

SCHEDA 11

CONTESTO E MANIFESTAZIONI DELL'EMERGENZA CLIMATICA IN ITALIA

SOMMARIO: Stato delle conoscenze del contesto italiano; - Il *Country Profile* dell'OMS, del 2017, il Rapporto dell'ISS 2021 *Mitigation of climate change and health prevention in Italy: the co-benefits policy*, e la sintesi di PREVIDIR sui ritardi italiani; - Analisi dei tre fattori di esposizione critica dell'Italia all'emergenza climatica; - Le principali manifestazioni dell'emergenza climatica in Italia.

(Tutti i documenti sono linkabili)

STATO DELLE CONOSCENZE DEL CONTESTO ITALIANO

Lo stato delle conoscenze sulle manifestazioni dei cambiamenti climatici in Italia, con impatti e incidenze sulla condizione umana, risale ufficialmente al documento del 2014 di Castellari, Venturini, Ballarin Denti, Bigano *et al.* (ed.), *Cambiamenti climatici e salute. Contributo tecnico-scientifico per il settore salute* del Rapporto sullo stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità ed adattamento ai cambiamenti climatici in Italia (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma, 2014).

Ulteriori informazioni sono desumibili dal *Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*.

Il panorama più recente della situazione italiana è di SNPA, *Rapporto sugli indicatori di impatto dei cambiamenti climatici*, edizione 2021.

Ulteriore documentazione sul contesto italiano è scaricabile da <https://www.snambiente.it/documenti/>, con ricerca in base alla voce di interesse (desertificazione, dissesto idrogeologico ecc.).

IL COUNTRY PROFILE DELL'OMS, DEL 2017, IL RAPPORTO DELL'ISS 2021 *Mitigation of climate change and health prevention in Italy: the co-benefits policy*, LA SINTESI DI PREVIDIR SUI RITARDI ITALIANI

Il *Country Profile* su cambiamento climatico e salute umana dedicato all'Italia, elaborato dall'OMS in collaborazione con il Ministero della Salute e l'ISS, è del 2017 ma fornisce una proiezione del futuro italiano sino al 2100, in base a una media calcolata su venti modelli di scenari climatici futuri.

I passaggi salienti dello studio sono i seguenti.

- In uno scenario di alte emissioni, la temperatura media annua si prevede che aumenterà di circa 5,1°C in media dal 1990 al 2100. Con emissioni abbattute rapidamente, l'aumento della temperatura sul territorio nazionale potrebbe essere limitata a circa 1,6°C.

- In uno scenario di emissioni elevate, il numero di giorni di ondate di calore aumenterà dai circa 10 giorni del 1990 ai circa 250 giorni in media nel 2100. Con emissioni abbattute rapidamente, i giorni potrebbero essere limitati a circa 75 in media.

- In uno scenario di emissioni elevate, il numero di giorni con precipitazioni molto forti potrebbe aumentare di circa 4 giorni con connesso aumento delle inondazioni, anche se alcune proiezioni indicano un rischio ancora maggiore. Con emissioni abbattute rapidamente, il rischio si ridurrebbe leggermente.

- In uno scenario di emissioni elevate, il periodo di siccità aumenterebbe da una media di circa 30 giorni a poco meno di 45 giorni, con una continua grande variabilità di anno in anno. Con emissioni abbattute rapidamente, il rischio si ridurrebbe leggermente.

- L'ambiente marino vedrà comunque l'aumento delle temperature superficiali con l'intensificarsi delle alterazioni tra mare, ecosistemi e coste italiane, la cui lunghezza di oltre 8.000 km determinerà

una sovrapposizione diffusa e ubiqua ai rischi climatici, associati con l'aumento dei processi di inquinamento non solo atmosferico.

La conferma più recente della situazione di emergenza climatica in Italia in relazione alla salute umana è ora arrivata dall'importante Rapporto Istisan 21/20 dell'ISS, intitolato *Mitigation of climate change and health prevention in Italy: the co-benefits policy*, 2021.

Il Rapporto estrapola 17 indicatori italiani, alla luce anche degli indicatori di *The Lancet Countdown on Health and Climate Change 2021*, distribuiti in 5 sezioni, utilizzando dati statistici nazionali e col supporto di studi scientifici riportati nel dettaglio: impatto dei cambiamenti climatici, adattamento e resilienza, azione di mitigazione e co-benefici, economia e finanza, public engagement.

I risultati sono inequivocabili e così di seguito riassumibili.

- Le manifestazioni dell'emergenza climatica stanno già avendo impatti negativi sulla salute della popolazione italiana, anche se questi effetti non sono percepiti in modo uniforme in tutto il paese.
- La comunità scientifica in Italia sta esplorando sempre più il legame tra cambiamento climatico e salute e i ricercatori italiani sono tra i più impegnati al mondo in questo campo.
- I nessi causali non sono discutibili.
- Gli impatti sulla salute stanno aumentando nel tempo e con tendenze al peggioramento su tutti i determinanti della salute.
- La mortalità legata al calore è presente anche in Italia.
- Le esposizioni e le vulnerabilità ai rischi dell'emergenza climatica variano in tutto il paese.
- Sono necessarie misure di mitigazione più forti per proteggere la salute.
- Ad oggi, l'azione di contrasto è stata lenta in Italia.
- È preoccupante che i rischi per la salute conseguenti all'emergenza climatica non siano adeguatamente affrontati.
- Questo suggerisce che la salute delle persone in Italia sarà sempre meno protetta dai crescenti rischi derivanti dal cambiamento climatico, a meno che non venga intrapresa un'azione urgente.
- Anche se l'Italia ha fatto alcuni progressi nella riduzione delle emissioni di gas serra dal 1990, tutti gli indicatori presentati mostrano che il ritmo di riduzione è insufficiente per soddisfare le esigenze di tutela della salute.
- In particolare, l'attuale ritmo di cambiamento è molto lento dato che, se la decarbonizzazione proseguisse come negli ultimi cinque anni, con i combustibili fossili dominanti ovunque compreso il carburante per autoveicoli (96%) responsabile del 18% delle emissioni totali di CO₂, sarebbero necessari altri 79 anni per raggiungere il completo abbandono del carbone per la produzione di energia, mentre lo sfruttamento di fonti rinnovabili (sole, vento, geotermica, idrica) è attualmente in stallo e nel 2019 ha prodotto solo il 17% del totale dell'energia primaria.
- Al contrario, una decarbonizzazione accelerata e profonda garantirebbe non solo la possibilità di offrire un futuro sostenibile e più sicuro, ma anche co-benefici immediati per la salute delle popolazioni italiane attraverso un'aria più pulita e diete più sane e a basso contenuto di carbonio.
- Pertanto, l'approccio risolutivo è quello improntato alla logica dei co-benefici netti, dato che proprio l'ultimo *Lancet Countdown* ha rilevato come i paesi maggiormente responsabili delle emissioni di gas serra non tengano conto dei guadagni in salute dell'abbattimento delle emissioni.

