In Africa, la maggior parte dei governi nazionali sta avviando sistemi di *governance* per l'adattamento. La gestione del rischio di catastrofi, gli aggiustamenti in tecnologie e infrastrutture, gli approcci basati sugli ecosistemi naturali, misure per la salute pubblica di base e la diversificazione dei mezzi di sostentamento stanno riducendo la vulnerabilità, anche se gli sforzi, alla data di oggi, tendono ad essere saltuari¹⁸.
- In Europa, la politica di adattamento è stata sviluppata a tutti i livelli di governo, con una pianificazione dell'adattamento integrato nella gestione delle coste e delle acque, nella tutela ambientale, nella pianificazione territoriale e nella gestione del rischio di catastrofi¹⁹.
- In Asia, l'adattamento è facilitato in alcune aree mediante l'integrazione dell'azione di adattamento climatico nella pianificazione subnazionale dello sviluppo, nei sistemi di preavviso e di allarme, nella gestione integrata delle risorse idriche, agroforestali e nella

¹⁶ 12.5, 19.2, 19.6

¹⁷ 4.4, 5.5, 6.4, 8.3, 9.4, 11.7, 14.1, 14.3-4, 15.2-5, 17.2-3, 21.3, 21.5, 22.4, 23.7, 25.4, 26.8-9, 30.6, Box 25-1, 25-2, 25-9, e CC-EA

¹⁸ 22.4

¹⁹ 23.7, Box 5-1 e 23-3

riforestazione costiera delle mangrovie²⁰.

- In Australia sta venendo ampiamente adottata la pianificazione per l'innalzamento del livello del mare, e, nel sud Australia, per la ridotta disponibilità di acqua. La pianificazione per l'innalzamento del livello del mare si è notevolmente evoluta nel corso degli ultimi due decenni e mostra una diversità di approcci, anche se la sua attuazione resta frammentaria²¹.
- In Nord America, i governi sono impegnati nella valutazione di tipologie incrementalmente di adattamento e pianificazione, in particolare a livello comunale. Si stanno prendendo alcune misure proattive di adattamento per proteggere gli investimenti a lungo termine in materia di energia e di infrastrutture pubbliche²².
- In Centro e Sud America si sta sperimentando l'adattamento basato sugli ecosistemi naturali, comprese le aree protette, con accordi di conservazione e gestione delle aree naturali con le comunità. Vengono adottate nel settore agricolo, in alcune aree, varietà resilienti di colture, le previsioni climatiche e una gestione integrata delle risorse idriche²³.
- Nell'Artico, alcune comunità hanno iniziato a implementare strategie di cogestione adattative e infrastrutture di comunicazione, unendo conoscenze tradizionali e scientifiche²⁴.
- Nelle piccole isole, che hanno diverse caratteristiche fisiche e sociali, l'adattamento su basi comunitarie ha dimostrato di produrre benefici maggiori quando viene praticato in combinazione con altre attività di sviluppo²⁵.
- Nell'oceano, la cooperazione internazionale e la pianificazione dello spazio marino stanno iniziando a facilitare l'adattamento al cambiamento climatico, con i limiti di una sfida di scala spaziale e problemi di *governance*²⁶.

A-3. Il contesto decisionale

La variabilità del clima e gli eventi estremi sono stati a lungo importanti in molti contesti decisionali. I rischi legati al clima stanno ormai evolvendo nel tempo a causa sia dei cambiamenti climatici che dello sviluppo. Questa sezione si basa sull'esperienza esistente di processi decisionali e di gestione del rischio. Si crea una base per capire la valutazione che viene da questo Rapporto sui rischi futuri legati al clima e sulle potenziali risposte.

Rispondere ai rischi legati al clima coinvolge i processi decisionali in un mondo che cambia, con la persistente incertezza circa la gravità e la tempistica degli impatti del cambiamento climatico e con i limiti della efficacia dell'adattamento (*alto grado di confidenza*). La gestione iterativa del rischio è una metodologia utile per il processo decisionale in situazioni complesse caratterizzate da grandi conseguenze potenziali, incertezze persistenti, tempi lunghi, potenziali per l'apprendimento e influenze multiple climatiche e non climatiche in via di cambiamento. Vedi la Figura SPM.3. La valutazione della gamma più ampia possibile degli impatti potenziali, tra cui gli

²⁰ 24.4-6, 24.9 Box CC-TC

²¹ 25.4, 25.10, Tabella 25-2, Box 25-1, 25-2, e 25-9

²² 26.7-9

²³ 27.3

²⁴ 28.2, 28.4

²⁵ 29.3, 29.6, Tabella 29-3, Figura 29-1

²⁶ 30.6

esiti a bassa probabilità con gravi conseguenze, è centrale per capire i vantaggi e le relazioni di azioni alternative di gestione del rischio. La complessità delle azioni di adattamento a scale e contesti diversi significa che il monitoraggio e l'apprendimento sono componenti importanti di un efficace adattamento²⁷.

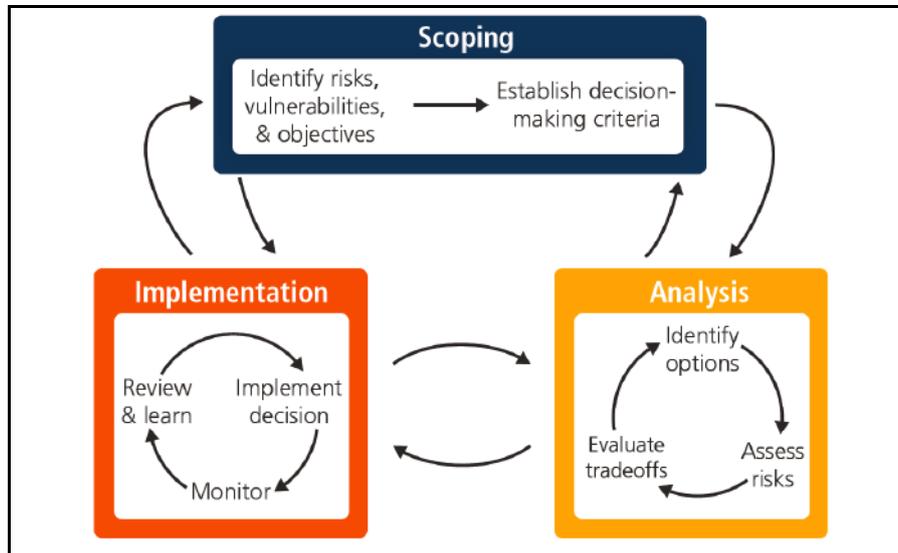


Figura SPM.3; l'adattamento ai cambiamenti climatici come processo iterativo di gestione del rischio con *feedback* multipli. La popolazione e il grado di conoscenza determinano il processo e i suoi risultati. [Figura 2-1]

Le scelte di adattamento e di mitigazione nel breve termine influenzeranno i rischi del cambiamento climatico per tutto il 21° secolo (alto grado di confidenza). La figura SPM.4 illustra il riscaldamento previsto in uno scenario di mitigazione a basse emissioni e in uno scenario ad alte emissioni [*Representative Concentration Pathways* (RCP) 2.6 e 8.5], con i cambiamenti di temperatura osservati. I vantaggi dell'adattamento e della mitigazione si verificano in tempi diversi ma sovrapposti. Le previsioni degli aumenti della temperatura globale nel corso dei prossimi decenni è simile tra i diversi scenari di emissione (Figura SPM.4B)²⁸. Durante questo periodo a breve termine, i rischi evolveranno in funzione delle interazioni tra tendenze socio-economiche e clima che cambia. Le risposte sociali, in particolare gli adattamenti, influenzeranno i risultati a breve termine. Nella seconda metà del 21° secolo e oltre, la stima dell'aumento della temperatura globale si discosta fra i diversi scenari di emissione (Figura SPM.4B e 4C)²⁹. Per questo periodo più a lungo termine, l'adattamento e la mitigazione a breve termine e a lungo termine, nonché i percorsi dello sviluppo, determineranno i rischi del cambiamento climatico³⁰.

La valutazione dei rischi nel WGII AR5 si basa su diverse forme di evidenze. Il parere degli esperti è utilizzato per integrare le prove nelle valutazioni dei rischi. Le forme delle prove comprendono, per esempio, osservazioni empiriche, risultati sperimentali, la comprensione dei fenomeni basata sui processi, gli approcci statistici e i modelli di simulazione e descrittivi. I rischi futuri legati al cambiamento climatico variano sostanzialmente in funzione dei vari plausibili percorsi di sviluppo e la importanza relativa dello sviluppo e del cambiamento climatico varia per settore, regione e periodo di tempo (alto grado di confidenza). Gli scenari sono strumenti utili per la

²⁷ 2.1-4, 3.6, 14.1-3, 15.2-4, 16.2-4, 17.1-3, 17.5, 20.6, 22.4, 25.4, Figura 1-5

²⁸ WGI AR5 11.3

²⁹ WGI AR5 12.4 e Tabella SPM.2

³⁰ 2.5, 21.2-3, 21.5, Box CC-RC

caratterizzazione di possibili percorsi socio-economici futuri, il cambiamento climatico, i suoi rischi e le implicazioni politiche. Le proiezioni modellistiche sul clima danno informazioni sulle valutazioni dei rischi che, in questo Rapporto, sono generalmente basate sugli RCP (Figura SPM.4), come la precedente relazione speciale IPCC sugli scenari di emissione (SRES)³¹.

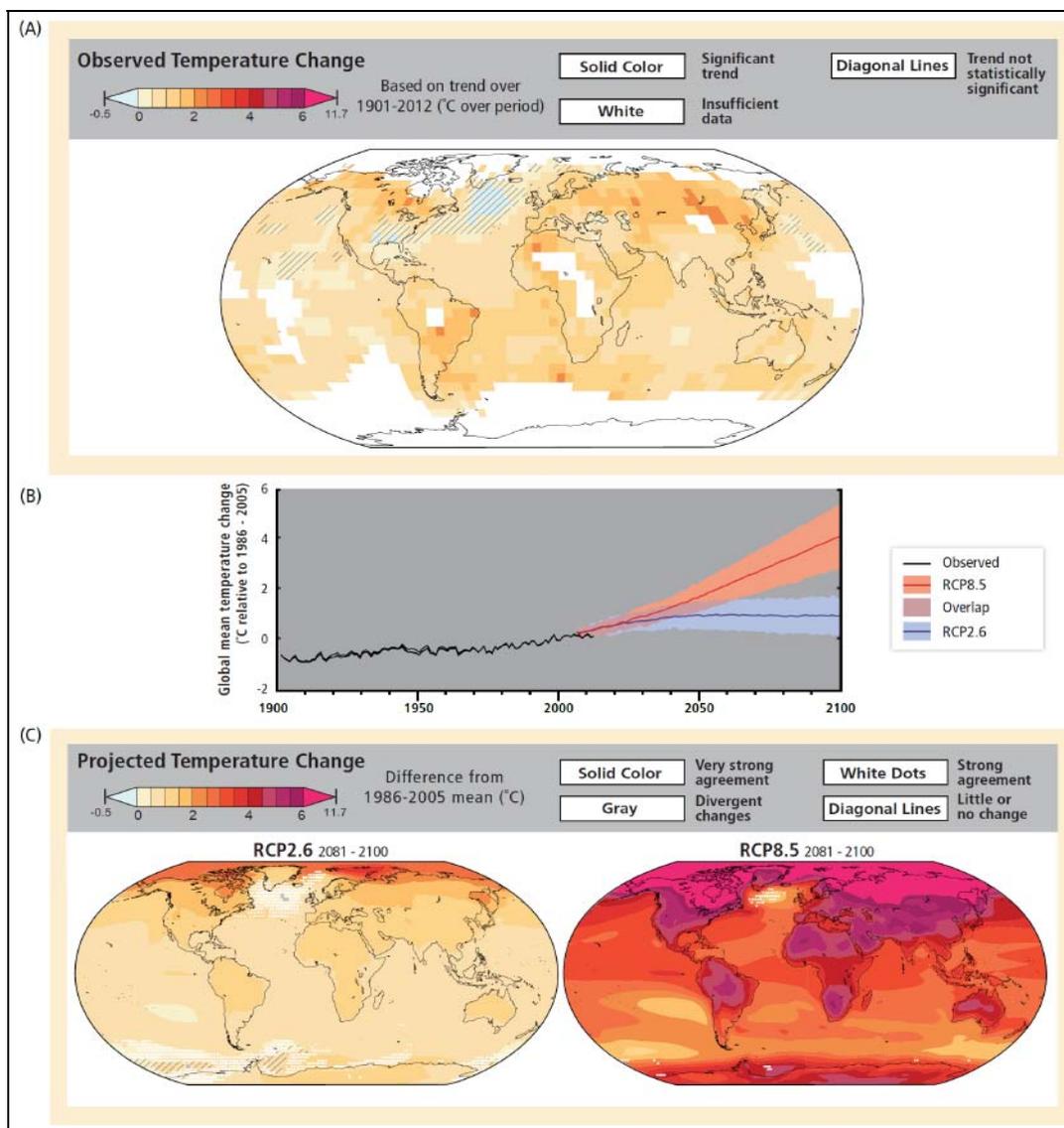


Figura SPM.4: Cambiamenti osservati e previsti della temperatura superficiale media annua della Terra. Questa figura consente la comprensione dei rischi legati al clima nel WGII AR5. Illustra il cambiamento della temperatura osservato fino ad oggi e il riscaldamento previsto a causa delle continue emissioni elevate e al di sotto della necessaria ambizione per le azioni di mitigazione.

Dettagli tecnici: (A) Mappa di variazione della temperatura media annua osservata 1901-2012, derivata da un andamento lineare laddove i dati sono sufficienti e consentono una stima attendibile; altre aree sono di colore bianco. Colori pieni indicano le aree in cui le tendenze sono significative al livello di confidenza del 10%. Le linee diagonali indicano le aree in cui le tendenze non sono significative. I dati osservati (intervalli dei valori dei punti della griglia : da -0,53 a 2,50 °C nel periodo) vengono dal WGI AR5, figure SPM.1 e 2.21 . (B) Andamento osservato e previsto della temperatura annuale globale media relativa al 1986-2005. Il riscaldamento osservato dal 1850-1900 al 1986-2005 è di 0.61 °C (intervallo di confidenza 5-95 %: 0,55-0,67 °C). Le linee nere indicano la temperatura stimata a partire da tre basi di dati. Le linee blu e rosse e le ombreggiature denotano la media d'insieme e l'intervallo ± 1.64 di deviazione standard, basato su simulazioni CMIP5 da 32 modelli per RCP2.6 e 39 modelli per RCP8.5. (C) Le proiezioni medie multi-modello CMIP5 della variazione della temperatura media

³¹ 1.1, 1.3, 2.2-3, 19.6, 20.2, 21.3, 21.5, 26.2, Box CC-RC; WGI AR5 Box SPM.1

annua nel 2081-2100 sotto RCP2.6 e 8.5, relativi al 1986-2005. I colori pieni indicano le aree con molto forte consenso, dove la variazione media multi-modello è maggiore di due volte la variabilità di base (variabilità interna naturale nella media di 20 anni) e più del 90% dei modelli concordano sul segno del cambiamento. I colori con puntini bianchi indicano le aree con forte consenso, dove più del 66 % dei modelli mostrano un cambiamento maggiore della variabilità di base e più del 66% dei modelli concordano sul segno della variazione. Il grigio indica le aree con cambiamenti divergenti, in cui più del 66% dei modelli mostrano un cambiamento maggiore della variabilità di base, ma meno del 66% concordano sul segno. I colori con linee diagonali indicano le aree con poco o nessun cambiamento, dove meno del 66% dei modelli mostrano un cambiamento maggiore della variabilità di base, anche se ci possono essere cambiamenti significativi in tempi più brevi come le stagioni, i mesi o i giorni. L'analisi utilizza i dati del modello (intervallo dei valori dei punti di griglia tra RCP2.6 e 8.5: 0,06-11,71 °C) a partire da WGI AR5 Figura SPM.8, con la descrizione completa dei metodi nei box CC-RC. Vedi anche l'allegato I del WGI AR5 [Box 21-2 e CC-RC; WGI AR5 2.4, figure SPM.1, SPM.7, e 2.21].

Sono grandi le incertezze circa la vulnerabilità futura, l'esposizione, e le risposte interdipendenti umana e dei sistemi naturali (*alto grado di confidenza*). Questo motiva l'esplorazione di una vasta gamma di scenari socioeconomici per la valutazione dei rischi. Comprendere la vulnerabilità futura, l'esposizione e la capacità di risposta dei sistemi naturali ed umani tra loro interdipendenti è difficile a causa del numero di fattori sociali, economici e culturali che interagiscono e che sono stati considerati in modo incompleto fino ad oggi. Questi fattori includono la ricchezza e la sua distribuzione in tutta la società, la demografia, le migrazioni, l'accesso alla tecnologia e all'informazione, i modelli occupazionali, la qualità delle risposte adattative, i valori sociali, le strutture della *governance* e le istituzioni per risolvere i conflitti. Processi internazionali come il commercio e le relazioni tra gli stati sono importanti anche per comprendere i rischi del cambiamento climatico alle scale regionali³².

B) RISCHI E OPPORTUNITÀ FUTURE PER L'ADATTAMENTO

Questa sezione presenta i rischi futuri e i più limitati potenziali benefici in tutti i settori e le regioni, nei prossimi decenni e nella seconda metà del 21° secolo e oltre. Si esamina come vengono colpiti dalla intensità e dalla velocità del cambiamento climatico e dalle scelte socio-economiche. Si valuta anche la possibilità di ridurre gli impatti e di gestire i rischi attraverso l'adattamento e la mitigazione.