PREVIDIR (Fondo di assistenza integrativa, iscritto all'anagrafe dei Fondi sanitari) ha fatto proprio il Rapporto Istisan 21/20 dell'ISS, evidenziando le inadempienze e i ritardi italiani nell'affrontare l'emergenza climatica in termini di co-benefici (*Cambiamento climatico e salute: mirare ai co-benefici*, 2021) e osservando che:

- i co-benefici maggiori sarebbero visibili proprio nelle città, dove risiede il 70% della popolazione italiana e dove si verificano i picchi di innalzamento termico (isole di calore), dovuti alla cementificazione, alla prevalenza dell'asfalto sul verde pubblico, ai gas di scarico degli

autoveicoli, alle emissioni degli impianti industriali, dei sistemi di riscaldamento e di raffreddamento degli edifici e alle barriere verticali alla circolazione del vento che riducono del 30% l'effetto rinfrescante eolico rispetto alle aree rurali adiacenti;

- l'Italia ha molti ritardi da recuperare rispetto ai provvedimenti climatici previsti dagli Accordi di Parigi, ponendo in cima alla lista l'approvazione di piani di adattamento e i servizi di informazione meteorologica e idrogeologica (tant'è vero che l'Italia, nonostante l'intensificarsi delle manifestazioni estreme, non ha trasmesso all'OMS i suoi eventuali piani di integrazione della valutazione dei rischi idrogeologici con misure preventive di ordine sanitario, perdendo così l'occasione di avvalersi dell'aiuto che l'Organizzazione sanitaria mondiale offre agli Stati nello sviluppo di servizi per prepararsi ai rischi legati al clima, secondo gli standard internazionali e le migliori pratiche raccomandate;

- la risposta italiana all'emergenza climatica è ancora insufficiente e a macchia di leopardo, dato che, nel 2020, solo 18 centri urbani hanno pubblicato valutazioni sul loro rischio ambientale e la frammentazione della responsabilità sanitaria (che è in capo alle Regioni, dopo la riforma del titolo V della Costituzione del 2001) sta rallentando il processo di approvazione di un piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici senza alcun coordinamento con gli interventi di mitigazione, nonostante l'Italia sia il secondo paese dell'Unione europea, dopo la Germania, per numero di morti attribuibili all'esposizione al particolato PM_{2,5} (stando ai dati del 2019);

- i nuovi limiti annuali imposti dalle *Air Quality Guidelines* (AQG) dell'OMS del 2021 (PM_{2,5} da 10 a 5 microgrammi per metro cubico e PM₁₀ da 20 a 15) sono attualmente fuori scala rispetto alla concentrazione degli inquinanti nelle aree urbanizzate del paese;

- non risulta promossa alcuna azione di intervento sulla produzione e il consumo delle risorse alimentari ad alta impronta di carbonio, nonostante l'Italia sia al secondo posto, dopo la Germania, per numero di morti attribuibili a eccessivo consumo di carni e le risultanze dello studio EPIC (*European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition*).

ANALISI DEI TRE FATTORI DI ESPOSIZIONE CRITICA DELL'ITALIA ALL'EMERGENZA CLIMATICA

L'analisi dell'esposizione alle manifestazioni dell'emergenza climatica e ai suoi impatti sulla condizione umana richiede una prospettiva di inquadramento di carattere sistemico e olistico, in conformità con quanto richiamato dal SNPA (*Ambiente e salute, nuove prospettive di sviluppo*, 2019; *United in Science: nuovo rapporto sull'emergenza climatica*, 2020).

In tale prospettiva, l'Italia si presenta come *hot-spot* complesso, integrato da tre fattori specifici di

- sovraesposizione all'emergenza climatica,
- vulnerabilità del territorio e dei suoi abitanti alle manifestazioni e agli impatti dell'emergenza,
- fragilità delle sue infrastrutture naturali e materiali di protezione.

Primo fattore: sovraesposizione all'emergenza climatica

La sovraesposizione dell'Italia all'emergenza climatica è determinata dai seguenti elementi:

1. l'Italia è un *hot-spot* multiplo e *Nat Cat*;
2. con temperature nazionali, regionali e locali tutte superiori alla media;
3. aumento costante di concentrazioni di gas serra;
4. concentrazioni di ozono fuori linea;
5. incremento del ricorso alle risorse fossili e peggioramento dell'indice *Ispre*;
6. disallineamento delle Regioni rispetto alla prospettiva della neutralità climatica;
7. indice di sviluppo sostenibile di fascia bassa;
8. superamento di diversi *Planetary Boundaries*;
9. *deficit* e impronta ecologica alti;
10. insufficienza nel conseguimento dei 17 *SDGs* ONU per il 2030, con i relativi 169 *target*;

11. degrado del capitale naturale;
12. inquinamento.

1. L'Italia è un *hot-spot* multiplo e *Nat Cat*

Secondo le rilevazioni dell'EEA, l'Italia è tra i primi paesi UE più colpiti dai cambiamenti climatici, con danni stimati, tra il 1980 e il 2017, in oltre 65 miliardi di Euro e più di 20mila vittime (EEA, *Economic losses from climate-related extremes in Europe*, 2017). I dati sono stati ulteriormente aggiornati sino al 2020 (EEA, *Economic losses from climate-related extremes in Europe*, 2020).

Inoltre, sempre secondo l'EEA, l'Italia è anche un *hot-spot* dei disastri naturali (c.d. Paese *Nat Cat*), per eventi che si presentano con maggiore frequenza come numero di occorrenze e di luoghi, e maggior gravità, come numero di persone colpite e danni subiti (*Preparare l'Europa ai cambiamenti climatici: il coordinamento è essenziale per ridurre i rischi causati dagli eventi atmosferici estremi*).

Infine, l'Italia è un *hot-spot* climatico all'interno non solo del contesto europeo di sovraesposizione al rischio, ma anche e soprattutto dell'*hot-spot* del Mediterraneo (entrambi descritti nella Scheda n. 10).

2. Temperature nazionali, regionali e locali superiori alla media

Rispetto al 1961, l'Italia, in base alle informazioni ISPRA (*Gli indicatori del clima in Italia nel 2020*), ha conosciuto un rialzo costante della temperatura, con il decennio 2011-2020 più caldo in assoluto, e il 2020 con 11 mesi di temperature oltre la norma (sulla terraferma +1,5°C, rispetto alla media dal 1961, e sul mare +1°C).

Rispetto al 1880, l'Italia ha conosciuto un aumento della temperatura media di +2,4°C, dunque circa il doppio della media planetaria, attestata a circa +1,1°C, come desumibile dai *10 key trend sul clima*, pubblicati da *Italy for Climate* nel luglio 2021.

Il *Global Climate Change* ha mappato, invece, l'incremento della temperatura a livello anche di Regioni e singoli Comuni a partire dal 1960, su dati tratti da *Copernicus* e dall'*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF), registrando aumenti regionali tra +1,7°C a +2,7°C e tra +1°C e +3,2°C per 7768 Comuni su 7904.

3. Aumento di concentrazione di gas serra

Anche l'aumento delle concentrazioni di gas serra in Italia risulta costante.

Nei monitoraggi dell'Osservatorio del monte Cimone, dove opera il *Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare*, il valore di concentrazione è salito da 330 ppm, nel 1979 (data di prima rilevazione) a circa 411 ppm nel 2020.

In base all'*Osservatorio Atmosferico di Lampedusa*, sito più meridionale della Infrastruttura di Ricerca Europea *ICOS*, la concentrazione a livello del mare è aumentata da 355 ppm, nel 1992 (data di prima rilevazione) a 410 ppm, nel 2020.

4. Concentrazione di ozono fuori linea

Sempre secondo ISPRA (*Transizione ecologica aperta. Dove va l'ambiente italiano?*, 2021, 33) anche le concentrazioni di ozono sono ancora lontane dagli obiettivi da raggiungere.

5. Incremento del ricorso alle risorse fossili e peggioramento dell'indice *Ispreed*

Delle rilevazioni ENEA, alla luce dell'ultima *Analisi trimestrale del sistema energetico nazionale*, dedicata al terzo trimestre 2021 e pubblicata a fine dicembre, emerge che, nel terzo trimestre del 2021, la domanda di energia ha registrato un incremento nazionale del +7% rispetto allo stesso periodo del 2020, sulla spinta della crescita del PIL (+3,9%) e della produzione industriale (+20,2%). Dato il *mix* energetico nazionale, conseguentemente risultano aumentate anche le emissioni di CO₂ (+4% circa) e incrementato il ricorso alle fonti fossili, soprattutto petrolio (+8%) e carbone (+25%). Complessivamente, nei primi nove mesi del 2021, le emissioni sono in aumento tendenziale superiore al 7%.

L'analisi evidenzia anche il peggioramento dell'indice *Ispred* (-35%), elaborato da ENEA per misurare l'andamento della transizione energetica nel nostro Paese sulla base della sicurezza del sistema, dei prezzi dell'energia e della decarbonizzazione.

6. Disallineamento delle Regioni italiane

Il Report *La corsa delle Regioni verso la neutralità climatica*, redatto da *Italy for Climate* nel 2021 come primo *Ranking* delle Regioni sul clima, registra che nessuna Regione italiana è in linea con gli obiettivi di neutralità climatica funzionali all'adempimento degli impegni dell'Accordo di Parigi, ma, al contrario, metà di esse non ha ridotto le proprie emissioni di gas serra e 14 su 20 hanno aumentato i propri consumi energetici senza ricorrere all'incremento delle fonti rinnovabili.

7. Indice di sviluppo sostenibile di fascia bassa

L'*Indice di sviluppo sostenibile* (SDI) misura l'efficienza ecologica dello sviluppo umano, riconoscendo che lo sviluppo, per potere essere sostenibile con "guadagno netto" (ossia senza alimentare ulteriore *deficit* ecologico), deve essere mantenuto entro i *Planetary Boundaries*.

L'approccio è simile a quello adottato dall'*UNDP Planetary Pressures* e dall'EEA, *Sustainability transitions*.

L'indice individua il punteggio di sviluppo umano di ciascuna nazione (aspettativa di vita, istruzione e reddito) e lo divide per il superamento ecologico della stessa, calcolato con le emissioni di CO₂ basate sul consumo e l'impronta ecologica. I paesi che ottengono uno sviluppo umano relativamente elevato, rimanendo all'interno o in prossimità dei *Planetary Boundaries*, salgono in graduatoria.

In questo *ranking*, l'Italia si colloca, in base ai dati dell'ultima rilevazione risalente al 2019, in una fascia bassa di valutazione, precisamente al n. 109.

8. Superamento di diversi *Planetary Boundaries*

Il programma *A Good Life For All Within Planetary Boundaries*, dell'Università di Leeds, consente di verificare il superamento dei *Planetary Boundaries* di ciascuno Stato, attraverso riproduzioni grafiche a ciambella e supporti interattivi, analizzando il rapporto quantitativo tra bisogni primari, richiesti per la qualità economico-sociale della vita dei residenti di ciascun paese, e livello nazionale di consumo delle risorse naturali, rispetto appunto ai *Planetary Boundaries* della sostenibilità.

Con riferimento all'Italia, il quadro evidenzia una situazione di fuoriuscita dai confini della sostenibilità, soprattutto con riguardo all'impronta ecologica e alla sicurezza climatica.

La prospettiva della misurazione dei *Planetary Boundaries* all'interno degli Stati è da tempo riconosciuta dall'EEA (*Is Europe living within the limits of our planet?*, 2020; *Status of the nine planetary boundaries*), richiamata dal SNPA (*L'economia ha assunto i principi della sostenibilità?*, 2018; G. Bologna, *Le sfide dello sviluppo. Vivere nei limiti del pianeta*, 2019; *L'Europa vive entro i limiti del nostro pianeta?* 2020) e fatta oggetto di apposita raccomandazione al Governo dalla Società Meteorologica Italiana (*Contributo della Società Meteorologica Italiana agli Stati generali sui cambiamenti climatici e sulla difesa del suolo*, 2015).

9. Deficit e impronta ecologica alti

L'impronta ecologica indica l'uso che una comunità nazionale fa del proprio spazio bioprodotto a disposizione, sommato alle emissioni di CO₂ associate all'uso di combustibili fossili.