B-1. I rischi principali in tutti i settori e le Regioni

I rischi principali sono le conseguenze potenzialmente gravi, rilevanti per l'articolo 2 della convenzione quadro dell'ONU sui cambiamenti climatici, che si riferisce a "qualsiasi pericolosa interferenza delle attività umane sul sistema climatico". I rischi sono considerati gravi quando il pericolo è alto o è elevata la vulnerabilità delle comunità e dei sistemi esposti, o di entrambi. L'identificazione dei rischi più gravi è basata sul giudizio degli esperti utilizzando i seguenti criteri specifici: grande magnitudo, alta probabilità o irreversibilità degli impatti; tempistica degli impatti; una vulnerabilità persistente o l'esposizione che contribuiscono al rischio; o una capacità limitata di ridurre i rischi con l'adattamento e la mitigazione. I rischi principali sono classificati in cinque ragioni di preoccupazione complementari e trasversali (RFC) nella valutazione del Box SPM.1.

I rischi gravi che seguono, che sono tutti identificati con un grado elevato di confidenza, riguardano i settori e le regioni. Ciascuno di questi rischi chiave contribuisce ad uno o più

³² 11.3, 12.6, 21.3-5, 25.3-4, 25.11, 26.2

RFC³³.

- i. Pericolo di morte, infortunio, malattia o perdita dei mezzi di sussistenza in zone costiere basse di piccoli Stati insulari in via di sviluppo e le altre piccole isole, a causa delle mareggiate, delle inondazioni costiere e dell'innalzamento del livello del mare³⁴ [RFC 1-5].
- ii. Rischio di gravi danni alla salute e perdita dei mezzi di sussistenza per grandi popolazioni urbane a causa di inondazioni nell'entroterra in alcuni regioni³⁵ [RFC 2 e 3].
- iii. Rischi sistemici dovuti ad eventi meteorologici estremi che portano alla interruzione delle reti infrastrutturali e dei servizi essenziali come l'elettricità, l'approvvigionamento idrico e i servizi per la salute e l'emergenza³⁶ [RFC 2-4].
- iv. Rischi di mortalità e morbilità durante i periodi di caldo estremo, in particolare per le popolazioni urbane vulnerabili e coloro che lavorano all'aperto in aree urbane o rurali³⁷ [RFC 2 e 3].
- v. Rischio di insicurezza alimentare e di perdita dei sistemi alimentari causati dal riscaldamento, dalla siccità, dalle inondazioni e dalle precipitazioni variabili ed estreme, in particolare per le popolazioni più povere negli insediamenti urbani e rurali³⁸ [RFC 2-4].
- vi. Rischio di perdita dei mezzi di sussistenza e dei redditi rurali a causa dell'accesso insufficiente all'acqua potabile e per l'irrigazione, e di una ridotta produttività agricola, soprattutto per gli agricoltori e i pastori con risorse minime nelle regioni semi-aride³⁹ [RFC 2 e 3].
- vii. Rischio di perdita degli ecosistemi marini e costieri, della biodiversità, e dei beni, delle funzioni e dei servizi ecosistemici che essi forniscono per il sostentamento delle zone costiere, in particolare per le comunità di pescatori nei tropici e nell'Artico⁴⁰ [RFC 1, 2, e 4].
- viii. Rischio di perdita degli ecosistemi terrestri e delle acque interne, della biodiversità, dei beni, delle funzioni e dei servizi ecosistemici che essi forniscono per il sostentamento⁴¹ [RFC 1, 3, e 4].

Molti rischi gravi costituiscono una sfida particolare per i paesi meno sviluppati e le comunità vulnerabili, data la limitata capacità di far loro fronte.

Assessment Box SPM.1. Interferenze umane con il sistema climatico

L'influenza dell'uomo sul sistema climatico è palese⁴². Stabilire poi se tale influenza costituisce "una pericolosa interferenza antropogenica", come recita l'articolo 2 della Convenzione Quadro UN FCCC, chiama in causa tanto la valutazione dei rischi quanto i giudizi di valore. Questa relazione valuta i rischi in funzione dei contesti e nel tempo, fornendo una base per giudicare a

³³ 9.2-4, 19.6, Tabella 19-4, Box 19-2 e CC-KR

³⁴ 5.4, 8.2, 13.2, 19.2-4, 19.6-7, 24.4-5, 26.7-8, 29.3, 30.3, Tabella 19-4 e 26-1, Figura 26-2, Box 25-1, 25-7, e CC-KR

³⁵ 3.4-5, 8.2, 13.2, 19.6, 25.10, 26.3, 26.8, 27.3, Tabella 19-4 and 26-1, Box 25-8 e CC-KR

³⁶ 5.4, 8.1-2, 9.3, 10.2-3, 12.6, 19.6, 23.9, 25.10, 26.7-8, 28.3, Tabella 19-4, Box CC-KR e CC-HS

³⁷ 37 8.1-2, 11.3-4, 11.6, 13.2, 19.3, 19.6, 23.5, 24.4, 25.8, 26.6, 26.8, Tabella 19-4 e 26-1, Box CC-KR e CC-HS

³⁸ 3.5, 7.4-5, 8.2-3, 9.3, 11.3, 11.6, 13.2, 19.3-4, 19.6, 22.3, 24.4, 25.5, 25.7, 26.5, 26.8, 27.3, 28.2, 28.4, Tabella 19-4, Box CC-KR

³⁹ 3.4-5, 9.3, 12.2, 13.2, 19.3, 19.6, 24.4, 25.7, 26.8, Tabella 19-4, Box 25-5 e CC-KR

⁴⁰ 5.4, 6.3, 7.4, 9.3, 19.5-6, 22.3, 25.6, 27.3, 28.2-3, 29.3, 30.5-7, Tabella 19-4, Box CC-OA, CC-CR, CC-KR, e CC-HS

⁴¹ 4.3, 9.3, 19.3-6, 22.3, 25.6, 27.3, 28.2-3, Tabella 19-4, Box CC-KR e CC-WE

⁴² WGI AR5 SPM, 2.2, 6.3, 10.3-6, 10.9

quale grado di cambiamento climatico i rischi diventano pericolosi.

Cinque ulteriori ragioni di preoccupazione (RFC) forniscono un quadro per riassumere i rischi essenziali nei diversi settori e regioni. Individuate per la prima volta nella terza relazione di valutazione dell'IPCC (TAR), le RFC illustrano le conseguenze del riscaldamento e dei limiti di adattamento per le persone, le economie e gli ecosistemi. Forniscono un punto di partenza per valutare la pericolosità dell'interferenza antropogenica con il sistema climatico. I rischi collegati ad ogni RFC, aggiornati sulla base della valutazione della letteratura e dei giudizi degli esperti, vengono esposti di seguito in questo box e nel box di valutazione SPM.1 Figura 1. Tutte le temperature di seguito richiamate sono date come media globale del cambiamento di temperatura rispetto al 1986-2005 ("recente")⁴³.

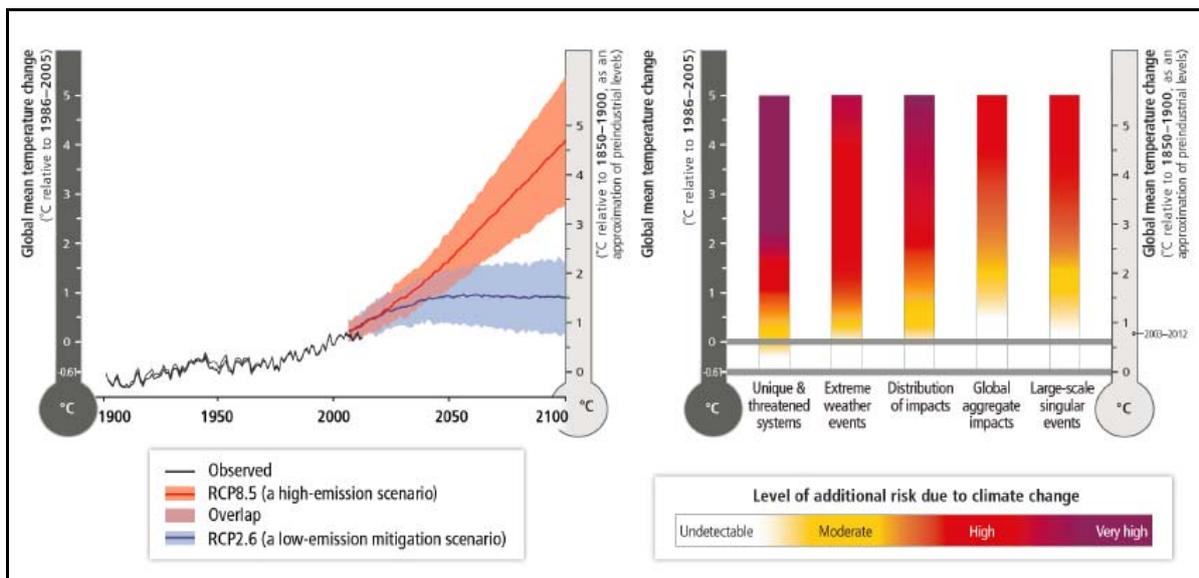
- (1) **Sistemi unici a rischio:** alcuni sistemi unici a rischio, compresi gli ecosistemi e le culture, sono già esposti al rischio dei cambiamenti climatici (*alto grado di confidenza*). Il numero di tali sistemi esposti al rischio di gravi conseguenze aumenta con un aumento supplementare della temperatura pari a circa 1°C. Molte specie e sistemi con limitate capacità di adattamento sono soggette a rischi molto elevati con un riscaldamento aumentato a 2°C, in particolare i ghiacciai artici e il sistema delle barriere coralline.
- (2) **Eventi meteorologici estremi:** i rischi di eventi estremi collegati ai cambiamenti climatici, tra cui le ondate di calore, le precipitazioni estreme e le inondazioni costiere, sono ormai già moderati (*alto grado di confidenza*) e sono alti con 1°C di riscaldamento supplementare (*medio grado di confidenza*). I rischi connessi con alcuni tipi di eventi estremi (ad esempio, il calore estremo) aumentano ulteriormente a temperature più elevate (*alta confidenza*).
- (3) **Distribuzione degli impatti:** i rischi sono distribuiti in misura ineguale e generalmente sono di entità maggiore per le persone e le comunità svantaggiate, al di là del livello di sviluppo del loro paese. Ci sono già rischi di livello moderato a causa dei diversi impatti del cambiamento climatico sulla produzione agricola a seconda della localizzazione geografica (*medio alto grado di confidenza*). Sulla base delle previsioni della riduzione della resa delle colture regionali e della disponibilità di acqua, il rischio di impatti non equamente distribuiti è alto al verificarsi di un riscaldamento supplementare superiore ai 2°C, (*medio grado di confidenza*).
- (4) **Impatti globali aggregati:** rischi moderati di impatti globali aggregati si verificano per un riscaldamento addizionale compreso tra 1 e 2°C, dando luogo ad impatti sia per la biodiversità terrestre che per l'economia globale nel suo complesso (*medio grado di confidenza*). Ad un aumento supplementare della temperatura fino a circa 3°C, corrispondono rischi elevati di un'ampia perdita di biodiversità con conseguente perdita di beni e servizi ecosistemici. (*alto grado di confidenza*). I danni economici aggregati aumentano all'aumentare della temperatura (*limitata evidenza, alta condivisione*), ma sono state fatte poche stime quantitative dei danni collegati ad un ulteriore riscaldamento fino a 3°C o superiore.
- (5) **Eventi isolati a grande scala:** Con l'aumentare del riscaldamento, alcuni sistemi fisici e gli ecosistemi sono esposti al rischio di cambiamenti improvvisi e irreversibili. I rischi connessi a tali punti di non ritorno diventano moderati per un riscaldamento supplementare compreso tra 0 e 1°C, come già mostrano i segni di preallarme dell'acqua calda nelle barriere coralline e degli ecosistemi artici, che stanno sperimentando cambiamenti di stato irreversibili (*medio livello di confidenza*). I rischi aumentano in modo massiccio al verificarsi di aumenti della temperatura

⁴³ 18.6, 19.6; il riscaldamento osservato tra la *baseline* 1850-1900 e il 1986-2005 è di 0,61 °C (intervallo di confidenza 5-95%: 0,55 - 0,67 °C) [WGI AR5 2.4]

compresi tra 1 e 2°C, e diventano alti in caso di aumenti superiori ai 3°C, a causa dell'enorme potenziale e irreversibile aumento del livello del mare dovuto alla perdita della copertura di ghiaccio. Al verificarsi di aumenti della temperatura stabilmente superiori ad una certa soglia⁴⁴, potrebbe verificarsi la perdita quasi completa della calotta glaciale della Groenlandia nel corso di un millennio o più, causando un innalzamento del livello globale medio del mare fino a 7m.

La crescita del riscaldamento aumenta la probabilità di impatti gravi, diffusi ed irreversibili.

Alcuni rischi legati al cambiamento climatico diventano notevoli con aumenti di 1 o 2°C al di sopra dei livelli preindustriali (come mostrato nell'Assessment Box SPM.1). I rischi globali del cambiamento climatico sono da alti fino a molto alti al verificarsi di un aumento della temperatura media globale di 4°C o più al di sopra dei livelli preindustriali in tutte le RFC (Assessment Box SPM.1) e includono impatti gravi e diffusi sui sistemi unici a rischio, la sostanziale estinzione di specie, grandi rischi a livello globale e regionale per la sicurezza alimentare e una compresenza di elevate temperature e di umidità che compromettono il normale svolgimento delle attività umane, tra cui la coltivazione di cibo o il lavoro all'aperto, in alcune aree per alcuni periodi dell'anno (*alto grado di confidenza*). Restano incerti i livelli quantitativi del cambiamento climatico che sono sufficienti ad innescare punti di non ritorno (soglie di cambiamento brusco e irreversibile), ma il rischio associato al superamento di molti dei punti di non ritorno nel sistema terra, o nei sistemi umani e naturali interdipendenti, aumenta con l'accrescersi della temperatura (*medio grado di confidenza*)⁴⁵.



Assessment Box SPM.1 Figura 1: Una prospettiva globale dei rischi legati al clima. I rischi connessi con le RFC, ragioni di preoccupazione, sono mostrati a destra per livelli crescenti di cambiamento climatico. L'ombreggiatura del colore indica il rischio aggiuntivo causato dai cambiamenti climatici, quando un determinato livello di temperatura viene raggiunto e poi sostenuto o superato. Il rischio non rilevabile (bianco) indica che non ci sono impatti associati rilevabili e attribuibili ai cambiamenti climatici. Il rischio moderato (giallo) indica che gli impatti associati sono osservabili e attribuibili al cambiamento climatico con un medio grado di confidenza, anche tenendo conto di altri criteri specifici di definizione dei rischi rilevanti (*key*). L'alto

⁴⁴ Le stime attuali indicano che questa soglia è maggiore di circa 1 °C (*scarso livello di confidenza*) e inferiore a circa 4 °C (*livello medio di confidenza*) di riscaldamento medio globale sostenuto al di sopra dei livelli preindustriali. [WGI AR5 SPM, 5.8, 13,4-5]

⁴⁵ 4.2-3, 11.8, 19.5, 19.7, 26.5, Box CC-HS

rischio (rosso) indica impatti gravi e diffusi, anche tenendo conto di altri criteri specifici di definizione dei rischi rilevanti. Il viola, utilizzato per la prima volta in questo Rapporto, mostra un rischio molto elevato per tutti i criteri specifici di definizione dei rischi rilevanti [Figura 19-4]. La serie storica e le proiezioni della temperatura media annua globale della superficie vengono mostrate a sinistra, come nella Figura SPM.4 [Figura RC - 1, Box CC- RC; Cifre WGI AR5 SPM.1 e SPM.7]. Sulla base del corposo database disponibile sulla temperatura della superficie globale, il cambiamento osservato tra la media del periodo 1850-1900 e il periodo di riferimento AR5 (1986-2005) è $0,61^{\circ}\text{C}$ (intervallo di confidenza 5-95%: $0,55 - 0,67^{\circ}\text{C}$) [WGI AR5 SPM, 2.4], che è qui utilizzato come approssimazione della variazione della temperatura media globale superficiale rispetto al livello preindustriale, cioè al periodo precedente al 1750 [WGI e WGII AR5 glossari].

I rischi complessivi degli impatti del cambiamento climatico possono essere ridotti limitando la velocità e l'entità del cambiamento climatico. I rischi sono sostanzialmente ridotti nello scenario che valuta i minori aumenti di temperatura (RCP2.6 - basse emissioni) rispetto alle previsioni di aumento massimo della temperatura (RCP8.5 - alte emissioni), in particolare nella seconda metà del 21° secolo (*grado molto alto di confidenza*). La mitigazione del cambiamento climatico ridurrebbe anche la scala degli sforzi di adattamento che si renderebbero necessari. Sotto tutti gli scenari valutati per l'adattamento e la mitigazione, restano alcuni rischi di impatti negativi (*grado molto alto di confidenza*)⁴⁶.

B-2. I rischi settoriali e le opportunità di adattamento

Si ritiene che il cambiamento climatico amplifichi i rischi esistenti legati al clima e crei nuovi rischi per i sistemi naturali e umani. Alcuni di questi rischi saranno limitati a particolari settori o regioni e gli altri subiranno effetti a cascata. Si è altresì convinti che il cambiamento climatico possa avere anche alcuni potenziali benefici, ma in misura minore.

Risorse di acqua dolce

I rischi per la disponibilità di acqua dolce connessi al cambiamento climatico aumentano significativamente con l'aumentare delle concentrazioni di gas a effetto serra (*elevata evidenza, alta condivisione*). La parte della popolazione globale che subisce la scarsità d'acqua e la parte colpita dalle grandi inondazioni dei fiumi aumentano con il livello di riscaldamento del 21° secolo⁴⁷.

Il cambiamento climatico nel corso del 21° secolo è destinato a ridurre significativamente l'acqua rinnovabile di superficie e le risorse idriche sotterranee nella maggior parte delle regioni subtropicali secche (*elevata evidenza, alta condivisione*), intensificando la competizione per l'acqua tra i diversi settori (*evidenza limitata, media condivisione*). Nelle regioni attualmente siccitose, la frequenza delle ondate di siccità probabilmente aumenterà entro la fine del 21° secolo nello scenario ad alte emissioni RCP 8.5 (*medio grado di confidenza*). Al contrario, è previsto che la disponibilità d'acqua aumenti a latitudini elevate (*elevata evidenza, alta condivisione*). Il cambiamento climatico è destinato a ridurre la qualità dell'acqua naturale e comporterà rischi per la qualità dell'acqua potabile anche con i trattamenti convenzionali, a causa dell'interazione tra più fattori: aumento della temperatura; aumento dei sedimenti, dei nutrienti, e dei carichi inquinanti a causa delle forti piogge; aumento della concentrazione di inquinanti durante i periodi di siccità; rottura degli impianti di trattamento durante le inondazioni (*media evidenza, alta condivisione*). Le tecniche adattative per la gestione delle acque, tra cui la pianificazione degli scenari, gli approcci basati sull'apprendimento e le soluzioni flessibili e senza rimpianti (*low-regret*), possono

⁴⁶ 3.4-5, 16.6, 17.2, 19.7, 20.3, 25.10, Tabelle 3-2, 8-3, e8-6, Box 16-3 e 25-1

⁴⁷ 3.4-5, 26.3, Tabella 3-2, Box 25-8

contribuire a creare la resilienza dei sistemi agli imprevedibili cambiamenti idrologici ed agli impatti dovuti ai cambiamenti climatici (*limitata evidenza, alta condivisione*)⁴⁸.

Ecosistemi terrestri e di acqua dolce

Le previsioni del cambiamento climatico, durante ed oltre il 21° secolo, indicano che una grande quantità di specie terrestri e di acqua dolce affrontano un maggiore rischio di estinzione perché, in particolare, il cambiamento del clima interagisce con altri fattori di stress, tra cui la modifica degli *habitat*, il sovrasfruttamento, l'inquinamento e le specie invasive (*alto grado di confidenza*). Il rischio di estinzione è aumentato in tutte gli scenari RCP, ed il rischio cresce all'aumentare della portata e della velocità con cui si manifesta il cambiamento climatico. Durante il 21° secolo molte specie non saranno in grado di trovare climi per loro adatti al verificarsi degli scenari di medio ed alta velocità di variazione del cambiamento climatico (cioè, RCP 4.5, 6.0 e 8.5) durante il 21° secolo (*medio grado di confidenza*). A tassi inferiori di cambiamento (cioè RCP2.6) corrisponderebbero problemi di entità minore. Vedi Figura SPM.5. Alcune specie dovranno adattarsi ai nuovi climi. La popolazione delle specie che non saranno in grado di adattarsi sufficientemente in fretta diminuirà o esse si estingueranno, in tutti o in parte dei loro areali. Azioni di gestione, tra cui la conservazione della diversità genetica, la migrazione e la dispersione assistite delle specie, la manipolazione dei regimi di disturbo (p. es. incendi, inondazioni), e la riduzione degli altri fattori di stress, possono ridurre, ma non eliminare, i rischi di impatti sugli ecosistemi terrestri e di acqua dolce dovuti ai cambiamenti climatici, così come possono aumentare la capacità intrinseca degli ecosistemi e delle loro specie di adattarsi ai cambiamenti climatici (*alto grado di confidenza*)⁴⁹.

Durante questo secolo, l'entità e il tasso dei cambiamenti climatici associati agli scenari di medio – alto livello di emissioni (RCP4.5, 6.0 e 8.5) comportano l'alto rischio di un brusco ed irreversibile cambiamento su scala regionale della composizione, della struttura e della funzione degli ecosistemi terrestri e d'acqua dolce, comprese le zone umide (*medio grado di confidenza*). Tra gli ecosistemi che potrebbero apportare un impatto sostanziale sul clima rientra la tundra - il sistema artico boreale (*medio grado di confidenza*) e la foresta amazzonica (*basso grado di confidenza*). Il carbonio immagazzinato nella biosfera terrestre (ad esempio, nelle torbiere, nel permafrost e nelle foreste) è suscettibile di perdite nell'atmosfera a causa del cambiamento climatico, della deforestazione e del degrado degli ecosistemi (*alto grado di confidenza*). Nel corso del 21° secolo si verificherà in molte regioni un maggiore tasso di scomparsa degli alberi e un associato deperimento delle foreste, a causa dell'aumento delle temperature e della siccità (*medio grado di confidenza*). Il deperimento delle foreste comporta rischi per lo stoccaggio del carbonio, la biodiversità, la produzione di legno, la qualità dell'acqua, le attività ricreative e l'attività economica⁵⁰.

Sistemi costieri e zone basse

A causa dell'innalzamento del livello del mare previsto per tutto il 21° secolo e oltre, i sistemi costieri e le zone al di sotto del livello del mare sperimenteranno in misura sempre maggiore effetti

⁴⁸ 3.2, 3.4-6, 22.3, 23.9, 25.5, 26.3, Tabella 3-2, Tabella 23-3, Box 25-2, CC-RF, e CC-WE; WGI AR5 12.4

⁴⁹ 4.3-4, 25.6, 26.4, Box CC-RF

⁵⁰ 4.2-3, Figure 4-8, Boxes 4-2, 4-3, and 4-4

negativi, tra cui la sommersione, l'erosione e le inondazioni costiere (*grado molto alto di confidenza*). Nei prossimi decenni, la popolazione e le attività saranno esposte ai rischi costieri, così come aumenteranno in modo significativo le pressioni umane sugli ecosistemi costieri a causa della crescita della popolazione, dello sviluppo economico e dell'urbanizzazione (*alto grado di confidenza*). I costi associati all'adattamento costiero variano fortemente tra e all'interno di regioni e paesi, nel 21° secolo. Alcuni paesi bassi in via di sviluppo e le piccole isole affronteranno impatti molto elevati che, in alcuni casi, comporteranno danni e costi per l'adattamento di diversi punti percentuali del PIL⁵¹.

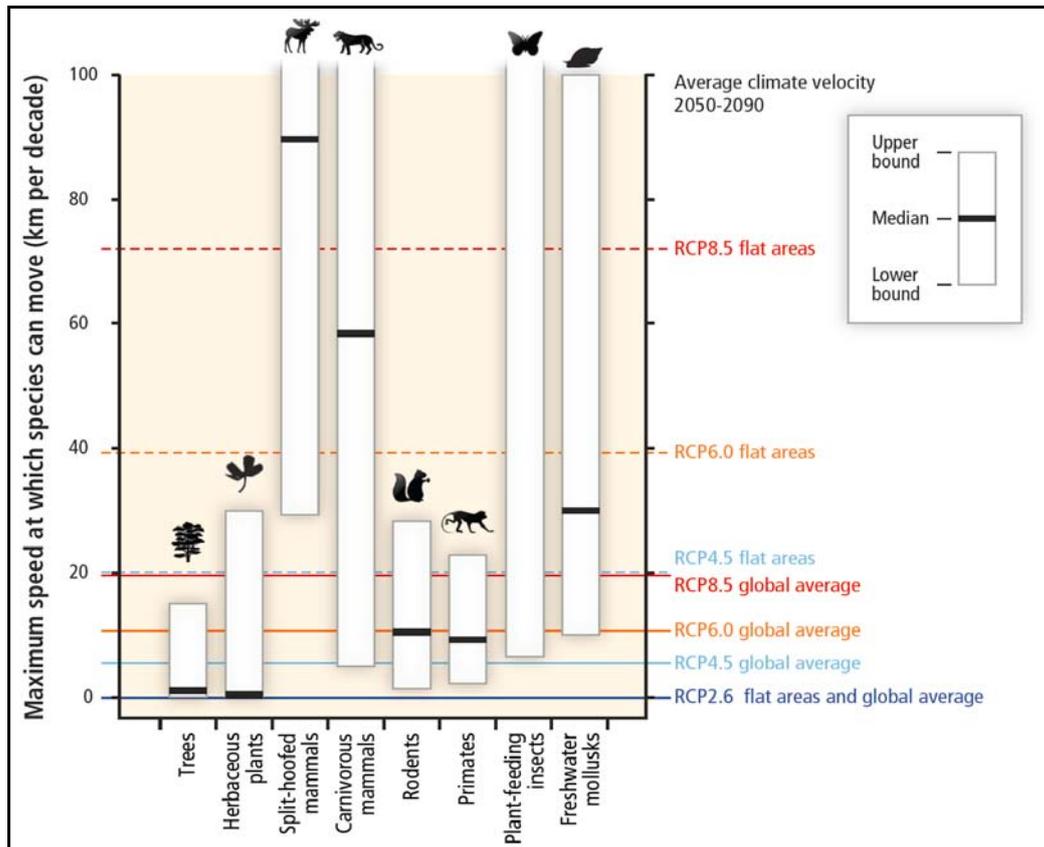


Figura SPM.5: Velocità massime alle quali le specie possono spostarsi sul terreno (sulla base di osservazioni e di modelli; asse verticale a sinistra), rispetto alla velocità alla quale si prevede che le temperature si sposteranno sul terreno (le velocità del cambiamento climatico per la temperatura; asse verticale sulla destra). Gli interventi umani, come lo spostamento o la frammentazione degli habitat, possono aumentare o diminuire notevolmente la velocità dei movimenti. Le caselle bianche con le strisce nere indicano gli intervalli e le mediane della massima velocità di movimento per alberi, piante, mammiferi, insetti che si nutrono di piante (mediana non stimata), e per i molluschi d'acqua dolce. Per RCP2.6, 4.5, 6.0 e 8.5 per il 2050-2090, le linee orizzontali mostrano la velocità climatica per la media dell'area terrestre globale e per le grandi regioni pianeggianti. Le specie con la massima velocità inferiore a ciascuna riga non saranno in grado di affrontare il riscaldamento in assenza di un intervento umano [Figura 4-5].

Sistemi marini

A causa del cambiamento climatico previsto per la metà del 21° secolo e oltre, la ridistribuzione globale delle specie marine e la riduzione della biodiversità marina nelle regioni sensibili, renderanno problematica la produttività della pesca e degli altri servizi

⁵¹ 5.3-5, 8.2, 22.3, 24.4, 25.6, 26.3, 26.8, Tabella 26-1, Box 25-1

ecosistemici (*alto livello di confidenza*). Le migrazioni delle specie marine a causa del riscaldamento previsto causeranno invasioni ad alta latitudine ed alti tassi di estinzione locale nelle zone tropicali e nei mari semichiusi (*medio grado di confidenza*). La ricchezza delle specie e il potenziale di cattura per la pesca dovrebbero aumentare, in media, a medie ed alte latitudini (*alto grado di confidenza*), e diminuire a latitudini tropicali (*medio grado di confidenza*). (Figura SPM.6A). La progressiva espansione delle zone di minima ossigenazione e di "zone morte" anossiche si prevede che limiterà ulteriormente l'habitat dei pesci. La produzione primaria degli oceani si ridistribuirà e, entro il 2100, diminuirà globalmente in tutti gli scenari RCP. Il cambiamento climatico si aggiunge alle minacce della pesca eccessiva e ad altri fattori di *stress* non climatici, complicando la gestione dei sistemi marini (*alto grado di confidenza*)⁵².

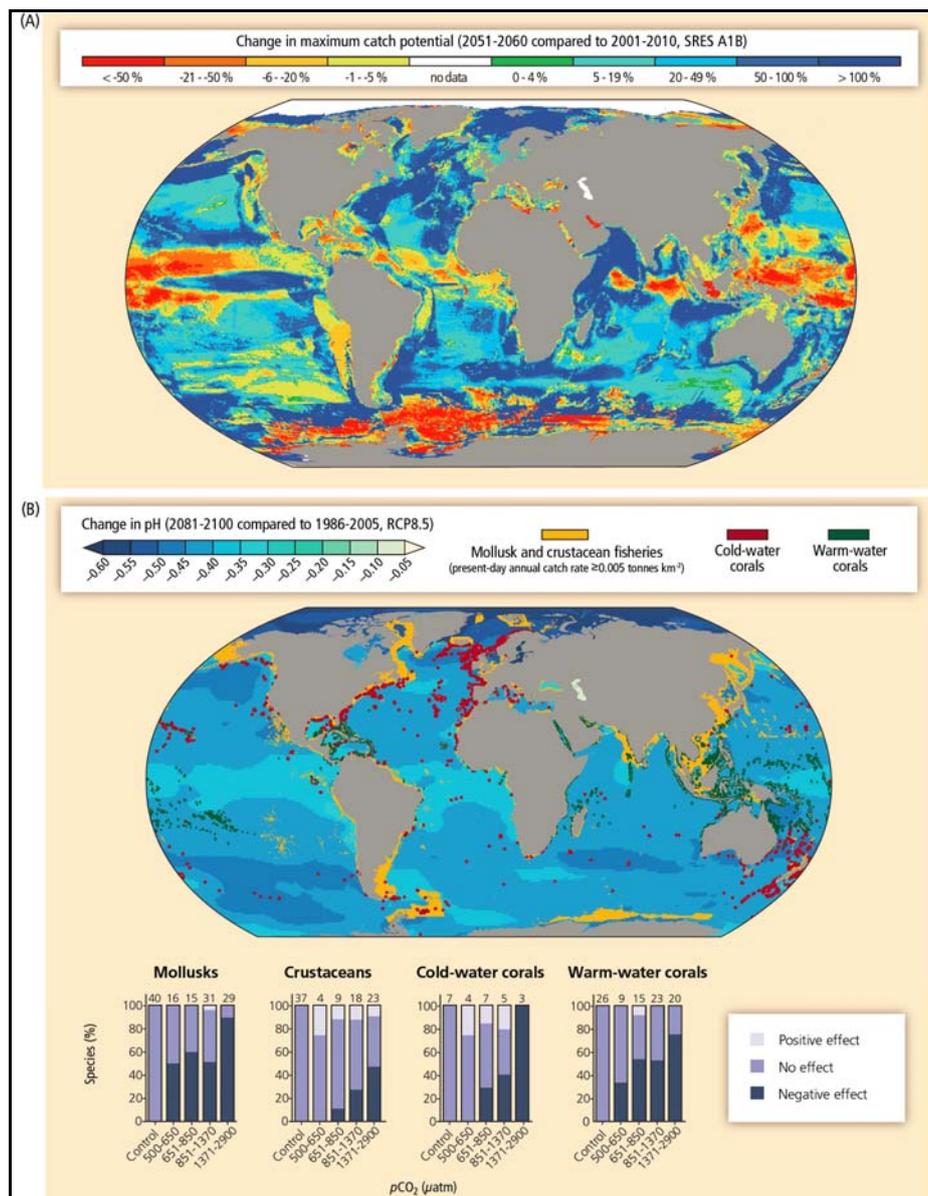


Figura SPM.6: I rischi per la pesca associati al cambiamento climatico. (A) Proiezioni della redistribuzione globale del massimo potenziale di cattura di ~ 1.000 specie sfruttate di pesci e invertebrati. Le proiezioni confrontano le medie a 10 anni 2001-2010 e 2051-2060 usando lo SRES A1B, senza l'analisi dei potenziali impatti

⁵² 6.3-5, 7.4, 25.6, 28.3, 30.6-7, Box CC-MB and CC-PP

di sovrasfruttamento o causati dall'acidificazione degli oceani. (B) Pesca di molluschi marini e crostacei (stima del tasso attuale di cattura ≥ 0.005 tonnellate km^{-2}) e localizzazioni note di coralli di acqua calda e fredda, raffigurati su una mappa globale che mostra la previsione della distribuzione dell'acidificazione degli oceani sotto RCP 8.5 (cambiamento di pH dal periodo 1986-2005 al periodo 2081-2100), [WGI AR5 Figura SPM.8]. Il pannello inferiore paragona la sensibilità all'acidificazione degli oceani di molluschi, crostacei e coralli, *phyla* di animali vulnerabili con rilevanza socio-economica (ad esempio, per la protezione delle coste e la pesca). Il numero di specie analizzate dai vari studi è dato per ciascuna categoria per elevati livelli di CO₂. Per il 2100, gli scenari RCP che corrispondono a ciascuna categoria di pressione parziale di CO₂ ($p\text{CO}_2$) sono i seguenti: RCP4.5 per 500-650 μatm (approssimativamente equivalente alle ppm per l'atmosfera), RCP6.0 per 651-850 μatm , e RCP8.5 per 851-1370 μatm . Entro il 2150, RCP8.5 rientra nella categoria μatm 1371-2900. La categoria di controllo corrisponde a 380 μatm . [6.1, 6.3, 30.5, Figure 6-10 e 6-14; WGI AR5 Box SPM.1].

Nello scenario di emissioni medio alte (RCP4.5, 6.0 e 8.5), l'acidificazione degli oceani comporta notevoli rischi per gli ecosistemi marini e soprattutto per gli ecosistemi polari e le barriere coralline, associati agli impatti sulla fisiologia, il comportamento e la dinamiche delle popolazioni delle singole specie, dal fitoplancton agli animali (*medio – alto grado di confidenza*). I molluschi altamente calcificati, gli echinodermi e i coralli costruttori di barriere sono più sensibili rispetto ai crostacei (*alto grado di confidenza*) ed ai pesci (*basso grado di confidenza*), con conseguenze potenzialmente critiche per la pesca e i mezzi di sussistenza. (Figura SPM.6B). L'acidificazione degli oceani agisce insieme agli altri cambiamenti globali (il riscaldamento, la diminuzione dei livelli di ossigeno) e ai cambiamenti locali (l'inquinamento, l'eutrofizzazione) (*alto grado di confidenza*). I *driver* simultanei, tra cui il riscaldamento e l'acidificazione degli oceani, comportano impatti interagenti, complessi e amplificati per le specie e gli ecosistemi⁵³.