La biocapacità, invece, descrive la capacità degli ecosistemi di produrre materiali biologici, utilizzati dalle persone per vivere, e di assorbire il materiale di scarto generato dal loro utilizzo umano. Viene espressa in ettari globali (gha). Gli ecosistemi sono naturalmente in grado di rigenerare ciò di cui abbiamo bisogno, ma questa biocapacità non è standard: è condizionata dal clima, dalla gestione delle risorse e dall'economia umana.

Pertanto, per stare in equilibrio ecologico e quindi scongiurare qualsiasi interferenza antropogenica sul sistema climatico, ogni abitante del pianeta dovrebbe disporre, nello svolgere qualsiasi propria

attività, di un capacità biologica disponibile *pro capite* equivalente a 1,6 ettari di terra e acqua biologicamente produttivi (*How Ecological Footprint accounting helps us recognize that engaging in meaningful climate action is critical for our own success*, 2017).

Com'è noto, tale limite viene costantemente infranto soprattutto dagli Stati più industrializzati, che contribuiscono maggiormente alla destabilizzazione del sistema climatico. Il superamento determina un'impronta ecologica negativa, in *deficit* verso il proprio spazio bioprodotivo, incapace di compensare la dissipazione di risorse naturali delle attività svolte.

Si determina, così, una condizione definita di insicurezza del contesto ambientale di uno Stato, che si aggiunge, aggravandola, all'instabilità del sistema climatico (Sarkodie, *Environmental performance, biocapacity, carbon & ecological footprint of nations: Drivers, trends and mitigation options*, in *Science of the Total Environment*, 751, 2021, 141912).

Lo scenario deficitario incide sugli impatti negativi del cambiamento climatico, in quanto implica che le conseguenze dannose, per quanto quantificabili possano essere nella loro portata distruttiva della salute umana e dell'ambiente, contengono una sorta di impatto "nascosto", determinato dal fatto di verificarsi all'interno di un sistema bioriproduttivo già compromesso; così come qualsiasi azione che ignori l'impronta ecologica è destinata ad alimentare quell'impatto "nascosto" (Verones, Moran, Stadler, *et al.*, *Resource footprints and their ecosystem consequences*, in *Scientific Reports*, 7, 2017, 40743).

L'*Overshoot day* italiano del 2022 cadrà il 12 maggio: da quel giorno in poi, l'Italia sarà in debito rispetto alle risorse naturali dell'intero pianeta. Il che significa che le attività italiane operano con un sistema bioprodotivo compromesso e sbilanciato, a danno degli equilibri rigenerativi della porzione territoriale statale del sistema climatico.

La comparazione delle impronte ecologiche degli Stati, promossa dal *Global Footprint Network*, da *Earth Overshoot Day* e dal *Geneva Environment Forum*, è riconosciuta dall'ONU, dall'UNFCCC, con riguardo all'impronta di carbonio (*New Carbon Footprint Calculator to Support Climate Action*), dalla UE (EEA, *Ecological footprint of European countries*; Eurostat, *Ecological Footprint and Biocapacity: The world's ability to regenerate resources and absorb waste in a limited time period; Europe's environmental footprints exceed several safe limits*) e dal SNPA (*Earth Overshoot Day, siamo in debito con il pianeta*, 2021).

Nello specifico, l'Italia ha un'impronta ecologica superiore del 404% rispetto alla biocapacità del suo territorio di rigenerare le risorse consumate e dissipate durante un anno. Questo si traduce nella constatazione che il consumo di risorse naturali in Italia è pari a 2,7 pianeti Terra (*Country Overshoot Days*).

10. Insufficienza nel conseguimento dei 17 SDGs ONU

Il perseguimento dei 17 SDGs ONU per il 2030 dovrebbe procedere in parallelo con la stabilizzazione del sistema climatico, eliminando qualsiasi pericolosa interferenza umana su di esso.

Lo *Stockholm Resilience Centre* monitora questo parallelismo. Tuttavia, la condizione di superamento di alcuni (4) dei 9 *Planetary Boundaries*, espressivi proprio dell'emergenza climatica e delle crisi connesse in atto, compromette l'effettivo conseguimento di tutti i *Goal* e *target* previsti (Máté, Novotny, Meyer, *The Impact of Sustainability Goals on Productivity Growth: The Moderating Role of Global Warming*, in *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 2021, 11034).

Tra l'altro i costanti sforzi convenzionali per raggiungere comunque gli obiettivi socioeconomici, considerati prioritari, aumenteranno la pressione sui confini del pianeta, allontanando il mondo dal perseguimento dei SDGs ambientali e alimentando, in tal modo, ulteriori disequilibri nel sistema climatico (Randers, Rockström, Stoknes, Goluke *et al.*, *Achieving the 17 Sustainable Development Goals within 9 Planetary Boundaries*, 2 *Global Sustainability*, 2019, 1-11).

Il contesto italiano è monitorato annualmente dall'ASVIS (*L'Italia e lo sviluppo sostenibile*), da cui emerge l'assenza di una visione unitaria e integrata della sostenibilità.

Particolarmente importante è il *Rapporto territori 2021* di ASVIS, lo strumento che, attraverso indicatori statistici elementari e compositi, raccoglie e analizza il posizionamento di regioni, province, città metropolitane, aree urbane e comuni rispetto ai 17 SDGs ONU.

Da esso emerge il seguente panorama negativo su fronte della stabilità climatica e della lotta all'emergenza:

- il 60% dei territori non raggiungerà i *Target* relativi alle energie rinnovabili e alla riduzione dei rifiuti prodotti;
- più dell'80% dei territori registra un allontanamento o un andamento negativo per quanto riguarda l'efficienza delle reti idriche e la riduzione della quota di emissioni di gas serra;
- oltre il 95% dei territori presenta un andamento negativo per l'efficienza energetica, mentre nessuna Regione o Provincia autonoma segna tendenze positive per le aree marine protette e la riduzione del consumo di suolo;
- si registra un aumento delle disparità di mantenimento degli ecosistemi terrestri.

11. Degrado del capitale naturale

L'Italia rappresenta uno dei paesi UE con il più alto tasso di biodiversità. Tuttavia, lo stato di salute complessivo degli ecosistemi e della biodiversità presenta numerose criticità che incidono negativamente sui servizi ecosistemici di supporto alla stabilità climatica (come la cattura naturale delle emissioni di gas serra e i servizi idrici).

Il suo capitale naturale è in degrado.

Il capitale naturale è l'intero stock di risorse naturali, organismi viventi, aria, acqua, suolo e risorse geologiche che contribuiscono alla produzione di servizi ecosistemici, come la depurazione delle acque, lo stoccaggio del carbonio, il rifornimento di materie prime, la protezione dal dissesto idrogeologico e moltissimi altri, da dipendono la salute umana e il suo benessere.

Il *IV Rapporto sullo stato del capitale naturale in Italia*, nel 2021 ha evidenziato la tendenza peggiorativa di questi servizi, constatandone la diminuzione nel flusso di offerta e segnalando l'urgenza di intervento rapido di intervento e ripristino.

12. Inquinamento

Il nesso tra emergenza climatica e inquinamento e la convergenza di impatti sulla salute umana sono ormai noti (UNFCCC, *By reducing air pollution we can address climate change and protect our health*, 2018; Mangia, Ielpo *et al.*, *Crisi climatica e inquinamento atmosferico*, in *Ithaca*, 15, 2020, 57-68) e suffragati dalle *Global Air Quality Guidelines* dell'OMS.

Il nesso dipende principalmente da tre fattori: cambiamento climatico e inquinamento atmosferico condividono le stesse sorgenti fossili; alcune sostanze inquinanti sono anche climalteranti; il clima influenza la dinamica degli inquinanti (Facchini, Fuzzi, *Qualità dell'aria e cambiamenti climatici: due facce della stessa medaglia*, in *Ingegneria dell'ambiente* 4, 2017 344; Mangia, Cervino, Portaluri, Gianicolo, *Ridurre l'inquinamento e le disuguaglianze sociali migliora la salute globale*, in *Riflessioni Sistemiche*, 1, 17, 2017, 207)

Il fondamentale contributo di Williams (*Tackling climate change: what is the impact on air pollution?*, in *3 Carbon Management*, 3, 5, 2012, 511-519) ha reso evidente la ineludibilità del c.d. approccio *win-win* di abbandono del fossile come unica condizione concretamente efficace di contestuale eliminazione della minaccia del cambiamento climatico e dell'inquinamento.

Fuori di questa prospettiva permane la c.d. *climate change penalty* (Fu, Tian, *Climate Change Penalty to ozone air quality: review of current understandings and knowledge gaps*, in *Current Pollution Reports*, 5, 2019, 159-171).

In Italia tale *climate change penalty* persiste.

Secondo *Pollution Index*, l'inquinamento italiano al 2022 si colloca al 13° posto su 40 paesi del continente europeo, e al 74° a livello mondiale su 115 censiti, mentre in base all'EEA (*La nuova mappa visuale europea della qualità dell'aria urbana consente di verificare i livelli di inquinamento atmosferico a lungo termine nella propria zona di residenza*, 2021) quattro città italiane (Cremona, Vicenza, Brescia e Pavia) sono tra le più inquinate della UE.

L'Italia, tra l'altro, è tra gli Stati più colpiti in Europa per morti premature da inquinamento, in base ai dati EEA.

Inoltre, nuovi limiti annuali imposti dalle *Air Quality Guidelines* (AQG) dell'OMS del 2021 (PM_{2,5} da 10 a 5 microgrammi per metro cubico e PM₁₀ da 20 a 15) sono attualmente fuori scala rispetto alla concentrazione degli inquinanti nelle aree urbanizzate del paese.

Secondo fattore: vulnerabilità dei territori e degli abitanti

La vulnerabilità di un territorio riguarda sia le persone che vi vivono sia il contesto socio-ambientale che le circonda. Un indicatore ISTAT misura quanto ogni territorio sia vulnerabile, includendovi la condizione sociale e abitativa (*Le misure della vulnerabilità*, 2020).

La considerazione della vulnerabilità è importante nell'analisi degli impatti dell'emergenza climatica per due ragioni:

- perché è un acquisito fattore moltiplicativo del rischio (inserito nella canonica formula $R = P \times V \times E$: pericolo-vulnerabilità-esposizione), producendo amplificazione dell'impatto sulla persona (Downing, *Assessing socioeconomic vulnerability to famine: Frameworks, concepts and applications*, 1991);
- perché accelera l'impatto stesso, nel senso di renderlo più rapidamente percepibile da parte della persona già in condizioni vulnerate (Watts, Bohle, *The space of vulnerability. The causal structure of hunger and famine*, in *17 Progress in Human Geography*, 1, 1993, 43-67).

La vulnerabilità del territorio e dei suoi abitanti è segnata da diversi elementi, di cui i più rilevanti nell'emergenza climatica sono:

1. la perdita di biodiversità;
2. l'esposizione a incendi;
3. la presenza di situazioni di pericolosità di origine antropica;
4. l'esistenza di "zone di sacrificio";
5. la diffusione di patologie croniche.

1. Perdita biodiversità

L'Italia è tra i Paesi europei con maggior ricchezza di specie e habitat e con i più alti tassi di specie esclusive del proprio territorio: 336 specie di uccelli, 349 specie di animali e vegetali e 132 habitat presenti nel territorio e nei mari, ma con oltre 31 specie esotiche invasive.

Tuttavia, in base ai dati ISPRA (*Rapporto Direttive Natura*, 2021), oltre la metà di questi habitat naturali si trova in pericolo, sottoposto alle pressioni dei cambiamenti climatici, dell'agricoltura intensiva e dell'espansione urbanistica, con potenziali di accelerazione conseguenti all'aumento della temperatura (Brunetti, Manenti, *et al.*, *Climate and land-use changes drive biodiversity turnover in arthropod assemblages over 150 years*, in *Nature Ecology & Evolution*, 5, 2021, 1291-1300).

Inoltre, sempre in base alle rilevazioni ISPRA (*Transizione ecologica aperta. Dove va l'ambiente italiano?*, 2021, 75), il numero delle specie aliene in Italia evidenzia una crescita esponenziale che pare inarrestabile.

Questo processi degenerativi incidono sul contesto ecosistemico italiano, aggravando gli impatti dell'emergenza climatica.

Secondo i dati dell'*European Extreme Events Climate Index* (con il CMCC), gli scenari della biodiversità saranno stravolti nel prossimo futuro. Il periodo di fioritura e di indurimento invernale avverranno con anticipo, mentre molte specie arboree non riusciranno ad adattarsi alle nuove

condizioni. Le alte temperature porteranno gli allevatori a tenere gli animali al coperto con una conseguente riduzione della produzione sia di latte che di carne. Sopravvivranno, invece, animali come i cinghiali, le cornacchie e altre specie invasive. Nel sud del paese, gradualmente scompariranno piante come l'ulivo e la vite che verranno sostituite da orzo e kiwi. Nel nord verranno meno gli alberi di mele, mentre molte zone della Sardegna, della Puglia e della Sicilia andranno verso la desertificazione. Anche le acque conosceranno fenomeni analoghi di perdita e trasformazione della propria biodiversità, con colonie di animali e organismi vegetali che lasceranno sempre più il posto a specie aliene.