Sicurezza alimentare e sistemi di produzione alimentare

Per le principali colture (grano, riso e mais) nelle regioni tropicali ed in quelle temperate, in assenza di adattamento, i cambiamenti del clima avranno un impatto negativo sulla produzione locale, in concomitanza di aumenti della temperatura di 2°C o più al di sopra dei livelli del tardo 20° secolo, anche se singole zone potranno beneficiarne (*medio grado di confidenza*). Gli impatti attesi variano per le diverse colture e regioni e tra gli scenari di adattamento: circa il 10% delle proiezioni per il periodo 2030-2049 mostra guadagni di rendimento superiori al 10%, e circa il 10% delle proiezioni mostrano perdite di rendimento superiori al 25%, rispetto alla fine del 20° secolo. Dopo il 2050, il rischio di impatti più gravi sui rendimenti aumenta a seconda del livello di riscaldamento (Figura SPM.7). Il cambiamento climatico aumenterà progressivamente la variabilità inter-annuale della produzione agricola in molte regioni. Questi impatti si verificheranno in un contesto di rapida crescita della domanda di raccolti⁵⁴.

Tutti gli aspetti della sicurezza alimentare sono potenzialmente colpiti dai cambiamenti climatici, tra cui l'accesso al cibo, l'utilizzo e la stabilità dei prezzi (*alto grado di confidenza*). La redistribuzione del potenziale di cattura della pesca marittima verso latitudini più elevate comporta il rischio di riduzione delle forniture, del reddito e dell'occupazione nei paesi tropicali, con implicazioni per la sicurezza alimentare (*medio grado di confidenza*). Aumenti della temperatura globale di ~ 4 °C o più al di sopra dei livelli del tardo 20° secolo, insieme all'aumento della domanda di cibo, porrebbero grandi rischi per la sicurezza alimentare a livello globale e

⁵³ 5.3.4, 6.3-5, 22.3, 25.6, 28.3, 30.5, Box CC-CR, CC-OA e TS.7

⁵⁴ 5.4.7-5, 22.3, 24.4, 25.7, 26.5, Tabella 7-2, Figure 7-4, 7-5, 7-6, 7-7 e 7-8

regionale (*alto livello di confidenza*). I rischi per la sicurezza alimentare sono in genere più elevati nelle regioni alle basse latitudini⁵⁵.

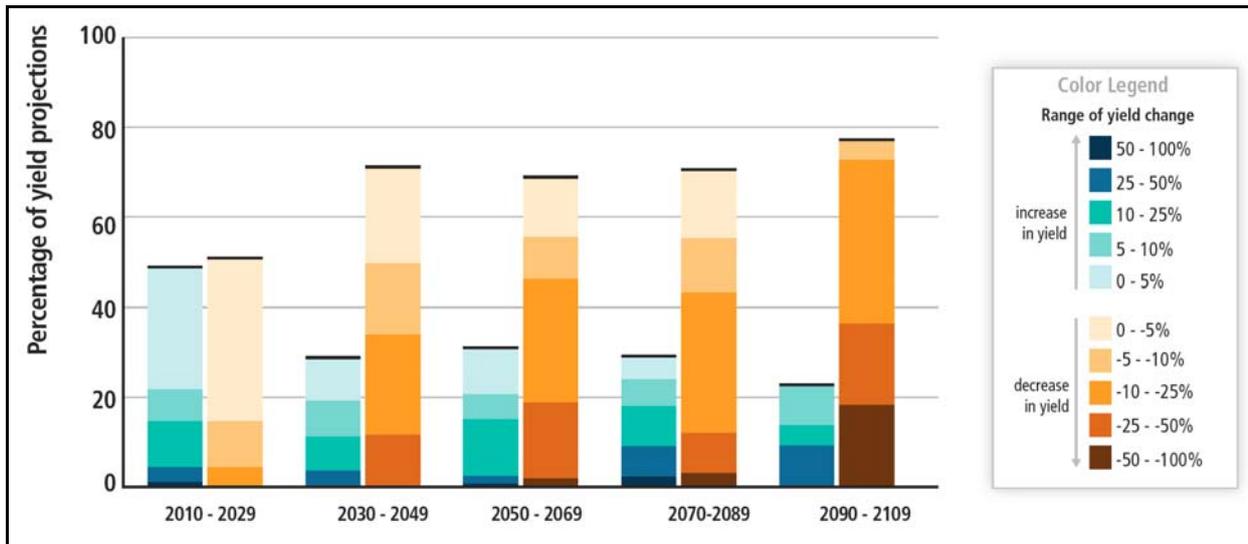


Figura SPM.7: Sintesi dei cambiamenti attesi dovuti ai cambiamenti climatici nelle rese dei raccolti nel corso del 21° secolo. La figura comprende le proiezioni per diversi scenari di emissione, per le regioni tropicali e temperate e per i casi di adattamento e di non adattamento combinati. Relativamente pochi studi hanno considerato gli impatti sui raccolti negli scenari in cui le temperature medie globali aumentano di 4°C. o più. Per cinque intervalli di tempo nel breve termine e nel lungo termine, i dati (n=1090) sono rappresentati ogni 20 anni sull'asse orizzontale per includere il punto medio di ciascun periodo delle proiezioni future. La variazione delle rese sono relative ai livelli di fine 20° secolo. I dati per ogni periodo temporale assommano al 100%. [Figura 7-5]

Le aree urbane

Molti rischi globali del cambiamento climatico si concentrano nelle aree urbane (*medio grado di confidenza*). Le misure che migliorano la resilienza e permettono lo sviluppo sostenibile sono in grado di accelerare il successo dell'adattamento ai mutamenti climatici a livello globale. Gli stress termici, le precipitazioni estreme, le inondazioni interne e costiere, le frane, l'inquinamento atmosferico, la siccità e la scarsità d'acqua comportano rischi nelle aree urbane per le persone, i beni, le economie e gli ecosistemi (*grado molto alto di confidenza*). I rischi sono amplificati per coloro che non hanno accesso alle infrastrutture ed ai servizi essenziali, o che vivono in alloggi di scarsa qualità ed in zone esposte. Ridurre il deficit dei servizi di base, migliorare gli alloggi e costruire sistemi di infrastrutture resilienti potrebbe ridurre significativamente la vulnerabilità e l'esposizione delle aree urbane. L'adattamento urbano viene favorito da una *governance* multilivello efficace del rischio urbano, dall'allineamento delle politiche e degli incentivi, dal rafforzamento del governo e della capacità di adattamento delle comunità locali, attivando sinergie con il settore privato e adeguati finanziamenti e il rafforzamento delle istituzioni (*medio grado di confidenza*). Aumentare le capacità, la rappresentatività e l'influenza dei gruppi a basso reddito e delle comunità vulnerabili, e le loro partnership con i governi locali è un modo per favorire l'adattamento⁵⁶.

Le aree rurali

⁵⁵ 6.3-5, 7.4-5, 9.3, 22.3, 24.4, 25.7, 26.5, Tabella 7-3, Figure 7-1, 7-4, e 7-7, Box 7-1

⁵⁶ 3.5, 8.2-4, 22.3, 24.4-5, 26.8, Tabella 8-2, Box 25-9 e CC-HS

Gli impatti più forti, che si registreranno nel breve termine ed oltre, saranno per la fornitura e la disponibilità di acqua, per la sicurezza alimentare ed i redditi agricoli, compresi i cambiamenti delle zone di produzione di prodotti alimentari e non alimentari in tutto il mondo (*alto grado di confidenza*). Ci si aspetta che questi impatti incideranno in misura grave sul benessere dei poveri nelle aree rurali, le donne e i capofamiglia e quanti hanno limitato accesso alla terra, ai mezzi di produzione agricoli moderni, alle infrastrutture ed all'istruzione. Ulteriori adattamenti per l'agricoltura, l'acqua, le foreste e la biodiversità vengono agevolati da politiche che tengono in considerazione i contesti rurali con i quali si prendono le decisioni. Una riforma del commercio e degli investimenti può migliorare l'accesso al mercato per le aziende agricole di piccole dimensioni (*medio grado di confidenza*)⁵⁷.

Settori e servizi economici chiave

Per la maggior parte dei settori economici, gli impatti dei fattori quali i cambiamenti della popolazione, della distribuzione delle età, del reddito, della tecnologia, dei prezzi, dello stile di vita, del sistema delle regole e della *governance*, sono strettamente connessi agli impatti dei cambiamenti climatici (*media evidenza, alto livello di accordo*). Il cambiamento climatico ridurrà la domanda di energia per il riscaldamento e provocherà l'aumento del fabbisogno energetico per il raffreddamento nei settori residenziale e commerciale (*alta evidenza, alto livello di accordo*). Il cambiamento climatico influenzerà le fonti e le tecnologie energetiche in modo diverso, in funzione delle risorse (ad esempio, i flussi d'acqua, il vento, l'irraggiamento), dei processi tecnologici (ad esempio, il raffreddamento) o dei luoghi interessati (ad esempio, regioni costiere, pianure alluvionali). Eventi meteorologici e/o tipologie di pericolo più gravi e/o frequenti causeranno l'aumento dei danni e della variabilità delle perdite di in varie regioni, e sfideranno i sistemi assicurativi a fornire coperture meno costose, proprio mentre aumenta il capitale di rischio, soprattutto nei paesi in via di sviluppo. Tra gli esempi di azioni per l'adattamento valgono le iniziative pubblico-private su larga scala per la riduzione del rischio e la diversificazione delle economie⁵⁸.

Gli impatti economici globali dei cambiamenti climatici sono difficili da stimare. Le stime dell'impatto economico realizzate negli ultimi 20 anni variano nella loro copertura dei sottoinsiemi dei settori economici e dipendono da un gran numero di ipotesi, molte delle quali sono discutibili. Molte stime non tengono conto dei cambiamenti catastrofici, dei punti critici, e di molti altri fattori⁵⁹. Con queste note limitazioni, le stime incomplete delle perdite economiche globali annuali per aumenti della temperatura ulteriori rispetto a $\sim 2^{\circ}\text{C}$ sono comprese tra lo 0,2 e il 2,0% del reddito (\pm una deviazione standard intorno alla media) (*media evidenza, media condivisione*). È più probabile che le perdite siano superiori, piuttosto che inferiori, rispetto a questo intervallo (*bassa evidenza, alta condivisione*). Inoltre, ci sono grandi differenze tra e all'interno dei paesi. L'entità delle perdite cresce all'aumentare del riscaldamento (*bassa evidenza, alta condivisione*), ma sono

⁵⁷ 57 9.3, 25.9, 26.8, 28.2, 28.4, Box 25-5

⁵⁸ 3.5, 10.2, 10.7, 10.10, 17.4-5, 25.7, 26.7-9, Box 25-7

⁵⁹ Le stime delle perdite dei disastri sono stime al limite inferiore perché molte conseguenze, come la perdita di vite umane, del patrimonio culturale e dei servizi ecosistemici, sono difficili da valutare e monetizzare, e così trovano scarso riscontro nelle stime di perdite. Gli impatti sull'economia informale o non documentata così come gli effetti economici indiretti possono essere molto importanti in alcune aree e settori, ma in genere non sono conteggiati nelle stime riportate delle perdite. [SREX 4.5.1, 4.5.3, 4.5.4]

state completate poche stime quantitative per un riscaldamento aggiuntivo superiore a 3°C o oltre. Le stime dell'impatto economico incrementale delle emissioni di biossido di carbonio si aggirano tra un paio di dollari e diverse centinaia di dollari per tonnellata di carbonio⁶⁰ (*alta evidenza, media condivisione*). Le stime variano fortemente a seconda del tipo di funzione danneggiata e del tasso di sconto⁶¹.

Salute umana

Fino alla metà del secolo, l'impatto del cambiamento climatico sulla salute umana si manifesterà principalmente esacerbando i problemi di salute che già esistono (*grado molto alto di confidenza*). In tutto il 21° secolo, il cambiamento climatico aggraverà le cattive condizioni di salute in molte regioni, soprattutto nei paesi in via di sviluppo a basso reddito, rispetto ad uno scenario senza i cambiamenti climatici (*alto grado di confidenza*). Gli esempi includono: maggiori probabilità di infortunio, di malattia e di morte a causa di ondate di calore più intense e di incendi (*grado molto alto di confidenza*); l'aumento della probabilità di denutrizione derivanti dalla diminuzione della produzione di cibo nelle regioni povere (*alto grado di confidenza*); rischi derivanti dalla perdita della capacità di lavoro e dalla riduzione della produttività del lavoro delle popolazioni vulnerabili; maggiori rischi di malattie trasportate dall'acqua (*grado molto alto di confidenza*) e di malattie trasmesse da vettori (*grado medio di confidenza*). In alcune zone, sono attesi effetti positivi, tra cui modeste riduzioni della mortalità e della morbilità causate dal freddo, a causa della diminuzione del freddo estremo (*basso grado di confidenza*), spostamenti geografici della produzione alimentare (*medio grado di confidenza*) e riduzione della capacità dei vettori di trasmettere alcune malattie. Ma a livello globale nel corso del 21° secolo, l'entità e la gravità degli impatti negativi supereranno sempre gli effetti positivi (*alto grado di confidenza*). Le più efficaci misure di riduzione della vulnerabilità per la salute nel breve termine consistono nei programmi che implementano e migliorano le misure di base di salute pubblica, tra cui la fornitura di acqua pulita e i servizi igienico-sanitari, l'assistenza sanitaria essenziale, compresa la vaccinazione e i servizi per la salute dei bambini, che migliorano la preparazione e la risposta alle catastrofi e alleviano la povertà (*grado molto alto di confidenza*). Dal 2100, nello scenario ad alte emissioni RCP8.5, la combinazione dell'alta temperatura e dell'umidità in alcune aree e per parti dell'anno comprometteranno le normali attività umane, tra cui la coltivazione del cibo e il lavoro all'aperto (*alto grado di confidenza*)⁶².

Sicurezza umana

I cambiamenti climatici nel corso del 21° secolo causeranno l'aumento del dislocamento delle popolazioni umane (*media evidenza, alta condivisione*). Il rischio di dislocamento aumenta quando le popolazioni, che non hanno le risorse per programmare una migrazione, sono soggette ad una maggiore esposizione ad eventi meteorologici estremi, sia in zone rurali che urbane, in particolare nei paesi in via di sviluppo a basso reddito. Aumentare le opportunità di mobilità può ridurre la vulnerabilità di queste popolazioni. Cambiare le pratiche di migrazione può essere una risposta sia per gli eventi meteorologici estremi, che per la variabilità e i cambiamenti del clima a lungo termine, e la migrazione può anche essere una strategia efficace di adattamento. C'è un *basso*

⁶⁰ 1 tonnellata di carbonio = 3.667 tonnellate di CO₂

⁶¹ 10.9

⁶² 8.2, 11.3-8, 19.3, 22.3, 25.8, 26.6, Figura 25-5, Box CC-HS

grado di confidenza nelle proiezioni quantitative dei cambiamenti nella mobilità, a causa della sua natura complessa e multi-fattoriale⁶³

Il cambiamento climatico può indirettamente aumentare i rischi di conflitti violenti, di guerre civili e di violenze tra i gruppi, amplificando le ben note cause di questi conflitti, tra cui la povertà e gli shock economici (*grado medio di confidenza*). Molte evidenze legano la variabilità del clima a queste forme di conflitto⁶⁴.

Gli impatti del cambiamento climatico sulle infrastrutture critiche e l'integrità territoriale di molti Stati influenzeranno le politiche di sicurezza nazionale (*media evidenza, media condivisione*). Ad esempio, le inondazioni dei territori a causa dell'innalzamento del livello del mare pone rischi per l'integrità territoriale dei piccoli stati insulari e degli stati con coste estese. Alcuni impatti transfrontalieri del cambiamento climatico, quali i cambiamenti del ghiaccio marino, delle risorse idriche condivise, e degli *stock* ittici pelagici sono in grado di aumentare la rivalità tra gli Stati, anche se la presenza di istituzioni forti a livello nazionale e intergovernativo possono rafforzare la cooperazione e la gestione di molte di queste conflittualità⁶⁵.

Mezzi di sussistenza e povertà

Per tutto il 21° secolo, gli impatti del cambiamento climatico rallenteranno la crescita economica, renderanno più difficile la lotta alla povertà, eroderanno ulteriormente la sicurezza alimentare, prolungheranno le sacche esistenti di povertà e ne creeranno delle nuove, in particolare nelle aree urbane con crescenti crisi alimentari e nei punti caldi emergenti della fame (*medio grado di confidenza*). Gli impatti del cambiamento climatico aumenteranno la povertà in molti paesi in via di sviluppo e creeranno nuove sacche di povertà nei paesi con crescente disuguaglianza, sia nei paesi sviluppati che nei paesi in via di sviluppo. Nelle aree urbane e rurali, le famiglie povere dipendenti da lavoro salariale, che sono compratori netti di cibo, verranno particolarmente colpite a causa degli aumenti dei prezzi dei prodotti alimentari, incluse le regioni con elevata insicurezza alimentare e alta disuguaglianza (soprattutto in Africa), anche se, i lavoratori autonomi agricoli potrebbero beneficiarne. I programmi assicurativi, le misure di protezione sociale e la gestione del rischio delle catastrofi sono in grado di aumentare la sopravvivenza e la resilienza a lungo termine per le persone povere ed emarginate, se le politiche affrontano la povertà e le disuguaglianze in tutti i loro aspetti⁶⁶.

B-3. I principali rischi regionali e le opportunità per l'adattamento

I rischi variano nel tempo, tra le regioni e le popolazioni, dipendono da una miriade di fattori, tra cui le misure di adattamento e di mitigazione. Una selezione dei principali rischi regionali individuati con un *grado medio alto di confidenza* viene presentata nell'Assessment Box SPM.2. Per il riassunto esteso dei rischi regionali e dei potenziali benefici, si veda il Sommario tecnico, Sezione B-3 e WGII AR5 Parte B: Aspetti regionali.

⁶³ 9.3, 12.4, 19.4, 22.3, 25.9

⁶⁴ 12.5, 13.2, 19.4

⁶⁵ 12.5-6, 23.9, 25.9

⁶⁶ 8.1, 8.3-4, 9.3, 10.9, 13.2-4, 22.3, 26.8

Assessment Box SPM.2. I principi rischi regionali

Questo Box di valutazione mette in luce numerosi gravi rischi per ogni regione. I rischi principali sono stati individuati sulla base della valutazione della letteratura scientifica, tecnica e socio-economica pertinente a supporto di questo capitolo. L'identificazione dei principali rischi è basata sui giudizi degli esperti formulati secondo i seguenti criteri: grande magnitudo, alta probabilità, o irreversibilità degli impatti, tempistica degli impatti, persistente vulnerabilità o esposizione che contribuiscono ai rischi, limitato potenziale di riduzione dei rischi attraverso l'adattamento e la mitigazione.

Per ogni rischio grave, i livelli di rischio sono stati valutati per tre periodi. Per il presente, i livelli di rischio sono stati stimati per l'adattamento oggi in atto e per un ipotetico stato di adattamento avanzato, individuando dove esistono attuali deficit di adattamento. Per due intervalli di tempo futuri, i livelli di rischio sono stati stimati presupponendo il prolungamento delle attuali azioni di adattamento e per un quadro avanzato di adattamento, che individua le opportunità e i limiti dell'adattamento.

I livelli di rischio integrano le probabilità e le conseguenze sulla più ampia gamma possibile di esiti potenziali, in base alla letteratura disponibile. Questi risultati potenziali derivano dalla interazione dei pericoli legati al clima, della vulnerabilità e dell'esposizione. Ogni livello di rischio riflette il rischio totale da fattori climatici e non climatici. I rischi gravi e i livelli di rischio variano tra le regioni e nel tempo, a seconda dei diversi percorsi di sviluppo socioeconomico, della vulnerabilità e dell'esposizione ai rischi, della capacità di adattamento, e della percezione dal rischio. I livelli di rischio non sono necessariamente comparabili, in particolare tra diverse regioni, perché la valutazione considera i potenziali impatti e l'adattamento in relazione a diversi sistemi fisici, biologici e umani, in contesti diversi. Questa valutazione dei rischi riconosce, nell'interpretazione dei livelli di rischio, l'importanza delle differenze nei valori e negli obiettivi.

Assessment Box SPM.2 Tabella 1: principali rischi regionali associati al cambiamento climatico e potenziale di riduzione dei rischi attraverso l'adattamento e la mitigazione. Ogni rischio principale è quantificato da molto basso a molto alto per tre periodi: il presente, il breve termine (qui valutato tra 2030 e 2040) e il lungo termine (qui valutato tra 2080 e 2100). Nel breve termine, i livelli attesi di aumento medio globale della temperatura non divergono sostanzialmente per i diversi scenari di emissione. A più lungo termine, i livelli di rischio sono rappresentati in due scenari di aumento della temperatura media globale (2°C e 4°C rispetto ai livelli preindustriali). Questi scenari illustrano le opportunità di mitigazione e adattamento per ridurre i rischi legati ai cambiamenti climatici. I *driver* relativi agli impatti del clima sono indicati da icone.

Climate-related drivers of impacts										Level of risk & potential for adaptation	
Warming trend	Extreme temperature	Drying trend	Extreme precipitation	Precipitation	Snow cover	Damaging cyclone	Sea level	Ocean acidification	Carbon dioxide fertilization		

Europa

Rischi maggiori	Criticità e prospettive dell'adattamento	Driver climatici	Tempi	Rischi e potenziali per l'adattamento																			
<p>Aumento delle perdite economiche e del numero di persone colpite da alluvioni nei bacini dei fiumi e lungo le coste, dovute all'urbanizzazione crescente, all'aumento del livello del mare, all'erosione delle coste e al picco delle portate dei fiumi (<i>alto livello di confidenza</i>). [23.2-3, 23.7]</p>	<p>L'adattamento può prevenire la maggior parte dei danni previsti (<i>alto livello di confidenza</i>).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Significativa esperienza in tecnologie per la protezione da violente alluvioni e accresciuta esperienza nel ripristino delle zone umide • Costi elevati per aumentare la protezione dalle alluvioni <p>Potenziali barriere all'implementazione: domanda di terreni in Europa e preoccupazione per l'ambiente e per il paesaggio</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Very low</th> <th>Medium</th> <th>Very high</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Present</td> <td colspan="3">[Risk level bar]</td> </tr> <tr> <td>Near-term (2030-2040)</td> <td colspan="3">[Risk level bar]</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long-term (2080-2100)</td> <td>2°C</td> <td colspan="2">[Risk level bar]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="2">[Risk level bar]</td> </tr> </tbody> </table>		Very low	Medium	Very high	Present	[Risk level bar]			Near-term (2030-2040)	[Risk level bar]			Long-term (2080-2100)	2°C	[Risk level bar]		4°C	[Risk level bar]		
	Very low	Medium	Very high																				
Present	[Risk level bar]																						
Near-term (2030-2040)	[Risk level bar]																						
Long-term (2080-2100)	2°C	[Risk level bar]																					
	4°C	[Risk level bar]																					

<p>In aumento limitazioni all'uso dell'acqua. Riduzione significativa nella disponibilità di acqua prelevata dai fiumi e dalle falde sotterranee, insieme ad aumento della domanda di acqua (ad es. per l'irrigazione, energia e industria, uso domestico) e con la riduzione del drenaggio e del deflusso di acqua come risultato dell'accresciuta evapotraspirazione, soprattutto in Europa meridionale (<i>alto livello di confidenza</i>). [23.4, 23.7]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Potenzialità di adattamento provate con l'adozione di tecnologie più efficienti e strategie di risparmio (p.es. per irrigazione, tipo di raccolti, copertura del suolo, usi industriali e domestici) • Implementazione delle pratiche migliori e degli strumenti di governance nei piani di gestione dei bacini idrici e nella gestione integrata delle acque 		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Very low</th> <th>Medium</th> <th>Very high</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Present</td> <td colspan="3">[Risk level bar]</td> </tr> <tr> <td>Near-term (2030-2040)</td> <td colspan="3">[Risk level bar]</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long-term (2080-2100)</td> <td>2°C</td> <td colspan="2">[Risk level bar]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="2">[Risk level bar]</td> </tr> </tbody> </table>		Very low	Medium	Very high	Present	[Risk level bar]			Near-term (2030-2040)	[Risk level bar]			Long-term (2080-2100)	2°C	[Risk level bar]		4°C	[Risk level bar]		
	Very low	Medium	Very high																				
Present	[Risk level bar]																						
Near-term (2030-2040)	[Risk level bar]																						
Long-term (2080-2100)	2°C	[Risk level bar]																					
	4°C	[Risk level bar]																					

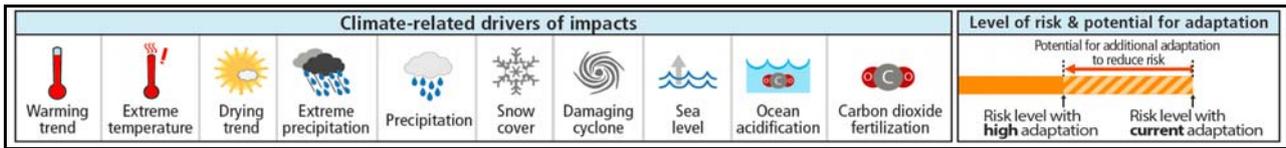
<p>Aumento delle perdite economiche e del numero di persone colpite da ondate di calore: ripercussioni sulla salute ed il benessere, la capacità lavorativa, la produzione agricola, la qualità dell'aria, e crescente rischio di roghi in Europa meridionale e nella regione boreale russa (<i>media confidenza</i>). [23.3-7, Tabella 23-1]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Implementazione dei sistemi di allarme • Adattamento delle abitazioni e dei luoghi di lavoro e dei trasporti e delle infrastrutture energetiche • Riduzione delle emissioni per migliorare la qualità dell'aria • Migliore gestione degli incendi • Sviluppo di prodotti assicurativi contro le variazioni della produzione meteo-correlate 		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Very low</th> <th>Medium</th> <th>Very high</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Present</td> <td colspan="3">[Risk level bar]</td> </tr> <tr> <td>Near-term (2030-2040)</td> <td colspan="3">[Risk level bar]</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long-term (2080-2100)</td> <td>2°C</td> <td colspan="2">[Risk level bar]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="2">[Risk level bar]</td> </tr> </tbody> </table>		Very low	Medium	Very high	Present	[Risk level bar]			Near-term (2030-2040)	[Risk level bar]			Long-term (2080-2100)	2°C	[Risk level bar]		4°C	[Risk level bar]		
	Very low	Medium	Very high																				
Present	[Risk level bar]																						
Near-term (2030-2040)	[Risk level bar]																						
Long-term (2080-2100)	2°C	[Risk level bar]																					
	4°C	[Risk level bar]																					

Africa

Key risk	Adaptation issues & prospects	Climatic drivers	Timeframe	Risk & potential for adaptation																			
<p>Compounded stress on water resources facing significant strain from overexploitation and degradation at present and increased demand in the future, with drought stress exacerbated in drought-prone regions of Africa (<i>high confidence</i>)</p> <p>[22.3-4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reducing non-climate stressors on water resources • Strengthening institutional capacities for demand management, groundwater assessment, integrated water-wastewater planning, and integrated land and water governance • Sustainable urban development 		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Very low</th> <th>Medium</th> <th>Very high</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Present</td> <td colspan="3">[Risk level bar]</td> </tr> <tr> <td>Near-term (2030-2040)</td> <td colspan="3">[Risk level bar]</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long-term (2080-2100)</td> <td>2°C</td> <td colspan="2">[Risk level bar]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="2">[Risk level bar]</td> </tr> </tbody> </table>		Very low	Medium	Very high	Present	[Risk level bar]			Near-term (2030-2040)	[Risk level bar]			Long-term (2080-2100)	2°C	[Risk level bar]		4°C	[Risk level bar]		
	Very low	Medium	Very high																				
Present	[Risk level bar]																						
Near-term (2030-2040)	[Risk level bar]																						
Long-term (2080-2100)	2°C	[Risk level bar]																					
	4°C	[Risk level bar]																					
<p>Reduced crop productivity associated with heat and drought stress, with strong adverse effects on regional, national, and household livelihood and food security, also given increased pest and disease damage and flood impacts on food system infrastructure (<i>high confidence</i>)</p> <p>[22.3-4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Technological adaptation responses (e.g., stress-tolerant crop varieties, irrigation, enhanced observation systems) • Enhancing smallholder access to credit and other critical production resources; Diversifying livelihoods • Strengthening institutions at local, national, and regional levels to support agriculture (including early warning systems) and gender-oriented policy • Agronomic adaptation responses (e.g., agroforestry, conservation agriculture) 		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Very low</th> <th>Medium</th> <th>Very high</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Present</td> <td colspan="3">[Risk level bar]</td> </tr> <tr> <td>Near-term (2030-2040)</td> <td colspan="3">[Risk level bar]</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long-term (2080-2100)</td> <td>2°C</td> <td colspan="2">[Risk level bar]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="2">[Risk level bar]</td> </tr> </tbody> </table>		Very low	Medium	Very high	Present	[Risk level bar]			Near-term (2030-2040)	[Risk level bar]			Long-term (2080-2100)	2°C	[Risk level bar]		4°C	[Risk level bar]		
	Very low	Medium	Very high																				
Present	[Risk level bar]																						
Near-term (2030-2040)	[Risk level bar]																						
Long-term (2080-2100)	2°C	[Risk level bar]																					
	4°C	[Risk level bar]																					
<p>Changes in the incidence and geographic range of vector- and water-borne diseases due to changes in the mean and variability of temperature and precipitation, particularly along the edges of their distribution (<i>medium confidence</i>)</p> <p>[22.3]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Achieving development goals, particularly improved access to safe water and improved sanitation, and enhancement of public health functions such as surveillance • Vulnerability mapping and early warning systems • Coordination across sectors • Sustainable urban development 		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Very low</th> <th>Medium</th> <th>Very high</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Present</td> <td colspan="3">[Risk level bar]</td> </tr> <tr> <td>Near-term (2030-2040)</td> <td colspan="3">[Risk level bar]</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long-term (2080-2100)</td> <td>2°C</td> <td colspan="2">[Risk level bar]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="2">[Risk level bar]</td> </tr> </tbody> </table>		Very low	Medium	Very high	Present	[Risk level bar]			Near-term (2030-2040)	[Risk level bar]			Long-term (2080-2100)	2°C	[Risk level bar]		4°C	[Risk level bar]		
	Very low	Medium	Very high																				
Present	[Risk level bar]																						
Near-term (2030-2040)	[Risk level bar]																						
Long-term (2080-2100)	2°C	[Risk level bar]																					
	4°C	[Risk level bar]																					

Climate-related drivers of impacts										Level of risk & potential for adaptation	
Warming trend	Extreme temperature	Drying trend	Extreme precipitation	Precipitation	Snow cover	Damaging cyclone	Sea level	Ocean acidification	Carbon dioxide fertilization		

Asia				
Key risk	Adaptation issues & prospects	Climatic drivers	Timeframe	Risk & potential for adaptation
<p>Increased riverine, coastal, and urban flooding leading to widespread damage to infrastructure, livelihoods, and settlements in Asia (<i>medium confidence</i>)</p> <p>[24.4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Exposure reduction via structural and non-structural measures, effective land-use planning, and selective relocation Reduction in the vulnerability of lifeline infrastructure and services (e.g., water, energy, waste management, food, biomass, mobility, local ecosystems, telecommunications) Construction of monitoring and early warning systems; measures to identify exposed areas, assist vulnerable areas and households, and diversify livelihoods Economic diversification 		Present Near-term (2030-2040) Long-term (2080-2100) 2°C 4°C	
<p>Increased risk of heat-related mortality (<i>high confidence</i>)</p> <p>[24.4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Heat health warning systems Urban planning to reduce heat islands; improvement of the built environment; development of sustainable cities New work practices to avoid heat stress among outdoor workers 		Present Near-term (2030-2040) Long-term (2080-2100) 2°C 4°C	
<p>Increased risk of drought-related water and food shortage causing malnutrition (<i>high confidence</i>)</p> <p>[24.4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Disaster preparedness including early-warning systems and local coping strategies Adaptive/integrated water resource management Water infrastructure and reservoir development Diversification of water sources including water re-use More efficient use of water (e.g., improved agricultural practices, irrigation management, and resilient agriculture) 		Present Near-term (2030-2040) Long-term (2080-2100) 2°C 4°C	
Australasia				
Key risk	Adaptation issues & prospects	Climatic drivers	Timeframe	Risk & potential for adaptation
<p>Significant change in community composition and structure of coral reef systems in Australia (<i>high confidence</i>)</p> <p>[25.6, 30.5, Boxes CC-CR and CC-OA]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Ability of corals to adapt naturally appears limited and insufficient to offset the detrimental effects of rising temperatures and acidification. Other options are mostly limited to reducing other stresses (water quality, tourism, fishing) and early warning systems; direct interventions such as assisted colonization and shading have been proposed but remain untested at scale. 		Present Near-term (2030-2040) Long-term (2080-2100) 2°C 4°C	
<p>Increased frequency and intensity of flood damage to infrastructure and settlements in Australia and New Zealand (<i>high confidence</i>)</p> <p>[Table 25-1, Boxes 25-8 and 25-9]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Significant adaptation deficit in some regions to current flood risk. Effective adaptation includes land-use controls and relocation as well as protection and accommodation of increased risk to ensure flexibility. 		Present Near-term (2030-2040) Long-term (2080-2100) 2°C 4°C	
<p>Increasing risks to coastal infrastructure and low-lying ecosystems in Australia and New Zealand, with widespread damage towards the upper end of projected sea-level-rise ranges (<i>high confidence</i>)</p> <p>[25.6, 25.10, Box 25-1]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Adaptation deficit in some locations to current coastal erosion and flood risk. Successive building and protection cycles constrain flexible responses. Effective adaptation includes land-use controls and ultimately relocation as well as protection and accommodation. 		Present Near-term (2030-2040) Long-term (2080-2100) 2°C 4°C	
North America				
Key risk	Adaptation issues & prospects	Climatic drivers	Timeframe	Risk & potential for adaptation
<p>Wildfire-induced loss of ecosystem integrity, property loss, human morbidity, and mortality as a result of increased drying trend and temperature trend (<i>high confidence</i>)</p> <p>[26.4, 26.8, Box 26-2]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Some ecosystems are more fire-adapted than others. Forest managers and municipal planners are increasingly incorporating fire protection measures (e.g., prescribed burning, introduction of resilient vegetation). Institutional capacity to support ecosystem adaptation is limited. Adaptation of human settlements is constrained by rapid private property development in high-risk areas and by limited household-level adaptive capacity. Agroforestry can be an effective strategy for reduction of slash and burn practices in Mexico. 		Present Near-term (2030-2040) Long-term (2080-2100) 2°C 4°C	