2. Esposizione a incendi

L'Italia ha il primato in Europa per il più alto numero di incendi e si colloca al secondo posto per estensione di ettari bruciati. Sul sito dell'[EFFIS](#) sono visibili in tempo reale le aree bruciate, i fuochi attivi, le tendenze stagionali. Le condizioni climatiche agiscono direttamente sul comportamento dell'incendio (innesco, dispersione ed estinzione).

Infatti, anche quando l'incendio è doloso, in ogni caso la quantità di combustibile, atta a bruciare, dipende dall'umidità del combustibile, che è legata all'umidità relativa atmosferica e alla precipitazione, passata e presente.

È dunque evidente che l'aumento del riscaldamento globale e delle temperature locali costituisce un fattore moltiplicativo degli incendi come quantità, diffusione e frequenza.

L'*indice FWI* fornisce una indicazione della possibilità di innesco di un incendio in base allo stato di idratazione degli strati di combustibile forestali e dalla variabilità climatica in atto.

Secondo l'UNEP, con Report 2022 *Spreading like wildfire: the rising threat of extraordinary landscape fires*, il costante aumento delle temperature e delle concentrazioni di gas serra farà aumentare i fenomeni di incendio in tutto il mondo fino al 14% entro il 2030, 30% entro il 2050 e 50% entro la fine del secolo.

Intanto, in Italia, nel 2021 gli incendi sono aumentati del +148%, con oltre 150mila ettari di territorio da nord a sud del Paese inceneriti da 659 tempeste di fuoco contro una media storica (fra il 2008 e il 2021) di 265 ogni anno (proiezione di [Coldiretti](#) del febbraio 2022).

3. Presenza di situazioni di pericolosità di origine antropica

Stando alla definizione del SNPA, «*per pericolosità di origine antropica s'intende la pericolosità per la vita umana e l'ambiente, derivante da attività umane potenzialmente pericolose. In questa ampia definizione rientrano tutte le industrie, ma in particolare gli stabilimenti a rischio di incidenti rilevanti (RIR), definiti tali per la presenza all'interno di determinate sostanze pericolose*».

Il Rapporto SNPA del 2018 *Pericolosità ambientale di origine naturale e antropica* ha mappato queste situazioni in Italia, al fine di individuare le aree di maggiore esposizione a eventi estremi e individuare le aree di minor resilienza al cambiamento climatico.

Legambiente, poi, ha censito sul territorio italiano, al febbraio 2022, 62 siti "*nemici del clima*", ossia aziende o infrastrutture la cui attività contribuisce in maniera determinante all'emergenza climatica e all'inquinamento locale, con il primato di Taranto "capitale italiana delle emissioni di gas serra", pari a quelle dell'intera Regione Lazio.

4. Esistenza di "zone di sacrificio"

Le "zone di sacrificio" identificano determinate aree territoriali, in cui si verifica una combinazione di impatti del cambiamento climatico, presenza di sostanze tossiche, inquinamento atmosferico e perdita di biodiversità. Sono state definite «*una macchia sulla coscienza collettiva dell'umanità*» dal Rapporto ONU 2022 *Derecho a un medio ambiente limpio, saludable y sostenible: el medio ambiente no tóxico*.

Nelle "zone di sacrificio", le persone vivono in condizioni devastanti per la loro salute e vedono violati costantemente i loro diritti, mentre i loro effetti si espandono amplificando le condizioni negative di salubrità ambientale.

Secondo il Rapporto ONU 2022, in Italia esiste almeno una “zona di sacrificio”: l’area di Taranto.

Taranto si trova così a essere “capitale” dell’emergenza climatica (in base alle citate rilevazioni di Legambiente sui “nemici del clima”) e “zona di sacrificio” del diritto alla salute (in base al Rapporto ONU del 2022).

5. Diffusione di patologie croniche

I sistemi di sorveglianza a rilevanza nazionale PASSI (dedicato alla popolazione di 18-69 anni) e PASSI d’Argento (dedicato alla popolazione di 65 anni ed oltre), coordinati dall’ISS in collaborazione con le Regioni, hanno prodotto un documento che presenta un’analisi dei dati delle patologie croniche riferite nella popolazione residente in Italia.

Su una popolazione residente in Italia di quasi 51 milioni di persone con più di 18 anni di età, si può stimare che oltre 14 milioni di persone convivano con una patologia cronica.

Le patologie croniche sono un fattore moltiplicativo degli impatti del cambiamento climatico sulla salute umana (Kjellstrom, Butler, Lucas, Bonita, *Public health impact of global heating due to climate change: potential effects on chronic non-communicable diseases*, in *55 International Journal of Public Health*, 2, 2010, 97-103; Capon, Rissel, *Chronic disease and climate change: understanding co-benefits and their policy implications*, in *21 NSW Public Health Bulletin*, 5-6, 2010, 109-113) nonché un elemento che condiziona tutti i determinanti della salute (Epicentro, *la lotta alle malattie croniche e gli interventi per promuovere la salute*).

Terzo fattore: fragilità delle infrastrutture naturali e materiali di protezione

Oltre a essere vulnerabile per la sua collocazione di *hot-spot* climatico, l’Italia è anche fragile per la pressione antropica sul suo territorio, in termini di:

1. consumo di suolo;
2. dissesto idrogeologico;
3. erosione costiera.

Si tratta di tre condizioni particolarmente sensibili alle manifestazioni dell’emergenza climatica sul territorio, che amplificano e aggravano l’esposizione dei suoi abitanti agli impatti conseguenti.

Questa combinazione devastante è misurabile attraverso la c.d. “*equazione dei disastri*” (Pasini, *L’equazione dei disastri. Cambiamenti climatici su territori fragili*, Torino 2020), che consente di dimostrare la debolezza delle infrastrutture naturali e materiali (terreni, boschi, coste, dune, dighe, margini, canali di scolo ecc...) necessarie a garantire protezione dagli eventi prodotti dal cambiamento climatico, e resilienza e adattamento agli scenari futuri.