Polar Regions (continued)				
Key risk	Adaptation issues & prospects	Climatic drivers	Timeframe	Risk & potential for adaptation
<p>Unprecedented challenges for northern communities due to complex inter-linkages between climate-related hazards and societal factors, particularly if rate of change is faster than social systems can adapt (<i>high confidence</i>)</p> <p>[28.2-4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Co-production of more robust solutions that combine science and technology with indigenous knowledge Enhanced observation, monitoring, and warning systems Improved communications, education, and training Adaptive co-management responses developed through the settlement of land claims 	 	<p>Present</p> <p>Near-term (2030-2040)</p> <p>Long-term (2080-2100) 2°C 4°C</p>	<p>Very low Medium Very high</p>
Small Islands				
Key risk	Adaptation issues & prospects	Climatic drivers	Timeframe	Risk & potential for adaptation
<p>Loss of livelihoods, coastal settlements, infrastructure, ecosystem services, and economic stability (<i>high confidence</i>)</p> <p>[29.6, 29.8, Figure 29-4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Significant potential exists for adaptation in islands, but additional external resources and technologies will enhance response. Maintenance and enhancement of ecosystem functions and services and of water and food security Efficacy of traditional community coping strategies is expected to be substantially reduced in the future. 	 	<p>Present</p> <p>Near-term (2030-2040)</p> <p>Long-term (2080-2100) 2°C 4°C</p>	<p>Very low Medium Very high</p>
<p>The interaction of rising global mean sea level in the 21st century with high-water-level events will threaten low-lying coastal areas (<i>high confidence</i>)</p> <p>[29.4, Table 29-1; WGI AR5 13.5, Table 13.5]</p>	<ul style="list-style-type: none"> High ratio of coastal area to land mass will make adaptation a significant financial and resource challenge for islands. Adaptation options include maintenance and restoration of coastal landforms and ecosystems, improved management of soils and freshwater resources, and appropriate building codes and settlement patterns. 	 	<p>Present</p> <p>Near-term (2030-2040)</p> <p>Long-term (2080-2100) 2°C 4°C</p>	<p>Very low Medium Very high</p>
The Ocean				
Key risk	Adaptation issues & prospects	Climatic drivers	Timeframe	Risk & potential for adaptation
<p>Distributional shift in fish and invertebrate species, and decrease in fisheries catch potential at low latitudes, e.g., in equatorial upwelling and coastal boundary systems and sub-tropical gyres (<i>high confidence</i>)</p> <p>[6.3, 30.5-6, Tables 6-6 and 30-3, Box CC-MB]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Evolutionary adaptation potential of fish and invertebrate species to warming is limited as indicated by their changes in distribution to maintain temperatures. Human adaptation options: Large-scale translocation of industrial fishing activities following the regional decreases (low latitude) vs. possibly transient increases (high latitude) in catch potential; Flexible management that can react to variability and change; Improvement of fish resilience to thermal stress by reducing other stressors such as pollution and eutrophication; Expansion of sustainable aquaculture and the development of alternative livelihoods in some regions. 	 	<p>Present</p> <p>Near-term (2030-2040)</p> <p>Long-term (2080-2100) 2°C 4°C</p>	<p>Very low Medium Very high</p>
<p>Reduced biodiversity, fisheries abundance, and coastal protection by coral reefs due to heat-induced mass coral bleaching and mortality increases, exacerbated by ocean acidification, e.g., in coastal boundary systems and sub-tropical gyres (<i>high confidence</i>)</p> <p>[5.4, 6.4, 30.3, 30.5-6, Tables 6-6 and 30-3, Box CC-CR]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Evidence of rapid evolution by corals is very limited. Some corals may migrate to higher latitudes, but entire reef systems are not expected to be able to track the high rates of temperature shifts. Human adaptation options are limited to reducing other stresses, mainly by enhancing water quality, and limiting pressures from tourism and fishing. These options will delay human impacts of climate change by a few decades, but their efficacy will be severely reduced as thermal stress increases. 	 	<p>Present</p> <p>Near-term (2030-2040)</p> <p>Long-term (2080-2100) 2°C 4°C</p>	<p>Very low Medium Very high</p>
<p>Coastal inundation and habitat loss due to sea-level rise, extreme events, changes in precipitation, and reduced ecological resilience, e.g., in coastal boundary systems and sub-tropical gyres (<i>medium to high confidence</i>)</p> <p>[5.5, 30.5-6, Tables 6-6 and 30-3, Box CC-CR]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Human adaptation options are limited to reducing other stresses, mainly by reducing pollution and limiting pressures from tourism, fishing, physical destruction, and unsustainable aquaculture. Reducing deforestation and increasing reforestation of river catchments and coastal areas to retain sediments and nutrients Increased mangrove, coral reef, and seagrass protection, and restoration to protect numerous ecosystem goods and services such as coastal protection, tourist value, and fish habitat 	 	<p>Present</p> <p>Near-term (2030-2040)</p> <p>Long-term (2080-2100) 2°C 4°C</p>	<p>Very low Medium Very high</p>

Tabella SPM.A1: Impatti osservati attribuiti ai cambiamenti climatici e riportati dalla letteratura scientifica dopo la pubblicazione dell'AR4. I suddetti impatti sono stati attribuiti ai cambiamenti climatici con vari gradi di confidenza, con l'indicazione del relativo livello di contributo ai cambiamenti climatici al cambiamento osservato (maggiore o minore), per i sistemi naturali e umani nelle otto maggiori regioni geografiche nel corso degli ultimi decenni. [Tabelle 18-5, 18-6, 18-7, 18-8 e 18-9]. L'assenza di ulteriori impatti attribuiti ai cambiamenti climatici dalla tabella presentata non significa che tali impatti non si siano verificati.

Europa	
<p>Neve & Ghiaccio,</p> <p>Fiumi e Laghi,</p> <p>Inondazioni e siccità</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ritiro dei ghiacciai alpini, scandinavi e islandesi (<i>alto livello di confidenza, maggior contributo dai cambiamenti climatici</i>) • Aumento delle frane delle pareti rocciose nelle Alpi occidentali (<i>medio livello di confidenza, maggior contributo dai cambiamenti climatici</i>) • Modifica nella frequenza di portate dei fiumi eccezionali e inondazioni (<i>livello di confidenza molto basso, minor contributo dai cambiamenti climatici</i>) <p>[7.2, 11.5, 13.2, 22.3, tabella 18-9]</p>
<p>Ecosistemi terrestri</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Precocità nella germogliazione, nella comparsa delle foglie e dei frutti negli alberi della zona temperata e boreale (<i>alto livello di confidenza, maggior contributo dai cambiamenti climatici</i>) • Aumento della colonizzazione da parte di specie aliene di piante in Europa, al di sopra della baseline per talune specie (<i>medium livello di confidenza, maggior contributo dai cambiamenti climatici</i>) • Arrivo anticipato degli uccelli migratori in Europa dal 1970 (<i>medio livello di confidenza, maggior contributo dai cambiamenti climatici</i>) • Spostamento verso l'alto del limite della vegetazione arborea in Europa, oltre i cambiamenti dovuti all'uso del suolo (<i>basso livello di confidenza, maggior contributo dai cambiamenti climatici</i>) • In aumento le aree forestali incendiate durante le ultime decadi in Portogallo e Grecia, al di là degli aumenti dovuti all'uso del suolo (<i>alto livello di confidenza, maggior contributo dai cambiamenti climatici</i>) <p>[4.3, 18.3, tabella 18-7 e 23-6]</p>
<p>Erosione delle coste</p> <p>Ecosistemi marini</p>	<ul style="list-style-type: none"> • distribuzione spostata verso Nord di zooplancton, pesci, uccelli marini e invertebrati bentonici nell'Atlantico nord-orientale (<i>medio livello di confidenza, maggior contributo dai cambiamenti climatici</i>) • Spostamento verso nord e in profondità nella distribuzione di molte specie di pesci nei mari europei (<i>medio livello di confidenza, maggior contributo dai cambiamenti climatici</i>) • Cambiamenti nella fenologia dei plancton nell'Atlantico nord-orientale (<i>medio livello di confidenza, maggior contributo dai cambiamenti climatici</i>) • Diffusione nel Mediterraneo di specie di acque calde, al di là dei cambiamenti dovuti alle specie invasive e all'impatto antropico (<i>medio livello di confidenza, maggior contributo dai cambiamenti climatici</i>) <p>[6.3, 23.6, 30.5, tabella 6-2 e 18-8, Box 6-1 e CC-MB)</p>
<p>Produzione di cibo</p> <p>Mezzi di sostentamento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Spostamento dalla mortalità dovuta al freddo alla mortalità dovuta al caldo in Inghilterra e nel Galles, oltre i cambiamenti dovuti all'esposizione ed all'assistenza sanitaria (<i>basso livello di confidenza, maggior contributo dai cambiamenti climatici</i>) • Impatti sulla capacità di sostentamento della popolazione Sàmi nel nord Europa, al di là degli effetti dei cambiamenti economici e socio-politici (<i>medio livello di confidenza, maggior contributo dai cambiamenti climatici</i>) • Stagnazione del rendimento del frumento in alcuni paesi nelle ultime decadi, nonostante i progressi tecnologici (<i>medio livello di confidenza, minor contributo dai cambiamenti climatici</i>) • Rendimenti positivi per alcune colture principalmente in Europa del Nord, al di là dell'aumento dovuto ai progressi tecnologici (<i>medio livello di confidenza, minor contributo dai cambiamenti climatici</i>) • Diffusione del virus della febbre catarrale tra gli ovini e delle zecche in alcune regioni europee (<i>medio livello di confidenza, minor contributo dai cambiamenti climatici</i>) <p>[18.4, 23.4-5, tabella 18-9, figura 7-2]</p>

Africa	
<p>Snow & Ice, Rivers & Lakes, Floods & Drought</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Retreat of tropical highland glaciers in East Africa (<i>high confidence, Major contribution from climate change</i>) • Reduced discharge in West African rivers (<i>low confidence, Major contribution from climate change</i>) • Lake surface warming & water column stratification increases in the Great Lakes & Lake Kariba (<i>high confidence, Major contribution from climate change</i>) • Increased soil moisture drought in the Sahel since 1970, partially wetter conditions since 1990 (<i>medium confidence, Major contribution from climate change</i>) <p>[22.2-3, Tables 18-5, 18-6, & 22-3]</p>
<p>Terrestrial Ecosystems</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tree density decreases in western Sahel & semi-arid Morocco, beyond changes due to land use (<i>medium confidence, Major contribution from climate change</i>) • Range shifts of several southern plants & animals, beyond changes due to land use (<i>medium confidence, Major contribution from climate change</i>) • Increases in wildfires on Mt. Kilimanjaro (<i>low confidence, Major contribution from climate change</i>) <p>[22.3, Tables 18-7 & 22-3]</p>
<p>Coastal Erosion & Marine Ecosystems</p>	<p>Decline in coral reefs in tropical African waters, beyond decline due to human impacts (<i>high confidence, Major contribution from climate change</i>)</p> <p>[Table 18-8]</p>
<p>Food Production & Livelihoods</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptive responses to changing rainfall by South African farmers, beyond changes due to economic conditions (<i>very low confidence, Major contribution from climate change</i>) • Decline in fruit-bearing trees in Sahel (<i>low confidence, Major contribution from climate change</i>) • Malaria increases in Kenyan highlands, beyond changes due to vaccination, drug resistance, demography, & livelihoods (<i>low confidence, Minor contribution from climate change</i>) • Reduced fisheries productivity of Great Lakes & Lake Kariba, beyond changes due to fisheries management & land use (<i>low confidence, Minor contribution from climate change</i>) <p>[7.2, 11.5, 13.2, 22.3, Table 18-9]</p>

Asia	
Snow & Ice, Rivers & Lakes, Floods & Drought	<ul style="list-style-type: none"> Permafrost degradation in Siberia, Central Asia, & Tibetan Plateau (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) Shrinking mountain glaciers across most of Asia (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) Changed water availability in many Chinese rivers, beyond changes due to land use (<i>low confidence</i>, Minor contribution from climate change) Increased flow in four rivers due to shrinking glaciers in the Himalayas & Central Asia (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) Earlier timing of maximum spring flood in Russian rivers (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) Reduced soil moisture in north-central & northeast China (1950-2006) (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) Surface water degradation in parts of Asia, beyond changes due to land use (<i>medium confidence</i>, Minor contribution from climate change) <p>[24.3-4, 28.2, Tables 18-5, 18-6, & SM24-4, Box 3-1; WGI AR5 4.3, 10.5]</p>
Terrestrial Ecosystems	<ul style="list-style-type: none"> Changes in plant phenology & growth in many parts of Asia (earlier greening), particularly in the north & east (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) Distribution shifts of many plant & animal species upwards in elevation or polewards, particularly in the north of Asia (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) Invasion of Siberian larch forests by pine & spruce during recent decades (<i>low confidence</i>, Major contribution from climate change) Advance of shrubs into the Siberian tundra (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) <p>[4.3, 24.4, 28.2, Table 18-7, Figure 4-4]</p>
Coastal Erosion & Marine Ecosystems	<ul style="list-style-type: none"> Decline in coral reefs in tropical Asian waters, beyond decline due to human impacts (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) Northward range extension of corals in the East China Sea and western Pacific, and of a predatory fish in the Sea of Japan (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) Shift from sardines to anchovies in the western North Pacific, beyond fluctuations due to fisheries (<i>low confidence</i>, Major contribution from climate change) Increased coastal erosion in Arctic Asia (<i>low confidence</i>, Major contribution from climate change) <p>[6.3, 24.4, 30.5, Tables 6-2 & 18-8]</p>
Food Production & Livelihoods	<ul style="list-style-type: none"> Impacts on livelihoods of indigenous groups in Arctic Russia, beyond economic & sociopolitical changes (<i>low confidence</i>, Major contribution from climate change) Negative impacts on aggregate wheat yields in South Asia, beyond increase due to improved technology (<i>medium confidence</i>, Minor contribution from climate change) Negative impacts on aggregate wheat & maize yields in China, beyond increase due to improved technology (<i>low confidence</i>, Minor contribution from climate change) Increases in a water-borne disease in Israel (<i>low confidence</i>, Minor contribution from climate change) <p>[7.2, 13.2, 18.4, 28.2, Tables 18-4 & 18-9, Figure 7-2]</p>
Australasia	
Snow & Ice, Rivers & Lakes, Floods & Drought	<ul style="list-style-type: none"> Significant decline in late-season snow depth at 3 of 4 alpine sites in Australia (1957-2002) (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) Substantial reduction in ice & glacier ice volume in New Zealand (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) Intensification of hydrological drought due to regional warming in southeast Australia (<i>low confidence</i>, Minor contribution from climate change) Reduced inflow in river systems in southwestern Australia (since the mid-1970s) (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) <p>[25.5, Tables 18-5, 18-6, & 25-1; WGI AR5 4.3]</p>
Terrestrial Ecosystems	<ul style="list-style-type: none"> Changes in genetics, growth, distribution, & phenology of many species, in particular birds, butterflies, & plants in Australia, beyond fluctuations due to variable local climates, land use, pollution, & invasive species (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) Expansion of some wetlands & contraction of adjacent woodlands in southeast Australia (<i>low confidence</i>, Major contribution from climate change) Expansion of monsoon rainforest at expense of savannah & grasslands in northern Australia (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) Migration of glass eels advanced by several weeks in Waikato River, New Zealand (<i>low confidence</i>, Major contribution from climate change) <p>[Tables 18-7 & 25-3]</p>
Coastal Erosion & Marine Ecosystems	<ul style="list-style-type: none"> Southward shifts in the distribution of marine species near Australia, beyond changes due to short-term environmental fluctuations, fishing, & pollution (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) Change in timing of migration of seabirds in Australia (<i>low confidence</i>, Major contribution from climate change) Increased coral bleaching in Great Barrier Reef & western Australian reefs, beyond effects from pollution & physical disturbance (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) Changed coral disease patterns at Great Barrier Reef, beyond effects from pollution (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) <p>[6.3, 25.6, Tables 18-8 & 25-3]</p>
Food Production & Livelihoods	<ul style="list-style-type: none"> Advanced timing of wine-grape maturation in recent decades, beyond advance due to improved management (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) Shift in winter vs. summer human mortality in Australia, beyond changes due to exposure & health care (<i>low confidence</i>, Major contribution from climate change) Relocation or diversification of agricultural activities in Australia, beyond changes due to policy, markets, & short-term climate variability (<i>low confidence</i>, Minor contribution from climate change) <p>[11.4, 18.4, 25.7-8, Tables 18-9 & 25-3, Box 25-5]</p>
North America	
Snow & Ice, Rivers & Lakes, Floods & Drought	<ul style="list-style-type: none"> Shrinkage of glaciers across western & northern North America (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) Decreasing amount of water in spring snowpack in western North America (1960-2002) (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) Shift to earlier peak flow in snow dominated rivers in western North America (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) Increased runoff in the midwestern and northeastern US (<i>medium confidence</i>, Minor contribution from climate change) <p>[Tables 18-5 & 18-6; WGI AR5 2.6, 4.3]</p>
Terrestrial Ecosystems	<ul style="list-style-type: none"> Phenology changes & species distribution shifts upward in elevation & northward across multiple taxa (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) Increased wildfire frequency in subarctic conifer forests & tundra (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) Regional increases in tree mortality & insect infestations in forests (<i>low confidence</i>, Minor contribution from climate change) Increase in wildfire activity, fire frequency & duration, & burnt area in forests of the western US and boreal forests in Canada, beyond changes due to land use & fire management (<i>medium confidence</i>, Minor contribution from climate change) <p>[26.4, 28.2, Table 18-7, Box 26-2]</p>
Coastal Erosion & Marine Ecosystems	<ul style="list-style-type: none"> Northward distributional shifts of northwest Atlantic fish species (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) Changes in musselbeds along the west coast of US (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) Changed migration & survival of salmon in northeast Pacific (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) Increased coastal erosion in Alaska & Canada (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) <p>[18.3, 30.5, Tables 6-2 & 18-8]</p>
Food Production & Livelihoods	<p>Impacts on livelihoods of indigenous groups in the Canadian Arctic, beyond effects of economic & sociopolitical changes (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change)</p> <p>[18.4, 28.2, Tables 18-4 & 18-9]</p>

Central & South America	
Snow & Ice, Rivers & Lakes, Floods & Drought	<ul style="list-style-type: none"> • Shrinkage of Andean glaciers (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) • Changes in extreme flows in Amazon River (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) • Changing discharge patterns in rivers in the western Andes (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) • Increased streamflow in sub-basins of the La Plata River, beyond increase due to land use change (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) [27.3, Tables 18-5, 18-6, & 27-3; WGI AR5 4.3]
Terrestrial Ecosystems	<ul style="list-style-type: none"> • Increased tree mortality & forest fire in the Amazon (<i>low confidence</i>, Minor contribution from climate change) • Rainforest degradation & recession in the Amazon, beyond reference trends in deforestation & land degradation (<i>low confidence</i>, Minor contribution from climate change) [4.3, 18.3, 27.2-3, Table 18-7]
Coastal Erosion & Marine Ecosystems	<ul style="list-style-type: none"> • Increased coral bleaching in western Caribbean, beyond effects from pollution & physical disturbance (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) • Mangrove degradation on north coast of South America, beyond degradation due to pollution & land use (<i>low confidence</i>, Minor contribution from climate change) [27.3, Table 18-8]
Food Production & Livelihoods	<ul style="list-style-type: none"> • More vulnerable livelihood trajectories for indigenous Aymara farmers in Bolivia due to water shortage, beyond effects of increasing social & economic stress (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) • Increase in agricultural yields & expansion of agricultural areas in southeastern South America, beyond increase due to improved technology (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) [13.1, 27.3, Table 18-9]
Polar Regions	
Snow & Ice, Rivers & Lakes, Floods & Drought	<ul style="list-style-type: none"> • Decreasing Arctic sea ice cover in summer (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) • Reduction in ice volume in Arctic glaciers (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) • Decreasing snow cover extent across the Arctic (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) • Widespread permafrost degradation, especially in the southern Arctic (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) • Ice mass loss along coastal Antarctica (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) • Increased river discharge for large circumpolar rivers (1997–2007) (<i>low confidence</i>, Major contribution from climate change) • Increased winter minimum river flow in most of the Arctic (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) • Increased lake water temperatures 1985–2009 & prolonged ice-free seasons (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) • Disappearance of thermokarst lakes due to permafrost degradation in the low Arctic. New lakes created in areas of formerly frozen peat (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) [28.2, Tables 18-5 & 18-6; WGI AR5 4.2-4, 4.6, 10.5]
Terrestrial Ecosystems	<ul style="list-style-type: none"> • Increased shrub cover in tundra in North America & Eurasia (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) • Advance of Arctic tree-line in latitude & altitude (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) • Changed breeding area & population size of subarctic birds, due to snowbed reduction &/or tundra shrub encroachment (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) • Loss of snow-bed ecosystems & tussock tundra (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) • Impacts on tundra animals from increased ice layers in snow pack, following rain-on-snow events (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) • Increased plant species ranges in the West Antarctic Peninsula & nearby islands over the past 50 years (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) • Increased phytoplankton productivity in Signy Island lake waters (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) [28.2, Table 18-7]
Coastal Erosion & Marine Ecosystems	<ul style="list-style-type: none"> • Increased coastal erosion across Arctic (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) • Negative effects on non-migratory Arctic species (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) • Decreased reproductive success in Arctic seabirds (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) • Decline in Southern Ocean seals & seabirds (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) • Reduced thickness of foraminiferal shells in southern oceans, due to ocean acidification (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) • Reduced krill density in Scotia Sea (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) [6.3, 18.3, 28.2-3, Table 18-8]
Food Production & Livelihoods	<ul style="list-style-type: none"> • Impact on livelihoods of Arctic indigenous peoples, beyond effects of economic & sociopolitical changes (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) • Increased shipping traffic across the Bering Strait (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) [18.4, 28.2, Tables 18-4 & 18-9, Figure 28-4]
Small Islands	
Snow & Ice, Rivers & Lakes, Floods & Drought	<ul style="list-style-type: none"> • Increased water scarcity in Jamaica, beyond increase due to water use (<i>very low confidence</i>, Minor contribution from climate change) [Table 18-6]
Terrestrial Ecosystems	<ul style="list-style-type: none"> • Tropical bird population changes in Mauritius (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) • Decline of an endemic plant in Hawai'i (<i>medium confidence</i>, Major contribution from climate change) • Upward trend in tree-lines & associated fauna on high-elevation islands (<i>low confidence</i>, Minor contribution from climate change) [29.3, Table 18-7]
Coastal Erosion & Marine Ecosystems	<ul style="list-style-type: none"> • Increased coral bleaching near many tropical small islands, beyond effects of degradation due to fishing & pollution (<i>high confidence</i>, Major contribution from climate change) • Degradation of mangroves, wetlands, & seagrass around small islands, beyond degradation due to other disturbances (<i>very low confidence</i>, Minor contribution from climate change) • Increased flooding & erosion, beyond erosion due to human activities, natural erosion, & accretion (<i>low confidence</i>, Minor contribution from climate change) • Degradation of groundwater & freshwater ecosystems due to saline intrusion, beyond degradation due to pollution & groundwater pumping (<i>low confidence</i>, Minor contribution from climate change) [29.3, Table 18-8]
Food Production & Livelihoods	<ul style="list-style-type: none"> • Increased degradation of coastal fisheries due to direct effects & effects of increased coral reef bleaching, beyond degradation due to overfishing & pollution (<i>low confidence</i>, Minor contribution from climate change) [18.3-4, 29.3, 30.6, Table 18-9, Box CC-CR]

C) GESTIONE DEI RISCHI FUTURI E SVILUPPO DELLA RESILIENZA

Gestire i rischi connessi ai cambiamenti climatici richiede di prendere decisioni in termini di adattamento e mitigazione con implicazioni per le generazioni future, per l'economia e per l'ambiente. Questa sezione considera l'adattamento come uno strumento utile per sviluppare la resilienza e per modificarsi in funzione degli impatti dei cambiamenti climatici. Tiene conto, inoltre, dei limiti dell'adattamento, dei percorsi resilienti ai cambiamenti climatici (CRP), e del ruolo della trasformazione. Vedi la Figura SPM.8 per una panoramica delle possibili azioni per affrontare il rischio legato ai cambiamenti climatici.

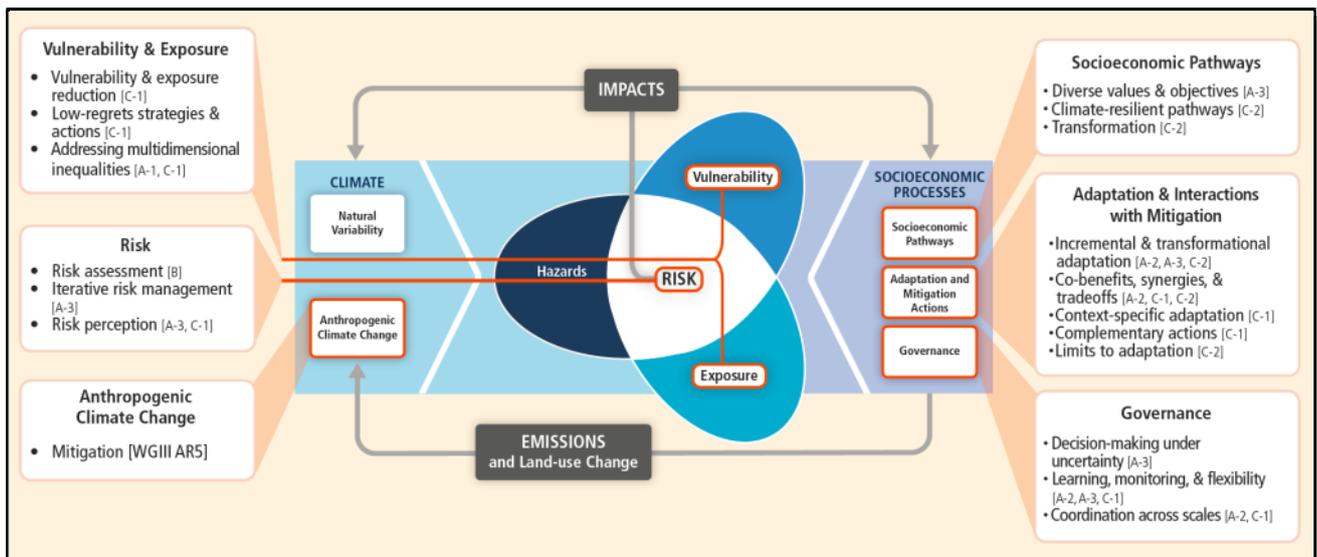


Figura SPM.8: Lo spazio delle soluzioni. I concetti di base del WGII AR5, che illustrano i concetti base e gli approcci tra loro interagenti, così come le considerazioni principali nella gestione dei rischi legati ai cambiamenti climatici, come valutate in questo rapporto e presentate attraverso questo SPM. I riferimenti tra parentesi indicano i corrispondenti risultati della valutazione per le sezioni del presente documento di sintesi.

C-1. Principi per un adattamento efficace

L'adattamento è un processo specifico in relazione al luogo e al contesto e non è riconducibile a un approccio unico universalmente valido alla riduzione del rischio (*alto livello di confidenza*). Le strategie efficaci per la riduzione del rischio e l'adattamento tengono conto delle dinamiche della vulnerabilità e dell'esposizione e delle loro interazioni con i processi socio-economici, lo sviluppo sostenibile e i cambiamenti climatici. Alcuni esempi di risposta ai cambiamenti climatici sono presentati nella tabella SPM.1⁶⁷.

La pianificazione e l'attuazione delle politiche di adattamento ai cambiamenti climatici possono essere migliorate attraverso azioni complementari tra i vari livelli, dai singoli individui ai governi (*alto livello di confidenza*). I governi nazionali possono coordinare le iniziative sull'adattamento portate avanti dagli enti locali e sub-nazionali, ad esempio tutelando i gruppi sociali più vulnerabili, sostenendo la diversificazione economica, e fornendo informazioni, un opportuno contesto giuridico e politico e il sostegno finanziario (*evidenza elevata, elevato consenso*). Gli enti locali e il settore privato sono considerati sempre più come elementi fondamentali per fare passi in avanti nell'adattamento, dato il loro ruolo nell'aumentare i livelli di

⁶⁷ 2.1, 8.3-4, 13.1, 13.3-4, 15.2-3, 15.5, 16.2-3, 16.5, 17.2, 17.4, 19.6, 21.3, 22.4, 26.8-9, 29.6, 29.8

adattamento delle comunità, delle famiglie e della società civile e nella gestione delle informazioni sui rischi e dei finanziamenti (*evidenza media, elevato consenso*).⁶⁸

Overlapping Approaches	Category	Examples	Chapter Reference(s)
Vulnerability and exposure reduction through development, planning, & practices including many low-regrets measures	Human development	Improved access to education, nutrition, health facilities, energy, safe housing & settlement structures, & social support structures; Reduced gender inequality & marginalization in other forms.	8.3, 9.3, 13.1-3, 14.2-3, 22.4
	Poverty alleviation	Improved access to & control of local resources; Land tenure; Disaster risk reduction; Social safety nets & social protection; Insurance schemes.	8.3-4, 9.3, 13.1-3
	Livelihood security	Income, asset, & livelihood diversification; Improved infrastructure; Access to technology & decision-making fora; Increased decision-making power; Changed cropping, livestock, & aquaculture practices; Reliance on social networks.	7.5, 9.4, 13.1-3, 22.3-4, 23.4, 26.5, 27.3, 29.6, Table SM24-7
	Disaster risk management	Early warning systems; Hazard & vulnerability mapping; Diversifying water resources; Improved drainage; Flood & cyclone shelters; Building codes & practices; Storm & wastewater management; Transport & road infrastructure improvements.	8.2-4, 11.7, 14.3, 15.4, 22.4, 24.4, 26.6, 28.4, Box 25-1, Table 3-3
	Ecosystem management	Maintaining wetlands & urban green spaces; Coastal afforestation; Watershed & reservoir management; Reduction of other stressors on ecosystems & of habitat fragmentation; Maintenance of genetic diversity; Manipulation of disturbance regimes; Community-based natural resource management.	4.3-4, 8.3, 22.4, Table 3-3, Boxes 4-3, 8-2, 15-1, 25-8, 25-9, & CC-EA
	Spatial or land-use planning	Provisioning of adequate housing, infrastructure, & services; Managing development in flood prone & other high risk areas; Urban planning & upgrading programs; Land zoning laws; Easements; Protected areas.	4.4, 8.1-4, 22.4, 23.7-8, 27.3, Box 25-8
	Structural/physical	Engineered & built-environment options: Sea walls & coastal protection structures; Flood levees; Water storage; Improved drainage; Flood & cyclone shelters; Building codes & practices; Storm & wastewater management; Transport & road infrastructure improvements; Floating houses; Power plant & electricity grid adjustments.	3.5-6, 5.5, 8.2-3, 10.2, 11.7, 23.3, 24.4, 25.7, 26.3, 26.8, Boxes 15-1, 25-1, 25-2, & 25-8
		Technological options: New crop & animal varieties; Indigenous, traditional, & local knowledge, technologies, & methods; Efficient irrigation; Water-saving technologies; Desalination; Conservation agriculture; Food storage & preservation facilities; Hazard & vulnerability mapping & monitoring; Early warning systems; Building insulation; Mechanical & passive cooling; Technology development, transfer, & diffusion.	7.5, 8.3, 9.4, 10.3, 15.4, 22.4, 24.4, 26.3, 26.5, 27.3, 28.2, 28.4, 29.6-7, Boxes 20-5 & 25-2, Table 3-3, Table 15-1
		Ecosystem-based options: Ecological restoration; Soil conservation; Afforestation & reforestation; Mangrove conservation & replanting; Green infrastructure (e.g., shade trees, green roofs); Controlling overfishing; Fisheries co-management; Assisted species migration & dispersal; Ecological corridors; Seed banks, gene banks, & other ex situ conservation; Community-based natural resource management.	4.4, 5.5, 6.4, 8.3, 9.4, 11.7, 15.4, 22.4, 23.6-7, 24.4, 25.6, 27.3, 28.2, 29.7, 30.6, Boxes 15-1, 22-2, 25-9, 26-2, & CC-EA
	Services: Social safety nets & social protection; Food banks & distribution of food surplus; Municipal services including water & sanitation; Vaccination programs; Essential public health services; Enhanced emergency medical services.	3.5-6, 8.3, 9.3, 11.7, 11.9, 22.4, 29.6, Box 13-2	
Institutional	Economic options: Financial incentives; Insurance; Catastrophe bonds; Payments for ecosystem services; Pricing water to encourage universal provision and careful use; Microfinance; Disaster contingency funds; Cash transfers; Public-private partnerships.	8.3-4, 9.4, 10.7, 11.7, 13.3, 15.4, 17.5, 22.4, 26.7, 27.6, 29.6, Box 25-7	
	Laws & regulations: Land zoning laws; Building standards & practices; Easements; Water regulations & agreements; Laws to support disaster risk reduction; Laws to encourage insurance purchasing; Defined property rights & land tenure security; Protected areas; Fishing quotas; Patent pools & technology transfer.	4.4, 8.3, 9.3, 10.5, 10.7, 15.2, 15.4, 17.5, 22.4, 23.4, 23.7, 24.4, 25.4, 26.3, 27.3, 30.6, Table 25-2, Box CC-CR	
	National & government policies & programs: National & regional adaptation plans including mainstreaming; Sub-national & local adaptation plans; Economic diversification; Urban upgrading programs; Municipal water management programs; Disaster planning & preparedness; Integrated water resource management; Integrated coastal zone management; Ecosystem-based management; Community-based adaptation.	2.4, 3.6, 4.4, 5.5, 6.4, 7.5, 8.3, 11.7, 15.2-5, 22.4, 23.7, 25.4, 25.8, 26.8-9, 27.3-4, 29.6, Boxes 25-1, 25-2, & 25-9, Table 9-2, Table 17-1	
Social	Educational options: Awareness raising & integrating into education; Gender equity in education; Extension services; Sharing indigenous, traditional, & local knowledge; Participatory action research & social learning; Knowledge-sharing & learning platforms.	8.3-4, 9.4, 11.7, 12.3, 15.2-4, 22.4, 25.4, 28.4, 29.6, Table 15-1, Table 25-2	
	Informational options: Hazard & vulnerability mapping; Early warning & response systems; Systematic monitoring & remote sensing; Climate services; Use of indigenous climate observations; Participatory scenario development; Integrated assessments.	2.4, 5.5, 8.3-4, 9.4, 11.7, 15.2-4, 22.4, 23.5, 24.4, 25.8, 26.6, 26.8, 27.3, 28.2, 28.5, 30.6, Table 25-2, Box 26-3	
	Behavioral options: Household preparation & evacuation planning; Migration; Soil & water conservation; Storm drain clearance; Livelihood diversification; Changed cropping, livestock, & aquaculture practices; Reliance on social networks.	5.5, 7.5, 9.4, 12.4, 22.3-4, 23.4, 23.7, 25.7, 26.5, 27.3, 29.6, Table SM24-7, Box 25-5	
Spheres of change	Practical: Social & technical innovations, behavioral shifts, or institutional & managerial changes that produce substantial shifts in outcomes.	8.3, 17.3, 20.5, Box 25-5	
	Political: Political, social, cultural, & ecological decisions and actions consistent with reducing vulnerability & risk and supporting adaptation, mitigation, & sustainable development.	14.2-3, 20.5, 25.4, 30.7, Table 14-1	
	Personal: Individual & collective assumptions, beliefs, values, & worldviews influencing climate-change responses.	14.2-3, 20.5, 25.4, Table 14-1	

Tabella SPM.1: Approcci alla gestione dei rischi connessi ai cambiamenti climatici. Questi approcci dovrebbero essere considerati in modo integrato piuttosto che singolarmente e spesso vengono perseguiti contemporaneamente. La mitigazione è considerata fondamentale per la gestione dei rischi legati ai cambiamenti climatici. Questo tema non è trattato in questa tabella in quanto la mitigazione è al centro del WGIII AR5. Gli esempi non sono presentati in un ordine particolare e possono essere rilevanti per più di una categoria [14,2-3, Tabella 14-1].