La propensione al disastro del territorio italiano è stata denunciata, nel febbraio 2022, anche dalla federazione veneta degli Ingegneri (FOIV), con il *Position paper Gli Ingegneri Veneti per il Cambiamento Climatico*.

Anche il recente Rapporto *Cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità*, presentato al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti nel febbraio 2022, illustra gli impatti attuali e futuri dell’emergenza climatica rilevando l’inadeguatezza delle attuali risposte.

1. Consumo di suolo

SNPA, *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2021*, fornisce il quadro aggiornato dei processi di trasformazione della copertura del suolo e permette di valutare l’impatto del consumo di suolo sul paesaggio e sui servizi ecosistemici.

Da esso si desume che Fra il 2019 e il 2020 il suolo consumato in Italia è aumentato di 56,7 chilometri quadrati, mentre Invece, il fenomeno opposto, ovvero il ripristino di aree naturali, è stato appena di 5 chilometri quadrati.

Elevata anche l’estensione *pro capite*: ogni italiano ha a disposizione circa 360 mq di cemento (erano 160 negli anni ‘50), con un incremento annuo costante, che nel 2020, rispetto al 2019, è stato di oltre 50 chilometri quadrati, ovvero con una media di oltre 15 ettari al giorno

L'Italia è, quindi, molto lontana dagli obiettivi europei, che prevedono l'azzeramento del consumo di suolo netto, ovvero il bilancio tra il consumo di suolo e l'aumento di superfici naturali attraverso interventi di demolizione, de-impermeabilizzazione e rinaturalizzazione delle superfici.

Il consumo di suolo incrementa la impermeabilizzazione del terreno che accentua gli effetti negativi degli impatti climatici.

2. Dissesto idrogeologico

Dai dati ISPRA (*Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio*, 2018), il 91% dei Comuni italiani (rispetto all'88% del 2015), con oltre 3 milioni di nuclei familiari, è a rischio di dissesto idrogeologico.

Il che significa che l'Italia è uno dei Paesi più fragili al mondo.

L'edizione 2021 fornisce il quadro di riferimento più aggiornato sulla pericolosità per frane e alluvioni, sull'erosione costiera e sugli indicatori di rischio relativi a popolazione, famiglie, edifici, imprese e beni culturali.

Inoltre, sempre secondo ISPRA, in base all'*Inventario dei fenomeni franosi in Italia*, circa il 20% del territorio italiano è a rischio frane, con aree corrispondenti a insediamenti urbani superiori a 100mila abitanti.

Dei fenomeni franosi verificatisi in Europa, quasi due terzi hanno avuto luogo in Italia.

Il cambiamento climatico, con l'aumento della temperatura e il mutamento di caratteristiche e frequenze delle precipitazioni, aggrava lo scenario, incidendo su varie catene causali (EEA, *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016*), come:

- effetti sulle grandi dighe per intensificazione delle precipitazioni, con frane di media e grande dimensione;
- piene improvvise, generate, in ambienti glaciali, da eccesso di disponibilità idrica dovuta a processi direttamente correlati all'aumento della temperatura;
- alterazione della stabilità dei pendii, per difficoltà di tenuta e franosità;
- compromissione della tenuta del sistema delle briglie, installate in molti bacini di ordine minore lungo la catena appenninica dell'Italia centrale, minacciate dall'aumento dell'intensità della pioggia e degli eventi estremi, con connessi processi di colata di detriti;
- alluvioni (*Rapporto ISPRA Rendis 2020*).

3. Erosione costiera

L'innalzamento del livello dei mari, conseguenza al riscaldamento globale (Delle Rose, Fidelibus, Miglietta, *Cambiamento climatico e protezione delle coste*, in *Ithaca*, XV, 2020, 47-56), produce impatti significativi sulle coste italiane, dato che la penisola è composta da circa 7500 km di litorale, di cui il 47% rappresentato da coste alte e/o rocciose e il 53% da spiagge. Queste ultime, per il 42% circa, risultano in erosione.

In ragione di queste caratteristiche, diversi sono gli studi condotti per la valutazione delle aree a rischio sommersione e diverse le mappature delle esposizioni costiere (Ministero dell'Ambiente, *Linee Guida Nazionali per la difesa della costa dai fenomeni di erosione e dagli effetti dei cambiamenti climatici*, 2016).

La mappa dell'ENEA del 2016 *Variazioni relative del livello dei mari* identifica 33 aree costiere vulnerabili e fragili, che, in quanto depresse, ossia al di sotto del livello del mare, resisteranno difficilmente al futuro innalzamento del livello del mare: le aree più estese si trovano sulla costa settentrionale del mare Adriatico tra Trieste e Ravenna; altre investono le pianure costiere della Versilia, Fiumicino, Piane Pontina e di Fondi, Piane del Sele e del Volturno, aree costiere di Catania, Cagliari e Oristano.

Cumulando questi fattori di fragilità, quasi il 94% dei Comuni italiani risulta ormai esposto a rischio frane, alluvioni ed erosione costiera, con quasi due milioni e mezzo di persone esposte a rischio elevato di alluvione (cfr. SNPA, *Dissesto idrogeologico: quasi il 94% dei comuni a rischio*

frane, alluvioni ed erosione costiera, 2022).

La **mappatura della pericolosità** è offerta dalla piattaforma Idrogeo, cui partecipa sempre ISRPA, in formato aperto i dati contenuti nel rapporto e i filerelativi alle nuove Mosaicature nazionali di pericolosità.

LE PRINCIPALI MANIFESTAZIONI DELL'EMERGENZA CLIMATICA IN ITALIA

Oltre all'aumento delle temperature con i connessi eventi meteorologici estremi, i processi irreversibili, attivati dall'emergenza climatica in Italia, sono principalmente tre:

1. estinzione dei ghiacciai;
2. *deficit* pluviometrico e desertificazione;
3. inondazioni alpine e innalzamento del livello dei mari.

1. Estinzione dei ghiacciai

Con la media delle temperature degli ultimi anni, i ghiacciai sotto i 3.500 metri sono destinati a scomparire nel giro di 20-30 anni, con la sola sopravvivenza di quelli delle Alpi Occidentali più alte.

Lo dimostrano i dati dell'ultimo Catasto dei ghiacciai italiani: la superficie è passata dai 519 km² del 1962 ai 609 km² del 1989, per arrivare agli attuali 368 km²: il 40% in meno

Contemporaneamente, il numero dei ghiacciai è passato oggi a 903, contro 824 nel 1962 e 1381 nel 1989, ma si tratta di un aumento dovuto all'intensa frammentazione che ha ridotto sistemi glaciali complessi a singoli ghiacciai più piccoli.