⁶⁸ 2.1-4, 3.6, 5.5, 8.3-4, 9.3-4, 14.2, 15.2-3, 15.5, 16.2-5, 17.2-3, 22.4, 24.4, 25.4, 26.8-9, 30.7, Tabelle 21-1, 21-5, & 21-6, Box 16-2

Un primo passo verso l'adattamento ai futuri cambiamenti climatici è quello di ridurre la vulnerabilità e l'esposizione alla attuale variabilità climatica (*alto livello di confidenza*). Le strategie in questo campo includono azioni con ricadute positive anche nel perseguimento di altri obiettivi. Le strategie e le azioni oggi disponibili possono aumentare la resilienza verso una serie di possibili futuri scenari climatici contribuendo a migliorare la salute umana, le condizioni di vita, il benessere sociale ed economico, e la qualità dell'ambiente. Vedi Tabella SPM.1. L'integrazione dell'adattamento nella pianificazione e nei processi decisionali può promuovere sinergie positive con le politiche di sviluppo e con la riduzione dei rischi da eventi catastrofici⁶⁹.

La pianificazione e l'implementazione a tutti i livelli di governo delle politiche di adattamento sono condizionate dai valori sociali, dagli obiettivi e dalla percezione del rischio (*alto livello di confidenza*). Il riconoscimento delle diversità in termini di interessi, circostanze, contesti socio-culturali, e aspettative può avere ricadute positive sui processi decisionali. Le conoscenze e le pratiche autoctone, locali e tradizionali, tra cui la visione olistica della comunità e dell'ambiente da parte dei popoli indigeni, sono una risorsa importante per l'adattamento ai cambiamenti climatici, ma non sono state utilizzate frequentemente nelle iniziative di adattamento sin qui intraprese. L'integrazione di tali forme di conoscenza con le pratiche esistenti aumenta l'efficacia delle politiche di adattamento⁷⁰.

L'attività di supporto alle decisioni è tanto più efficace quanto più è sensibile al contesto e alle diversità delle tipologie di decisione, dei processi decisionali e dei soggetti ad essi abilitati (*evidenza elevata, elevato consenso*). Le organizzazioni che collegano scienza e processi decisionali, compresi i servizi climatici, svolgono un ruolo importante nella comunicazione, nel trasferimento e nello sviluppo delle conoscenze relative al clima, inclusa la traduzione, la condivisione e lo scambio delle conoscenze (*evidenza media, elevato consenso*)⁷¹.

Gli strumenti economici esistenti e quelli nuovi possono favorire l'adattamento, incentivando la prevenzione e la riduzione degli impatti (*grado medio di confidenza*). Questi strumenti comprendono i partenariati pubblico-privati per il finanziamento, i prestiti, i pagamenti per i servizi ambientali, i sistemi avanzati di attribuzione di prezzi alle risorse, le tariffe e i sussidi, le norme e i regolamenti, e i meccanismi di condivisione e di trasferimento del rischio. I meccanismi di sostegno finanziario del rischio nel settore pubblico e privato, come le assicurazioni e altre forme di mutualità, possono contribuire ad aumentare la resilienza, ma se non si presta attenzione alle grandi sfide connesse alla loro ideazione, possono diventare anche forme di disincentivo, causare fallimenti del mercato e creare disuguaglianze. I governi spesso giocano un ruolo chiave come regolatori, fornitori o garanti di ultima istanza⁷².

Diversi vincoli possono concorrere ad ostacolare la pianificazione e l'implementazione dell'adattamento (*alto livello di confidenza*). Alcuni dei vincoli più comuni in materia di attuazione nascono dalle seguenti circostanze: risorse umane e finanziarie limitate; limitazioni all'integrazione o al coordinamento della *governance*; incertezze circa gli impatti potenziali; percezioni del rischio diverse; valori contrastanti; assenza di figure chiave per promuovere e

⁶⁹ 3.6, 8.3, 9.4, 14.3, 15.2-3, 17.2, 20.4, 20.6, 22.4, 24.4-5, 25.4, 25.10, 27.3-5, 29.6, Box 25-2 e 25-6

⁷⁰ 2.2-4, 9.4, 12.3, 13.2, 15.2, 16.2-4, 16.7, 17.2-3, 21.3, 22.4, 24.4, 24.6, 25.4, 25.8, 26.9, 28.2, 28.4, Tabella 15-1, Box 25-7

⁷¹ 2.1-4, 8.4, 14.4, 16.2-3, 16.5, 21.2-3, 21.5, 22.4, Box 9-4

⁷² 10.7, 10.9, 13.3, 17.4-5, Box 25-7

governare l'adattamento e strumenti limitati per monitorare l'efficacia dell'adattamento. Un altro vincolo è rappresentato dall'inadeguatezza della ricerca, del monitoraggio e dell'osservazione e dal loro insufficiente finanziamento. Sottovalutare la complessità dell'adattamento come processo sociale può creare aspettative irrealizzabili circa la possibilità di conseguire i risultati di adattamento desiderati⁷³.

Una pianificazione non adeguata, che sovrastimi i risultati a breve termine, o che sia incapace di prevederne in maniera opportuna le conseguenze, può portare ad un disadattamento (*evidenza media, elevato consenso*). Il disadattamento può aumentare in futuro la vulnerabilità o l'esposizione dei gruppi sociali interessati o la vulnerabilità di altre persone, luoghi o settori. Alcune risposte a breve termine per contrastare i rischi collegati ai cambiamenti climatici possono anche limitare alcune scelte future. Ad esempio, una aumentata protezione dei beni a rischio può creare una dipendenza da ulteriori misure di protezione⁷⁴.

Alcune evidenze indicano che esiste uno scarto tra ciò che è necessario fare ai fini dell'adattamento a livello globale e i fondi messi a disposizione per le politiche di adattamento (*livello medio di confidenza*). C'è bisogno di una più precisa valutazione dei costi dell'adattamento globale, dei finanziamenti e degli investimenti connessi. Gli studi che stimano i costi globali dell'adattamento sono caratterizzati da lacune nei dati, nei metodi e nel grado di copertura⁷⁵ (*alto livello di confidenza*).

Esistono significativi benefici comuni, sinergie e scambi tra le strategie di mitigazione e di adattamento e nell'ambito di differenti risposte di adattamento; possibili interazioni possono avvenire anche all'interno di una singola regione geografica o tra regioni diverse (*livello di confidenza molto alto*). Sforzi crescenti per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici comportano una crescente complessità di interazioni, soprattutto laddove convergono acqua, energia, uso del suolo e biodiversità, ma gli strumenti per comprendere e gestire queste interazioni rimangono limitati. Esempi di azioni che comportano benefici comuni includono (i) aumento dell'efficienza energetica e di fonti energetiche più pulite, che portano alla riduzione delle emissioni di sostanze inquinanti che alterano il clima e sono dannosi per la salute; (ii) riduzione dei consumi di energia e di acqua nelle aree urbane grazie ad azioni di *greening* e di riciclo dell'acqua; (iii) agricoltura e silvicoltura sostenibili; e (iv) protezione degli ecosistemi per lo stoccaggio del carbonio e di altri servizi ecosistemici⁷⁶.

C-2. Percorsi e trasformazioni resilienti ai cambiamenti climatici

I percorsi di maggiore resilienza ai cambiamenti climatici sono delle traiettorie di sviluppo sostenibile che combinano adattamento e mitigazione per limitare i cambiamenti climatici e i loro impatti. Essi includono processi iterativi volti ad assicurare la realizzazione duratura di una efficace gestione del rischio. Si veda la figura SPM.9.⁷⁷

⁷³ 3.6, 4.4, 5.5, 8.4, 9.4, 13.2-3, 14.2, 14.5, 15.2-3, 15.5, 16.2-3, 16.5, 17.2-3, 22.4, 23.7, 24.5, 25.4, 25.10, 26.8-9, 30.6, Tabella 16-3, Box 16-1 e 16-3

⁷⁴ 5.5, 8.4, 14.6, 15.5, 16.3, 17.2-3, 20.2, 22.4, 24.4, 25.10, 26.8, Tabella 14-4, Box 25-1

⁷⁵ 14.2, 17.4, Tabella 17-2 e 17-3

⁷⁶ 2.4-5, 3.7, 4.2, 4.4, 5.4-5, 8.4, 9.3, 11.9, 13.3, 17.2, 19.3-4, 20.2-5, 21.4, 22.6, 23.8, 24.6, 25.6-7, 25.9, 26.8-9, 27.3, 29.6-8, Box 25-2, 25-9, 25-10, 30.6-7, CCWE, e CC-RF

⁷⁷ 2.5, 20.3-4

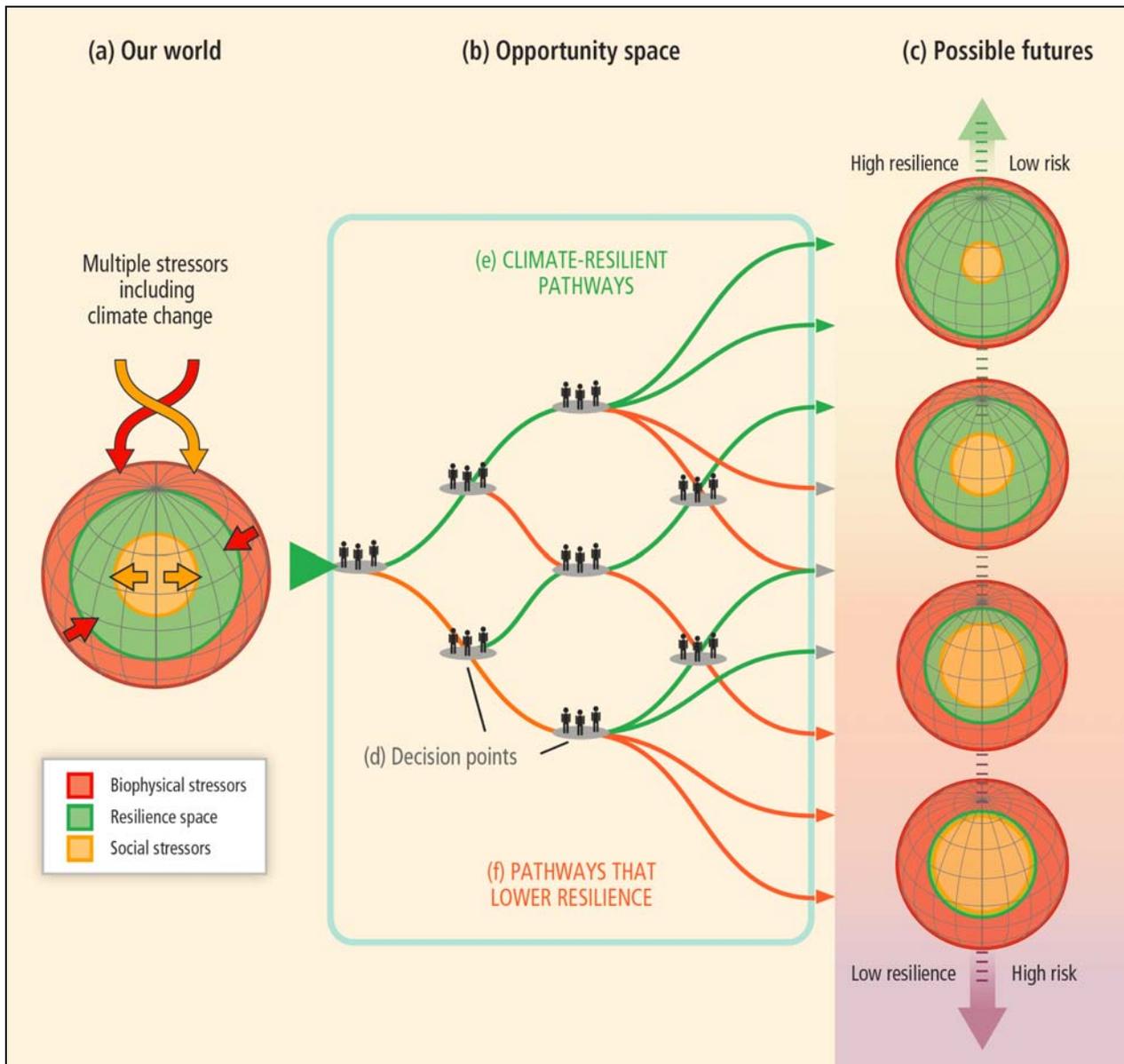


Figura SPM.9: Spazio delle opportunità e dei percorsi resilienti ai cambiamenti climatici. (a) Il mondo [A-1, B-1] è minacciato da numerosi fattori di stress, rappresentati qui semplicemente da quelli biofisici e sociali, che ostacolano la resilienza da varie direzioni. I fattori di stress includono i cambiamenti climatici, la variabilità climatica, il cambiamento dell'uso del suolo, la degradazione degli ecosistemi, la povertà e la disuguaglianza, e i fattori culturali. (b) Lo spazio delle opportunità [A-2, A-3, B-2, C-1, C-] si riferisce ai momenti ed ai percorsi decisionali che portano ad una molteplicità di (c) differenti scenari futuri [C, B-3] che si differenziano fra di loro per il livello di resilienza e di rischio. (d) I momenti decisionali si traducono in azioni o mancate azioni all'interno dello spazio delle opportunità, ed insieme costituiscono il processo di gestione o mancata gestione del rischio connesso ai cambiamenti climatici. (e) I percorsi resilienti ai cambiamenti climatici (in verde) all'interno dello spazio delle opportunità portano ad un mondo più resiliente grazie a una conoscenza adattativa, all'aumento delle conoscenze scientifiche, alle misure effettive di adattamento e mitigazione e ad altre scelte che comportano una riduzione del rischio. (f) I percorsi che diminuiscono la capacità di resilienza (in rosso) possono comportare una insufficiente mitigazione, disadattamento, incapacità di apprendere ed utilizzare le conoscenze ed altre azioni che a loro volta diminuiscono la resilienza e possono rivelarsi irreversibili in termini di possibili scenari futuri.

Le prospettive dei percorsi resilienti ai cambiamenti climatici verso lo sviluppo sostenibile sono strettamente legate alle decisioni mondiali sulla mitigazione dei cambiamenti climatici (*alto livello di confidenza*). Dal momento che la mitigazione riduce sia la velocità che il valore assoluto del riscaldamento globale, contribuisce anche ad aumentare il tempo a disposizione per l'adattamento ad un particolare livello di cambiamenti climatici, potenzialmente anche di alcuni decenni. Il ritardo nell'attuazione di misure di mitigazione può ridurre nel futuro le possibilità di scelta tra diversi percorsi clima-resilienti⁷⁸.

Maggiori velocità e intensità dei cambiamenti climatici aumentano la probabilità che i limiti dell'adattamento vengano superati (*alto livello di confidenza*). I limiti dell'adattamento si manifestano quando non è possibile attuare misure di adattamento per evitare rischi considerati intollerabili in relazione agli obiettivi di un'iniziativa o per i bisogni di una comunità. La definizione oggettiva di cosa costituisca un rischio intollerabile non esiste. Limiti all'adattamento sorgono dall'interazione tra i cambiamenti climatici e i vincoli biofisici e/o socio-economici. Le opportunità di trarre beneficio dalle sinergie positive tra adattamento e mitigazione possono decrescere con il tempo, soprattutto nel caso in cui i limiti all'adattamento vengano superati. In alcune parti del mondo, l'inadeguatezza delle risposte agli impatti emergenti stanno già erodendo le basi dello sviluppo sostenibile⁷⁹.

Le trasformazioni nelle decisioni e nelle azioni economiche, sociali, tecnologiche e politiche possono favorire la realizzazione di percorsi resilienti ai cambiamenti climatici (*alto livello di confidenza*). Esempi specifici sono riportati nella tabella SPM.1. Da subito possono essere messe in campo strategie e azioni che porteranno a percorsi clima-resilienti verso lo sviluppo sostenibile, contribuendo allo stesso tempo all'aumento dei mezzi di sussistenza, al benessere sociale ed economico e alla gestione ambientale responsabile. A livello nazionale, una trasformazione è ritenuta più efficace quando ben si inserisce in una strategia interna ed è compatibile con gli approcci già messi in campo verso lo sviluppo sostenibile che tengono conto delle peculiarità e delle priorità nazionali. Si ritiene che le trasformazioni verso la sostenibilità traggano beneficio da meccanismi di apprendimento iterativo, processi deliberativi e di innovazione⁸⁰.

⁷⁸ 1.1, 19.7, 20.2-3, 20.6, Figure 1-5

⁷⁹ 1.1, 11.8, 13.4, 16.2-7, 17.2, 20.2-3, 20.5-6, 25.10, 26.5, Box 16-1, 16-3, 16-4

⁸⁰ 1.1, 2.1, 2.5, 8.4, 14.1, 14.3, 16.2-7, 20.5, 22.4, 25.4, 25.10, Figure 1-5, Box 16-1, 16-4, e TS.8