Questi processi impattano sui deflussi estivi dei fiumi, che derivano per la maggior parte dalla fusione glaciale: venendo meno i ghiacciai, svanirebbe anche il loro contributo ai torrenti alpini e ai fiumi della Pianura Padana, compreso il Po con significative conseguenze sull'approvvigionamento idrico per la popolazione e per l'agricoltura.

Inoltre, saranno compromesse anche le dighe ad alta quota, che si trovano per lo più sotto o nelle vicinanze di grandi corpi glaciali.

Aumenta anche il rischio dei c.d. *glacier hazard*, cioè il rischio legati all'azione diretta del ghiaccio e della neve che potrebbero provocare valanghe e alluvioni catastrofiche per esondazione di laghi glaciali.

Infine, la fusione del ghiaccio altererà i cicli climatici e le correnti, sia quelle ventose (*jet stream*) sia quelle marine.

Per il Mediterraneo e l'Italia, il problema è molto rilevante. La fusione delle coperture di ghiaccio sulla terra ferma contribuisce ad accentuare l'innalzamento del livello del mare, la drastica o totale riduzione delle riserve d'acqua, lo stravolgimento delle funzioni ecosistemiche all'interno del sistema climatico.

I dati emergono anche dal Dossier del WWF *La crisi climatica nel Mediterraneo: alcuni dati*, del 2019.

2. *Deficit* pluviometrico e desertificazione

Il *Drought Observatory* del CNR mostra una situazione di *deficit* pluviometrico molto intensa su gran parte delle Regioni italiane, che si aggiunge ai tre indicatori di desertificazione.

Spi (confronto tra le precipitazioni attuali e quelle degli anni passati nello stesso periodo);

Sma (anomalia di umidità del suolo);

Fapar (valutazione dell'impatto della siccità sulla vegetazione).

L'indicatore del rischio desertificazione così ottenuto classifica "arancione" (quindi con tendenza alta) una vasta porzione del Piemonte, la costa romagnola, territori sparsi di Toscana e Umbria, ma intacca sorprendentemente anche zone alpine di Val d'Aosta e Alto Adige, sconfinando pure in Austria Svizzera.

In questo contesto, prima ancora della diminuzione delle precipitazioni, a preoccupare è la loro distribuzione geografica e temporale: le piogge si concentrano infatti in pochi eventi di forte entità e che interrompono periodi siccitosi talvolta molto lunghi.

La desertificazione è un processo lento ma irreversibile, aggravato dal *deficit* pluviometrico e che si aggiunge all'esistenza naturale di zone secche.

Per zone secche si intendono i territori in condizioni di *deficit* idrico, arrivati a coprire (già al 2008) il 20% del territorio nelle regioni meridionali e insulari (*World Atlas of Desertification*).

Il *Deficit* pluviometrico contribuisce ad estendere le zone secche, appunto desertificandole.

Per tale motivo, lo stesso Ministro dell'Ambiente aveva riconosciuto la desertificazione come vera e propria emergenza: «*un quinto del nostro Paese è a rischio desertificazione: sicuramente il Sud Italia è particolarmente vulnerabile ma ormai anche il Centro è coinvolto. Siamo in piena emergenza*» (*Desertificazione, Costa: Stop consumo di suolo e gestione sostenibile risorsa idrica*)

Tuttavia, la desertificazione è una forma di degrado del suolo molto più complessa, misurata confrontando la copertura vegetale con la produttività del suolo stesso (SNPA, *Desertificazione: Sicilia, Molise e Basilicata le regioni più colpite in Italia*, 2020)

Si tratta di una minaccia in forte crescita. Solo nel febbraio 2022, il monitoraggio dell'Autorità di Bacino distrettuale del Fiume Po ha registrato la magra invernale di Po più grave degli ultimi 30 anni.

La Relazione Speciale n. 33/2018 della Corte dei Conti europea *Combattere la desertificazione nell'UE: di fronte a una minaccia crescente occorre rafforzare le misure*, colloca l'Italia tra i paesi a maggior rischio in Europa.

Inoltre, la desertificazione è favorita anche dall'assenza di attività e iniziative mirate alla *Land Degradation Neutrality* ovvero all'equilibrio tra aree degradate e aree recuperate (UNCCD, *Towards achieving Land Degradation Neutrality: turning the concept into practice*, 2016)

Infine, l'assenza prolungata di precipitazioni nei mesi invernali, quando sono accesi gli impianti di riscaldamento, aggrava l'inquinamento atmosferico.

In Italia, nessuno dei 102 capoluoghi di provincia è riuscito nell'impresa di rispettare i limiti di qualità dell'aria nel 2021, come documentato dal Rapporto di Legambiente *Mal'aria di città*. Sulle 102 città italiane capoluogo di provincia, nessuna ha rispettato i tre valori, fissati dall'OMS, sulle concentrazioni di NO₂ (biossido di azoto), PM10 e PM2,5 (polveri sottili).

3. Inondazioni alpine e innalzamento del livello dei mari

Le previsioni per l'Italia, pubblicate sulla mappa *Sea Level Portal* della NASA, basate sugli scenari dell'IPCC, stimano che entro il 2100 il livello del mare in Italia salirà da 30 a 80 centimetri, a seconda appunto dello scenario verificatori.

Anche questo processo, pertanto, è destinato alla irreversibilità.

Ad esso, tra l'altro, va aggiunto lo specifico fenomeno delle inondazioni in area alpina. Le Alpi si sono rivelate particolarmente sensibili ai cambiamenti climatici, come dimostra il loro tasso di riscaldamento più elevato rispetto alla media dell'emisfero settentrionale (Einhorn, Eckert, Chaix, Ravanel *et al.*, *Climate change and natural hazards in the Alps*, in *103 Journal of Alpine Research*, 2, 2015, 1-40). Di conseguenza, il loro rischio idrogeologico è molto alto, aggravato poi dalla densità della popolazione presente nelle valli sottostanti, di fatto sottoposta a un rischio distruttivo aggiuntivo, derivante dal verificarsi di piene improvvise favorite dai processi idrometeorologici associati alla topografia accidentata (Wilhelm, Rapuc, Amann, *et al.*, *Impact of warmer climate periods on flood hazard in the European Alps*, in *Nature Geoscience*, 15, 2022, 118-123).